

BRIGADA HIDROGRÁFICA  
ELEMENTO HI41LH01  
RELATÓRIO TÉCNICO FINAL  
REL TF HI 06/23 – VOLUME 4 DE 5  
**LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO NO  
ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES – ILHA DAS  
FLORES**  
2023-07-11 A 2023-07-18

2024-01-25



NÃO CLASSIFICADO

FOLHA DE DIFUSÃO		
CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA DO RELATÓRIO <b>Não classificado</b>		
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 type="checkbox"/> PERMANENTE <input checked="" type="checkbox"/> 2 ANOS		DESCCLASSIFICAÇÃO <b>Nada a referir</b>  DISTRIBUIÇÃO/DISPONIBILIDADE DO RELATÓRIO <b>GRA, DD, HI, BH</b>
AUTOR(ES) <b>Primeiro-tenente Murta Cunha Capitão-tenente Ventura da Cruz</b>		AUTOR INSTITUCIONAL <b>Instituto Hidrográfico Brigada Hidrográfica</b>
TÍTULO DO RELATÓRIO <b>Levantamento hidrográfico no arquipélago dos Açores – Ilha das Flores</b>		
TIPO DE RELATÓRIO <b>Técnico Final</b>	DESIGNAÇÃO DO RELATÓRIO <b>REL TF HI 06/23 VOLUME 4 DE 5</b>	ELEMENTO E ANO <b>HI41LH01 2023</b>
PERÍODO DE EXECUÇÃO <b>2023-07-11 a 2023-07-18</b>	DATA DO RELATÓRIO <b>2024-01-25</b>	N.º DE FOLHAS <b>96</b>
NOTAS <p>Este levantamento faz parte do contrato de cooperação celebrado entre a Secretaria Regional do Mar e das Pescas/Direção Regional dos Assuntos do Mar e o Instituto Hidrográfico celebrado em 12 de abril de 2022. Toda a informação original recolhida será arquivada no Instituto Hidrográfico, tendo o cliente sempre acesso a ela. O acesso aos dados, por parte de outras entidades, ficará condicionado, durante dois anos após a entrega do relatório, à prévia concordância da entidade adjudicante.</p>		
RESUMO <p>O levantamento hidrográfico na ilha das Flores teve como objetivo obter informação atualizada para apoio ao processo de Ordenamento do Espaço Marítimo dos Açores e para atualização cartográfica.</p> <p>Este levantamento hidrográfico cumpre os requisitos da ordem 1a estabelecidos na publicação S44, ed. 6.1, da OHI. Foi utilizada a embarcação de sondagem <i>Gaivota</i> equipada com o SMF KONGSBERG EM 2040C. O posicionamento foi assegurado por sistemas DGNSS RTK.</p>		
EDITOR <b>INSTITUTO HIDROGRÁFICO Rua das Trinas 49, 1249-093 Lisboa Tel. 210 943 000 / Fax 210 943 299 geral@hidrografico.pt</b>		DESCRITORES <b>Arquipélago dos Açores Ilha das Flores Levantamentos costeiros</b>
DATA DE EDIÇÃO <b>Janeiro de 2024</b>		

NÃO CLASSIFICADO



## LISTA DE DISTRIBUIÇÃO

N.º	DISTRIBUIÇÃO INTERNA	DISTRIBUIÇÃO EXTERNA	FORMATO
1		GRA	PDF
2	DD, HI, 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.....	1
2.1. Cartografia em vigor .....	1
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.....	2
3.2.1. Zero Hidrográfico .....	2
3.2.2. Nível Médio Adotado.....	2
4. Rede local.....	2
4.1. Estações de referência.....	2
5. Hidrografia .....	3
5.1. Esquema de cobertura .....	3
5.2. Maré.....	3
5.2.1. Redução de maré .....	3
5.2.2. Comparação com a previsão de maré .....	3
5.3. Aquisição de dados SMF.....	4
5.3.1. Configuração do sistema sondador.....	4
5.3.2. Posicionamento e atitude da plataforma .....	4
5.3.3. Velocidade de propagação do som.....	4
5.3.4. Aquisição, controlo e gravação da informação hidrográfica .....	5
5.4. Processamento de dados SMF .....	5
5.4.1. Preparação e análise dos datagramas.....	5
5.4.2. Exatidão do sistema de posicionamento .....	5
5.4.3. Balanço da incerteza das medições.....	6
5.4.4. Avaliação da incerteza das medições .....	6
5.4.5. Georreferenciação e correção das sondas .....	7

5.4.6. Validação dos modelos batimétricos .....	7
5.4.7. Produtos finais do Levantamento Hidrográfico .....	8
6. Elementos de navegação .....	8
6.1. Objetos, obstruções e estruturas relevantes .....	8
7. Outros elementos .....	8
7.1. Comparação com a cartografia em vigor.....	8
8. Produtos finais para arquivo .....	9
9. Dados estatísticos .....	9
9.1. Trabalhos em terra.....	9
9.2. Trabalhos no mar.....	9
9.3. Espaço em disco.....	10
10. Diversos .....	10
10.1. Apoios.....	10
11. Considerações finais .....	10
REFERÊNCIAS.....	11

## **TABELAS**

<b>Tabela I</b> – Coordenação da estação de referência.....	3
<b>Tabela II</b> – Localização do marégrafo. ....	3
<b>Tabela III</b> – Parâmetros estatísticos da comparação entre alturas de maré. ....	4
<b>Tabela IV</b> – Exatidão do sistema de posicionamento no dia 13 de julho de 2023 com REF RTK Lajes (☉ IH BH 09/10). ....	6
<b>Tabela V</b> – Exatidão do sistema de posicionamento no dia 18 de julho de 2023 com REF RTK Lajes (☉ IH BH 09/10). ....	6
<b>Tabela VI</b> – Objetos, obstruções e estruturas relevantes na ilha das Flores. ....	8

## **APÊNDICES**

Apêndice A-1	Equipa do Levantamento (apenas no exemplar n.º 2)
Apêndice A-2	Equipamentos utilizados no Levantamento (apenas no exemplar n.º 2)
Apêndice B	Esquema da Área Sondada
Apêndice C	Relação de Coordenadas dos Pontos de Apoio
Apêndice D-1	Parâmetros de Aquisição dos Dados Hidrográficos (apenas no exemplar n.º 2)
Apêndice D-2	Modelação Batimétrica (apenas no exemplar n.º 2)



Apêndice E	Ficha de Instalação de Marégrafo (apenas no exemplar n.º 2)
Apêndice F	Comparação com a Cartografia em Vigor (apenas no exemplar n.º 2)
Apêndice G	Velocidade de Propagação do Som (apenas no exemplar n.º 2)
Apêndice H	Objetos, obstruções, estruturas relevantes e profundidades mínimas

## **ANEXOS**

Anexo A	Ordem de Execução e Instruções Técnicas (apenas no exemplar n.º 2)
---------	-----------------------------------------------------------------------



## LISTA DE ABREVIATURAS

AN	Ajuda à Navegação
ANAC	Avaliação da Necessidade de Atualização Cartográfica
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
ASVP	ASCII Sound Velocity Profile
BH	Brigada Hidrográfica
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
DRMS	Distance Root Mean Square
FLRS	Estação ReNEP das Flores
FPS	Fiada Principal de Sondagem
FVS	Fiada de Verificação de Sondagem
GNSS	Global Navigation Satellite System
GRA	Governo Regional dos Açores
GRS80	Geodetic Reference System 1980
HI	Divisão de Hidrografia do Instituto Hidrográfico
IH	Instituto Hidrográfico
IT	Instruções Técnicas
ITRF93	International Terrestrial Reference Frame 1993
KM	Kongsberg Maritime
LH	Levantamento Hidrográfico
MB	Modelo Batimétrico
MBCC	Modelo Batimétrico de Cobertura Completa
MIVA	Máxima Incerteza Vertical Admissível
MN	Marca de Nivelamento
MRU	Motion Reference Unit
NMA	Nível Médio Adotado
NTRIP	Network Transport of RTCM via Internet Protocol
OE	Ordem de Execução

OHI	Organização Hidrográfica Internacional
PA	Ponto de Apoio
PA2D	Ponto de Apoio 2D
PN	Publicação Náutica
RADAR	Radio Detection And Ranging
REF	Estação de Referência
REL TF	Relatório Técnico Final
ReNEP	Rede Nacional de Estações Permanentes
RP	Reference Point
RTK	Real-Time Kinematic
SIS	Seafloor Information System
SMF	Sondador Multifeixe
SVP	Sound Velocity Profiler
TBC	Trimble Business Center
THU	Total Horizontal Uncertainty
TPU	Total Propagated Uncertainty
TVU	Total Vertical Uncertainty
VPS	Velocidade de Propagação do Som
VRS	Variable Resolution Surface
XML	Extensible Markup Language
ZH	Zero Hidrográfico

BRIGADA HIDROGRÁFICA  
ELEMENTO HI41LH01  
RELATÓRIO TÉCNICO FINAL  
REL TF HI 06/23 – VOLUME 4 DE 5  
**LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO NO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES – ILHA DAS FLORES**  
2023-07-11 A 2023-07-18

## **1. Introdução**

A Brigada Hidrográfica (BH), em cumprimento da Ordem de Execução (OE) 16/DT/23 de 11 de abril de 2023 e de acordo com as Instruções Técnicas (IT) 06/23 da Divisão de Hidrografia (HI) do Instituto Hidrográfico (IH), reproduzidas no anexo A, realizou, no período de 11 a 18 de julho de 2023, um levantamento hidrográfico (LH) no arquipélago dos Açores, na ilha das Flores.

A equipa envolvida e os equipamentos utilizados 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 uma estação de referência (REF);
- Instalação de um marégrafo na ilha das Flores (porto das Lajes).

O LH decorreu do contrato de cooperação celebrado entre a Secretaria Regional do Mar e das Pescas/ Direção Regional dos Assuntos do Mar e o IH, assinado em 12 de abril de 2022, com o objetivo de obter informação hidrográfica para apoio ao processo de Ordenamento do Espaço Marítimo dos Açores e para atualização cartográfica, com os requisitos de ordem 1a, conforme a publicação S-44 – Especificações da Organização Hidrográfica Internacional (OHI) para Levantamentos Hidrográficos, edição 6.1, outubro de 2022.

## **2. Elementos de planeamento**

### **2.1. Cartografia em vigor**

A área do levantamento encontra-se representada na carta náutica (CN):

- 46401 – Ilha das Flores e Ilha do Corvo, 1ª edição, dezembro de 2002 (reimpressão dezembro de 2012).

A área do levantamento encontra-se representada na carta eletrónica de navegação (CEN):

- PT446401 – Arquipélago dos Açores – Ilha das Flores e Ilha do Corvo.

## **2.2. Resumo histórico**

Os últimos levantamentos realizados nesta área decorreram:

- Entre 28 de maio e 25 de junho de 2018, conforme relatório técnico final (REL TF) HI 11/18.

## **2.3. Reconhecimento**

O reconhecimento da ilha das Flores foi efetuado através da consulta de informação disponível na internet e da informação presente na documentação resultante dos trabalhos anteriores.

## **3. Sistemas de referência**

### **3.1. Referência horizontal**

#### **3.1.1. Datum**

*International Terrestrial Reference Frame 1993 (ITRF93).*

#### **3.1.2. Elipsoide**

*Geodetic Reference System 1980 (GRS80).*

#### **3.1.3. Sistema de projeção**

PTRA08-UTM / ITRF93 – Fuso 25N.

### **3.2. Referência vertical**

#### **3.2.1. Zero Hidrográfico**

As profundidades encontram-se referidas ao zero hidrográfico (ZH), que no local do LH, se encontra 1,00 m abaixo do Nível Médio Adotado (NMA) no arquipélago dos Açores (Ponta Delgada, 1991).

#### **3.2.2. Nível Médio Adotado**

Na coordenação do ponto de apoio (PA) foi utilizado como plano de referência o NMA no arquipélago dos Açores.

## **4. Rede local**

### **4.1. Estações de referência**

A REF *Differential Global Navigation Satellite System (DGNSS) Real-Time Kinematic (RTK)* para o posicionamento da embarcação de sondagem foi instalada no telhado da oficina do farol das Lajes. Neste âmbito, foi coordenado o ponto de apoio 2D (PA2D) ☉ REF RTK Lajes com um recetor TRIMBLE R9s *Global Navigation Satellite System (GNSS)* geodésico (código e fase) em modo estático. O processamento das observações GNSS

foi efetuado no software TRIMBLE BUSINESS CENTER (TBC) v.5.80, através do processamento de uma linha de base com a estação de referência Flores (FLRS) da Rede Nacional de Estações Permanentes (ReNEP).

Os parâmetros de qualidade das coordenações 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 RTK Lajes	8 130	17 495	0,002	0,002	0,011

A relação de coordenadas dos PA encontra-se detalhada no apêndice C.

## 5. Hidrografia

### 5.1. Esquema de cobertura

O LH de ordem 1a foi efetuado com um sistema sondador multifeixe (SMF) e as seguintes características:

- Fiadas principais de sondagem (FPS) com direção paralela à batimetria;
- Sobreposição de 10 % entre FPS adjacentes (120 % de cobertura);
- Fiadas de verificação de sondagem (FVS) com espaçamento médio inferior a 15 vezes o espaçamento médio das FPS.

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 do marégrafo *Radio Detection And Ranging* (RADAR) instalado na marca de nivelamento (MN) ⊙ IH BH 09/10, conforme descrito na tabela II.

**Tabela II** – Localização do marégrafo.

Designação	Localização	Período de Observação
⊙ IH BH 09/10	Porto das Lajes das Flores	2023-07-11 a 2023-07-18

A ficha de instalação de marégrafo encontra-se detalhada no apêndice E.

#### 5.2.2. Comparação com a previsão de maré

A comparação entre a altura de maré registada pelo marégrafo de RADAR e a prevista para o porto das Lajes das Flores, revelou os resultados descritos na tabela III.

**Tabela III** – Parâmetros estatísticos da comparação entre alturas de maré.

Parâmetro	Valor
Número de comparações	1 734
Média das diferenças <sup>1</sup>	0,152 m
Desvio padrão	0,074 m

### 5.3. Aquisição de dados SMF

#### 5.3.1. Configuração do sistema sondador

O LH, de ordem 1a, foi realizado a bordo da embarcação de sondagem *Gaivota*, com o SMF KONGSBERG EM 2040C a operar na frequência de 300 kHz e com uma imersão do transdutor de 0,543 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, arfagem (*heave*), atitude (*roll*, *pitch*) e proa (*heading*) da embarcação de sondagem, referidos ao seu ponto de referência (RP<sup>2</sup>), 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-713-GGG-N e das correções DGNSS RTK, recebidas via *Networked Transport of RTCM via Internet Protocol* (NTRIP) *Client*, a partir da REF instalada no PA ☉ REF RTK Lajes.

O posicionamento foi adquirido com uma taxa de 10 Hz e a atitude com uma taxa 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* junto ao transdutor, 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 (SVP<sup>3</sup>) 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 com o 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 G.

<sup>1</sup> Valor negativo/positivo significa altura de maré registada inferior/superior à prevista.

<sup>2</sup> Sigla em inglês: *Reference Point*.

<sup>3</sup> Sigla em inglês: *Sound Velocity Profiler*.



#### **5.3.4. Aquisição, 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 10 % entre FPS adjacentes (120 % de cobertura). Esta cobertura garantiu a busca total do fundo e permitiu cumprir as especificações requeridas para levantamentos de ordem 1a, conforme definido na publicação S-44, edição 6.1 de outubro de 2022 da OHI;
- A aquisição de dados foi efetuada no modo de transmissão de impulso CW<sup>4</sup> e de formação de feixes *Equidistant High Density*<sup>5</sup>, 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 3,28 m/s.

#### **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.11.4.21, 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;
- Elaboração dos datagramas de maré, através do registo do marégrafo;
- Análise dos dados de navegação e de atitude, para deteção de eventuais erros e consequente rejeição das sondas por eles afetadas.

##### **5.4.2. 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 09/10 e subsequente comparação

---

<sup>4</sup> Sigla em inglês: *Continuous Wave*.

<sup>5</sup> Designação em inglês para: equidistante de alta densidade.

entre as coordenadas obtidas pelo sistema de posicionamento da embarcação e as coordenadas conhecidas do referido PA.

Os resultados obtidos, descritos nas tabelas IV e V, permitiram efetuar a aquisição de dados de forma a cumprir com as especificações do levantamento de ordem 1a.

**Tabela IV** – Exatidão do sistema de posicionamento no dia 13 de julho de 2023 com REF RTK Lajes (© IH BH 09/10).

Parâmetro	1D Vertical	2D Horizontal	3D
N.º de comparações	914		
Média (m)	-0,002 m	0,056 m	0,057 m
Desvio padrão (m)	0,012 m	0,004 m	0,004 m
2DRMS <sup>6</sup> (m)	0,024 m	0,112 m	0,116 m

**Tabela V** – Exatidão do sistema de posicionamento no dia 18 de julho de 2023 com REF RTK Lajes (© IH BH 09/10).

Parâmetro	1D Vertical	2D Horizontal	3D
N.º de comparações	1 407		
Média (m)	-0,002 m	0,027 m	0,029 m
Desvio padrão (m)	0,009 m	0,003 m	0,003 m
2DRMS (m)	0,018 m	0,054 m	0,058 m

#### 5.4.3. Balanço da incerteza das medições

O balanço das incertezas horizontal (THU<sup>7</sup>) e vertical (TVU<sup>8</sup>), 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.11.4.21, 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 pelo algoritmo de modelação batimétrica *Combined Uncertainty and Bathymetric Estimator* (CUBE)<sup>9</sup>, implementado no software CARIS HIPS v.11.4.21, com resolução variável, gerado apenas com as sondas reduzidas das FPS. Neste âmbito, foram comparadas 13 687 161 sondas, encontrando-se 97,51 % na tolerância definida para levantamentos de ordem 1a.

<sup>6</sup> Sigla em inglês: *Distance Root Mean Square*. Considerando uma distribuição simétrica dos erros em X, Y, e Z, 2DRMS corresponde a um nível de confiança de 95%.

<sup>7</sup> Sigla em inglês: *Total Horizontal Uncertainty*.

<sup>8</sup> Sigla em inglês: *Total Vertical Uncertainty*.

<sup>9</sup> O algoritmo CUBE faz uso da elevação e da incerteza total propagada para cada profundidade considerada, a fim de calcular uma ou várias hipóteses na área de interesse. As hipóteses resultantes são usadas para estimar estatisticamente a profundidade mais representativa em cada posição nodal (conforme publicação S-44 – Especificações da Organização Hidrográfica Internacional para Levantamentos Hidrográficos, edição 6.1, outubro de 2022).

#### 5.4.5. 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, através dos registos de altura de maré do marégrafo;
- 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.

#### 5.4.6. Validação dos modelos batimétricos

A modelação batimétrica baseou-se no algoritmo CUBE implementado no software CARIS HIPS v.11.4.21, tendo sido efetuada uma análise das camadas de informação associadas aos modelos batimétricos (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 semi-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-2.

#### 5.4.7. Produtos finais do Levantamento Hidrográfico

O produto final do LH com SMF foi um modelo batimétrico de cobertura completa (MBCC)<sup>10</sup>, criado pelo algoritmo CUBE, em formato *Caris Spatial Archive* (CSAR), próprio do software CARIS HIPS v.11.4.21, com resolução variável, que inclui 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 %.

## 6. Elementos de navegação

### 6.1. Objetos, obstruções e estruturas relevantes

Existem diversos afloramentos rochosos que não foram totalmente sondados por motivos de segurança ou por se encontrarem no limite da área de sondagem, não tendo sido possível garantir a deteção da sonda mínima.

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

**Tabela VI** – Objetos, obstruções e estruturas relevantes na ilha das Flores.

Profundidade (m)	X (m)	Y (m)	Latitude (°)	Longitude (°)	Descrição
4,480	649 684,94	4 373 000,44	39,4935984	-31,2592640	Afloramento rochoso
4,320	649 400,97	4 370809,64	39,4739164	-31,2630560	Afloramento rochoso
2,421	651 160,38	4 375 933,75	39,5197586	-31,2414473	Afloramento rochoso

As sondas designadas descritas na tabela VI encontram-se representadas no apêndice H.

## 7. Outros elementos

### 7.1. Comparação com a cartografia em vigor

A comparação efetuada entre as isóbatas e as sondas mínimas do MB e as representadas nas CEN PT446401, evidenciou que, embora tenham sido detetadas diferenças com impacto na representação cartográfica, apenas as situações onde a isóbata dos 10 m não está representada na CEN poderá ter impacto na segurança da navegação esperada no local.

Os resultados obtidos encontram-se detalhados no apêndice F.

---

<sup>10</sup> O modelo batimétrico de cobertura completa é otimizado para garantir a cobertura total do fundo e aglutinar *holidays* isolados (adaptado da NT.HI.01).

## 8. Produtos finais para arquivo

Foi gerado um MB de resolução variável (VRS<sup>11</sup>), de acordo com o método descrito no apêndice D-2, nos seguintes formatos:

- Ficheiros de texto, em formato *American Standard Code for Information Interchange* (ASCII), com as coordenadas (geográficas e retangulares), profundidades e incerteza;
- Ficheiro de superfície, em formato CSAR.

Foram também elaborados:

- Ficheiro de Metadados, em formato *Extensible Markup Language* (XML);
- Perfis de VPS, em formato *ASCII Sound Velocity Profile* (ASVP);
- Base de dados de perfis SVP, em formato SQLite;
- Nuvem de pontos em formato CSAR (*point cloud*).

## 9. Dados estatísticos

### 9.1. Trabalhos em terra

– Início dos trabalhos de campo.....	2023-07-11
– Fim dos trabalhos de campo .....	2023-07-18
– Dias de trabalho no campo .....	6
– Dias de trabalho no gabinete.....	25
– Estações de referência instaladas.....	1
– Pontos reconhecidos.....	1
– Dias ocupados nos trabalhos de apoio.....	1

### 9.2. Trabalhos no mar

– Dias de sondagem efetiva .....	5
– Tempo efetivo de sondagem (horas:minutos) .....	31:46
– Tempo total de sondagem (horas:minutos) .....	39:26
– Tempo total de navegação (horas:minutos) .....	44:56
– Tempo médio diário de sondagem (horas:minutos) .....	07:53
– Distância percorrida em fiada (km) .....	374,89
– Velocidade média de sondagem (m/s) .....	3,28
– Área sondada (km <sup>2</sup> ) .....	17,36

---

<sup>11</sup> Sigla em inglês: *Variable Resolution Surface*.

### 9.3. Espaço em disco

– Projeto (GB).....	494
– Produtos finais (GB) .....	18,0

## 10. Diversos

### 10.1. Apoios

Na execução deste LH salienta-se a colaboração logística prestada pela Capitania do Porto de Santa Cruz das Flores e do navio hidrográfico NRP *Dom Carlos I.*

## 11. Considerações finais

Consideram-se alcançados os objetivos do LH e cumpridas as especificações determinadas na OE 16/DT/23 e definidas nas IT HI 06/23.

O levantamento foi efetuado em segurança e teve como resultado a cobertura de uma assinalável extensão da plataforma insular da ilha das Flores com dados batimétricos de elevada resolução.

O Hidrógrafo do LH,

O Chefe da Brigada Hidrográfica,

José Pedro Murta Cunha  
Primeiro-tenente  
(original assinado digitalmente)

João Duarte Ventura da Cruz  
Capitão-tenente  
(original assinado digitalmente)

Visto,  
O Chefe da Divisão de Hidrografia,

Visto,  
O Diretor Técnico,

Carlos Rúbrio Videira Marques  
Capitão-de-fragata  
Engenheiro Hidrógrafo  
(original assinado digitalmente)

João Paulo Delgado Vicente  
Capitão-de-mar-e-guerra  
(original assinado digitalmente)

## REFERÊNCIAS

- Direção Geral do Território (DGT), 2023. *Sistemas de Referência*. [Online] Disponível em: <https://www.dgterritorio.gov.pt/geodesia/sistemas-referencia> [Consultado em 10 de julho de 2023].
- IH, 2010. Publicação Náutica (PN) 07, *Roteiro da Costa de Portugal – Arquipélago dos Açores*, Volume I – Grupos Oriental e Ocidental, 3.<sup>a</sup> Edição. Lisboa: IH.
- IH, 2002. CN 46401, *Arquipélago dos Açores (Ilha das Flores e Ilha do Corvo)*, 1.<sup>a</sup> Edição. Lisboa: IH.
- IH, 2018. REL TF HI 11/18, *Levantamento Topo-hidrográfico na Ilha das Flores*. Lisboa: IH.
- IH, 2020. PN 35, *Ajudas à Navegação – Lista de Luzes*, Volume I – Portugal, 12.<sup>a</sup> Edição. Lisboa: IH.
- IH, 2022. PN 40, *Tabela de Marés – 2023*, Volume I – Portugal. Lisboa: IH.
- IH, 2023. Base de Dados de PA e MN. Lisboa: IH.
- Kongsberg Maritime<sup>12</sup> (KM), 2017. *EM 2040C Datasheet*. Noruega: KM.
- KM, 2018. *MRU 5 Datasheet*. Noruega: KM.
- KM, 2018. *Seapath 380 Datasheet*. Noruega: KM.
- Google Earth, 2023. *Açores – Grupo Ocidental*. [Online] Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-PT/earth> [Consultado em 11 de julho de 2023].
- OHI, 2022. Publicação Especial n.º 44 (S-44), *Especificações da OHI para Levantamentos Hidrográficos*, edição 6.1. [Online] Disponível em: [https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-44/S-44\\_Edition\\_6.1.0.pdf](https://iho.int/uploads/user/pubs/standards/s-44/S-44_Edition_6.1.0.pdf) [Consultado em 4 de agosto de 2023].
- Trimble, 2018. *Trimble R9s GNSS Receiver Datasheet*. EUA: Trimble.

---

<sup>12</sup> Kongsberg Maritime: <http://www.km.kongsberg.com>.





## APÊNDICES

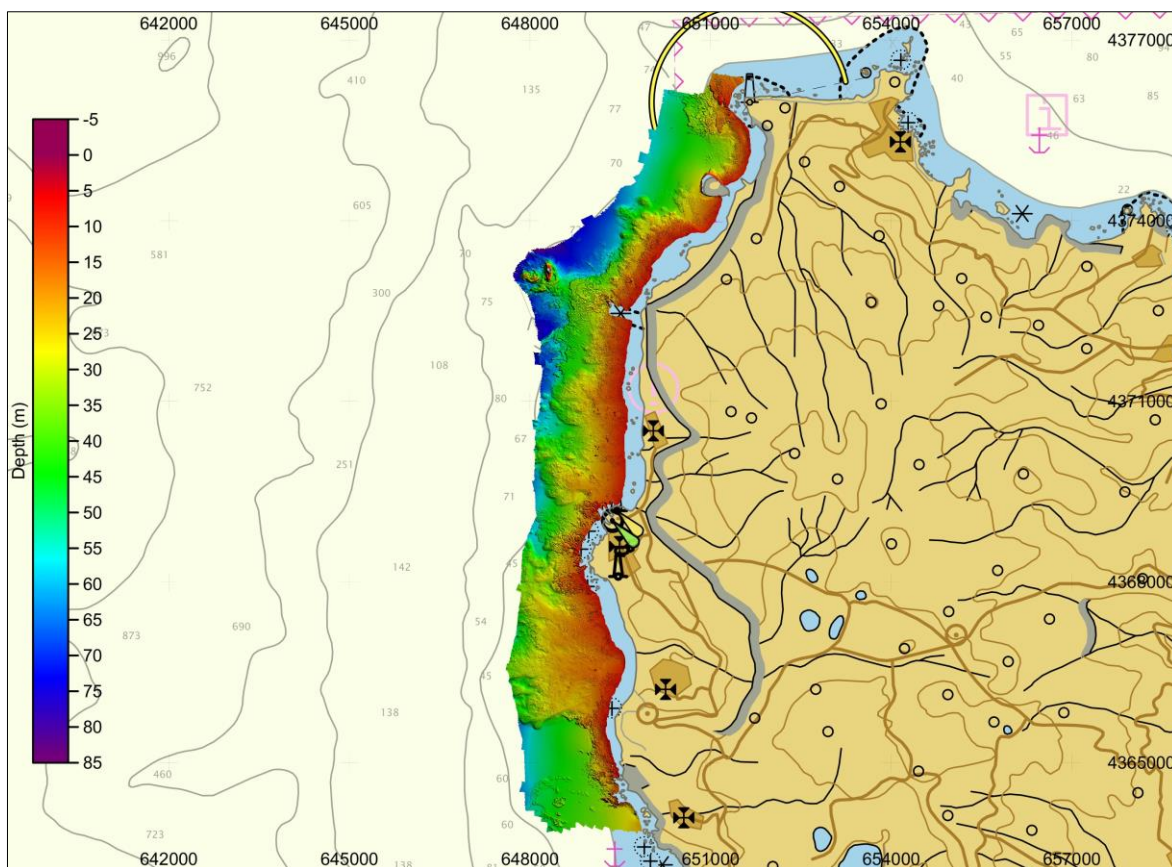


**APÊNDICE B**  
**ESQUEMA DA ÁREA SONDADA**



## 1. Área sondada

A área sondada neste levantamento encontra-se ilustrada na figura B-1 (escala de profundidades em metros).



**Figura B-1** – Esquema da área sondada na ilha das Flores.



## **APÊNDICE C**

### **RELAÇÃO DE COORDENADAS DOS PONTOS DE APOIO**







# **RELAÇÃO DE COORDENADAS**

O Hidrógrafo do Levantamento,

**Pontos de apoio e hidrográficos** ☒ **Ajudas à navegação** ☐ **Outros** ☐

**Local:** Ilha das Flores

**Relatório:** REL TF HI 06/23 VOL. 4

FPC	Designação	PTRA08-UTM25N/ITRF93				Altitude Elipsoidal (m)	Altitude Ortométrica NMA (m)	Altitude Ortométrica GeodAz2014 (m)	Observações
		Latitude	Longitude	X (m)	Y (m)				
1	⊙ IH BH 09/10	39° 22' 42,49627" N	031° 10' 07,12489" W	657 737,180	4 360 376,960	59,529	2,969 <sup>2</sup>		- MN
	⊙ REF RTK Lajes	39° 22' 32,12030" N	031° 10' 36,84616" W	657 032,501	4 360 042,671	143,167	NO		- PA2D

<sup>1</sup> REL TF HI 11/18.

<sup>2</sup> Altitude ortométrica obtida por nivelamento geométrico, conforme esquema de nivelamento realizado em junho de 2010.



**APÊNDICE H**  
**OBJETOS, OBSTRUÇÕES, ESTRUTURAS RELEVANTES**  
**E PROFUNDIDADES MÍNIMAS**



1. Objetos, obstruções e estruturas relevantes

Existem diversos afloramentos rochosos que não foram totalmente sondados por motivos de segurança ou por se encontrarem no limite da área de sondagem, não tendo sido possível garantir a detecção da sonda mínima.

No LH da ilha das Flores destacam-se as sondas designadas descritas na tabela H-I e ilustradas nas figuras H-1 a H-4.

Tabela H-I – Objetos, obstruções e estruturas relevantes na ilha das Flores.

ID	Profundidade (m)	X (m)	Y (m)	Latitude (°)	Longitude (°)	Descrição
A	4,480	649684,94	4373000,44	39,4935983	-31,259264	Afloramento rochoso
B	4,320	649400,97	4370809,64	39,4739164	-31,263056	Afloramento rochoso
C	2,421	651160,38	4375933,75	39,5197586	-31,241447	Afloramento rochoso

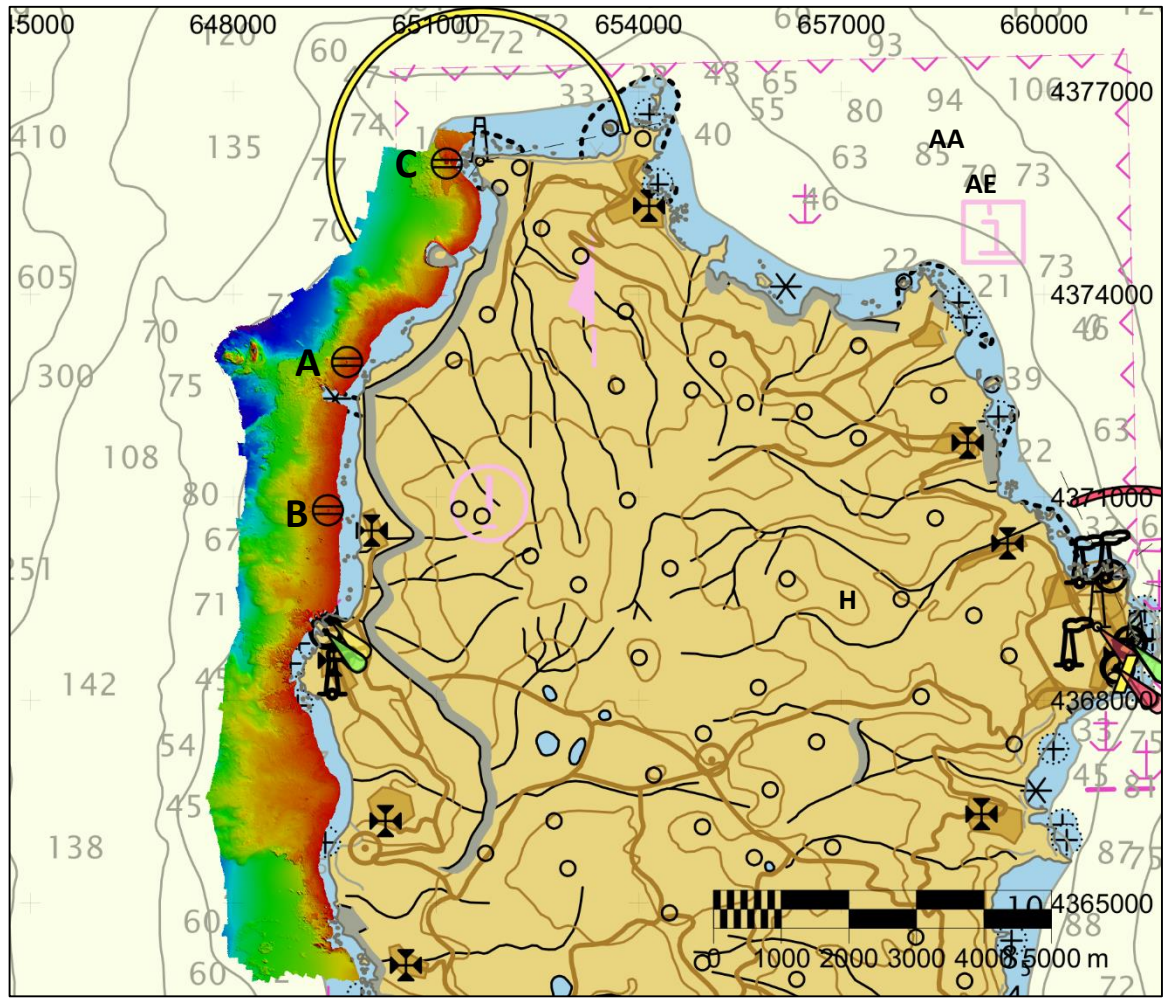
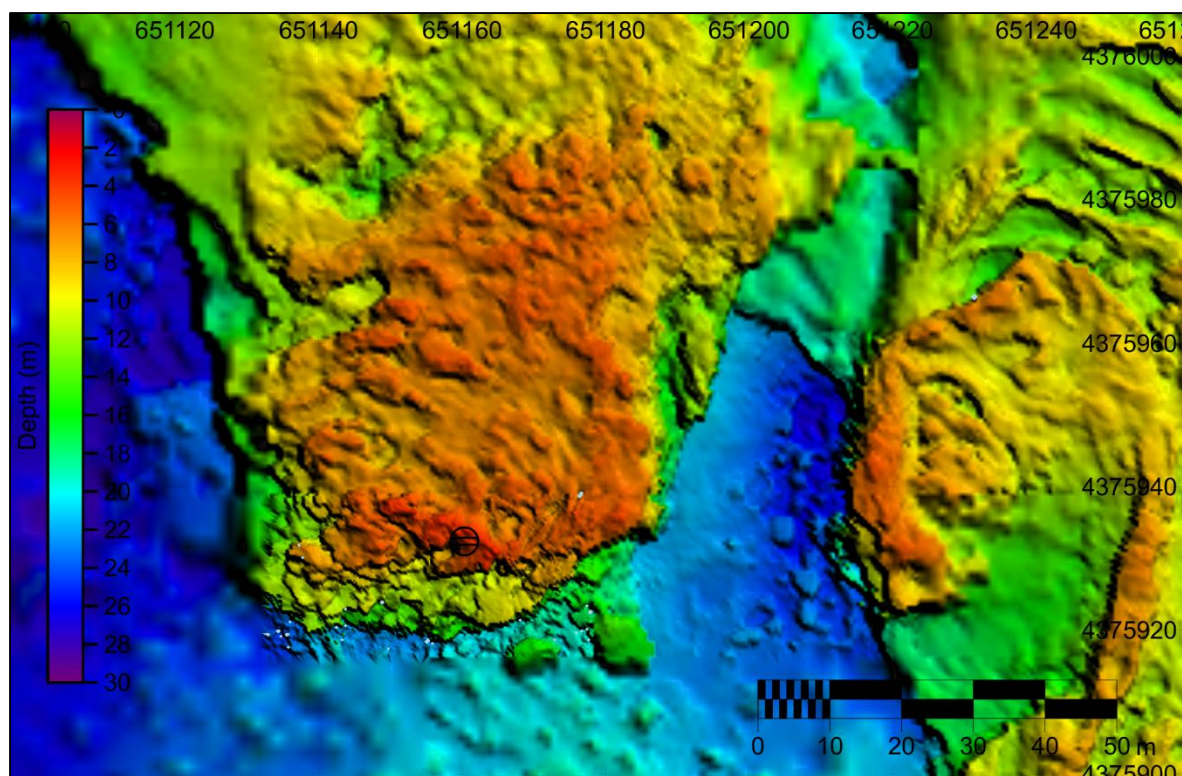
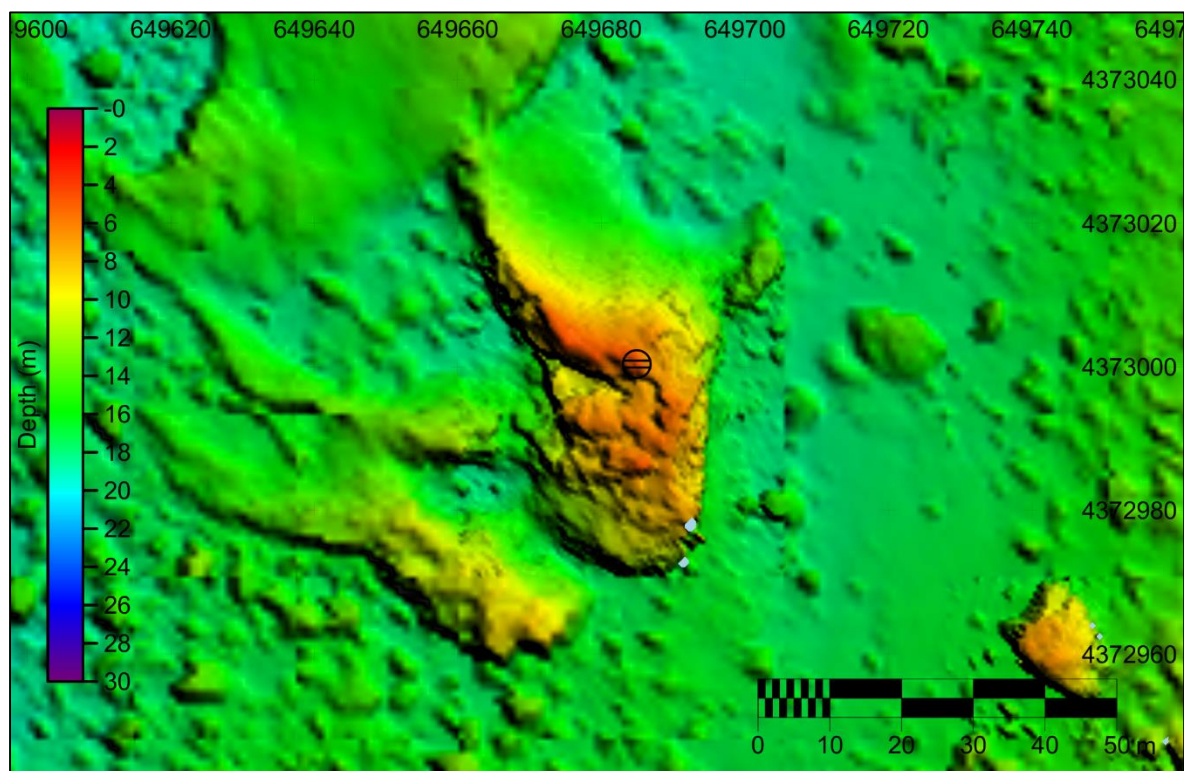


Figura H-1– Objetos, obstruções e estruturas relevantes na ilha das Flores.





**Figura H-2**– Detalhe da estrutura rochosa “C” a leste da ilha das Flores.



**Figura H-3**– Detalhe da estrutura rochosa “A” a leste da ilha das Flores.

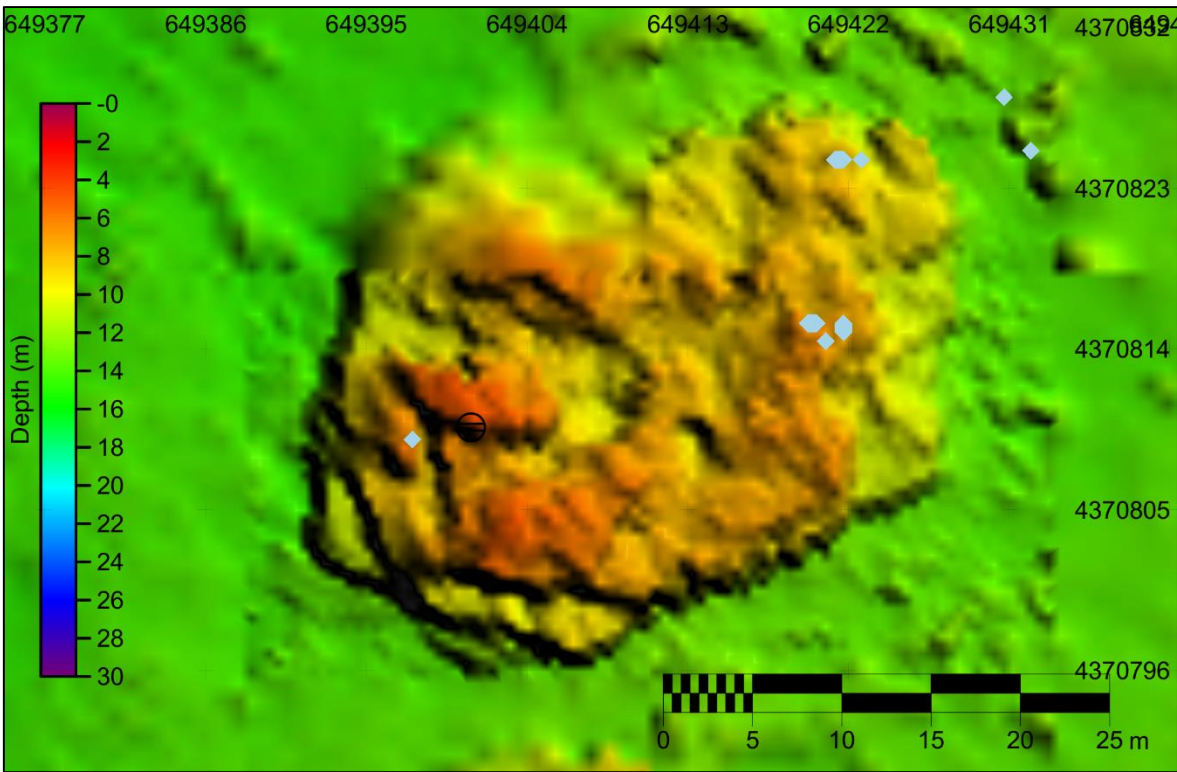


Figura H-4– Detalhe da estrutura rochosa “B” a leste da ilha das Flores.

