

BRIGADA HIDROGRÁFICA  
ELEMENTO HI41LH01  
RELATÓRIO TÉCNICO FINAL  
REL TF HI 06/23 – VOLUME 3 DE 5  
**LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO NO  
ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES – ILHAS DO  
FAIAL E DO PICO**  
2023-06-14 A 2023-07-04

2024-02-05



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>Segundo-tenente Faria Pinheiro</b> <b>Capitão-tenente Ventura da Cruz</b>		AUTOR INSTITUCIONAL <b>Instituto Hidrográfico</b> <b>Brigada Hidrográfica</b>
TÍTULO DO RELATÓRIO <b>Levantamento hidrográfico no arquipélago dos Açores – ilhas do Faial e do Pico</b>		
TIPO DE RELATÓRIO <b>Técnico Final</b>	DESIGNAÇÃO DO RELATÓRIO <b>REL TF HI 06/23</b> <b>VOLUME 3 DE 5</b>	ELEMENTO E ANO <b>HI41LH01</b> <b>2023</b>
PERÍODO DE EXECUÇÃO <b>2023-06-14 a 2023-07-04</b>	DATA DO RELATÓRIO <b>2024-02-05</b>	N.º DE FOLHAS <b>130</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 nas ilhas do Faial e do Pico 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> <p>Adicionalmente, foi realizada a coordenação de ajudas à navegação.</p>		
EDITOR <b>INSTITUTO HIDROGRÁFICO</b> <b>Rua das Trinas 49, 1249-093 Lisboa</b> <b>Tel. 210 943 000 / Fax 210 943 299</b> <b>geral@hidrografico.pt</b>		DESCRITORES <b>Arquipélago dos Açores</b> <b>Ilha do Faial</b> <b>Ilha do Pico</b> <b>Levantamentos costeiros</b>
DATA DE EDIÇÃO <b>fevereiro 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.....	3
4.1. Estações de referência.....	3
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 .....	4
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 .....	6
5.4.3. Balanço da incerteza das medições.....	7
5.4.4. Avaliação da incerteza das medições .....	7
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 .....	9
6.1. Objetos, obstruções e estruturas relevantes .....	9
6.2. Ajudas à navegação .....	10
6.2.1. Ajudas à navegação flutuantes.....	10
7. Outros elementos .....	10
7.1. Comparação com a cartografia em vigor.....	10
7.2. Toponímia.....	10
8. Produtos finais para arquivo .....	10
9. Dados estatísticos .....	11
9.1. Trabalhos em terra.....	11
9.2. Trabalhos no mar.....	11
9.3. Espaço em disco.....	11
10. Diversos .....	11
10.1. Apoios.....	11
10.2. Ocorrências .....	11
10.3. Limitações.....	12
11. Considerações finais .....	12
REFERÊNCIAS.....	13

## **TABELAS**

<b>Tabela I</b> – Coordenação da estação de referência.....	3
<b>Tabela II</b> – Localização do marégrafo. ....	4
<b>Tabela III</b> – Parâmetros estatísticos da comparação entre alturas de maré. ....	4
<b>Tabela IV</b> – Exatidão do sistema de posicionamento no dia 16 de junho de 2023 com REF RTK Horta23 (© IH BH 13/22). ....	6
<b>Tabela V</b> – Exatidão do sistema de posicionamento no dia 16 de junho de 2023 com REPRAA TOPO (© IH BH 13/22). ....	6
<b>Tabela VI</b> – Exatidão do sistema de posicionamento no dia 06 de julho de 2023 com REF RTK Horta23 (© IH BH 13/22). ....	6
<b>Tabela VII</b> – Objetos, obstruções e estruturas relevantes na ilha do Pico. ....	9
<b>Tabela VIII</b> – Objetos, obstruções e estruturas relevantes na ilha do Faial. ....	9

## **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	Parâmetros de Processamento dos Dados Hidrográficos (apenas no exemplar n.º 2)
Apêndice D-3	Modelação Batimétrica (apenas no exemplar n.º 2)
Apêndice E	Ficha de Instalação de Marégrafo (apenas no exemplar n.º 2)
Apêndice F	Relação de Coordenadas das Ajudas à Navegação Flutuantes
Apêndice G	Comparação com a Cartografia em Vigor (apenas no exemplar n.º 2)
Apêndice H	Velocidade de Propagação do Som (apenas no exemplar n.º 2)
Apêndice I	Objetos, obstruções, estruturas relevantes e profundidades mínimas
Apêndice J	Ocorrências e limitações (apenas no exemplar n.º 2)

## **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
AZGR	Estação REPRAA da Graciosa
AZPT	Estação REPRAA do Pico
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
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
HORT	Estação REPRAA da Horta
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
PDEL	Estação ReNEP de Ponta Delgada
PIED	Estação REPRAA da Piedade
PN	Publicação Náutica
QEMD	Estação REPRAA da Queimada
RADAR	Radio Detection And Ranging
REF	Estação de Referência
REL TF	Relatório Técnico Final
ReNEP	Rede Nacional de Estações Permanentes
REPRAA	Rede de Estações Permanentes da Região Autónoma dos Açores
RP	Reference Point
RTK	Real-Time Kinematic
SIS	Seafloor Information System
SMF	Sondador Multifeixe
SVP	Sound Velocity Profiler
TBC	Trimble Business Center
TERC	Estação REPRAA da Terceira
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 3 DE 5  
**LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO NO ARQUIPÉLAGO DOS AÇORES – ILHAS DO  
FAIAL E DO PICO**  
2023-06-14 A 2023-07-04

## **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 14 de junho a 4 de julho de 2023, um levantamento hidrográfico (LH) no arquipélago dos Açores, nas ilhas do Faial e do Pico.

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 do Faial (porto da Horta).

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 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**

As áreas do levantamento encontram-se representadas nas cartas náuticas (CN):

- 46201 – Canal de São Jorge (ilhas de São Jorge e Pico), 2ª edição, novembro de 2012;
- 46403 – Ilha do Faial e Canal do Faial, 2ª edição, novembro de 2016.

As áreas do levantamento encontram-se representadas nas cartas eletrónicas de navegação (CEN):

- PT548504 – Ilha do Faial – Porto da Horta;
- PT446201 – Canal de São Jorge (ilhas de São Jorge e Pico);

- PT446403 – Arquipélago dos Açores – Ilha do Faial e Canal do Faial.

## **2.2. Resumo histórico**

Os últimos levantamentos realizados nesta área decorreram:

- Entre 6 de junho e 19 de agosto de 2022, conforme relatório técnico final (REL TF) HI 14/22;
- Entre 26 de julho e 2 de setembro de 2021, conforme REL TF HI 11/21;
- Entre 22 de junho e 10 de agosto de 2020, conforme REL TF HI 03/20.

## **2.3. Reconhecimento**

O reconhecimento terrestre da ilha do Faial foi efetuado nos dias 13 e 14 de junho de 2023, tendo-se identificado as facilidades logísticas disponíveis, os locais passíveis de atracar a embarcação de sondagem e a existência de pontos de apoio (PA) e marcas de nivelamento (MN) de trabalhos anteriores que servissem de apoio ao estabelecimento da rede local para este LH.

## **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 26N.

### **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 de PA foi utilizado como plano de referência o NMA no arquipélago dos Açores.

## 4. Rede local

### 4.1. Estações de referência

No dia 15 de junho foi utilizada como REF a estação Topo, da Rede de Estações Permanentes da Região Autónoma dos Açores (REPRAA), para garantir o posicionamento horizontal da embarcação de sondagem recorrendo a *Differential Global Navigation Satellite System* (DGNSS) *Real-Time Kinematic* (RTK).

Nos restantes dias do LH foi utilizada para garantir o posicionamento horizontal da embarcação de sondagem, a REF DGNSS RTK instalada na varanda do 2º direito no bloco 1 dos apartamentos da antiga Estação Radionaval da Horta. Neste âmbito, foi coordenado o ponto de apoio 2D (PA2D) ☉ REF RTK Horta23 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 de ajustamento de rede com as estações de referência da REPRAA: Graciosa (AZGR) e Ponta Delgada (PDEL).

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 Horta23	1 200	27 000	0,059	0,059	0,306

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 por um sistema sondador multifeixe (SMF) com o seguinte esquema de cobertura:

- 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 MN ☉ DO 09/97, conforme descrito na tabela II.

**Tabela II** – Localização do marégrafo.

Designação	Localização	Período de Observação
⊙ DO 09/97	Cais Comercial do porto da Horta	2023-06-15 a 2023-07-05

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 da Horta, revelou os resultados descritos na tabela III.

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

Parâmetro	Valor
Número de comparações	5 040
Média das diferenças <sup>1</sup>	0,370 m
Desvio padrão	0,056 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 0,668 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*, agregadas à estação da REPRAA Topo, no dia 15 de junho, e, a partir da REF instalada no PA ⊙ REF RTK Horta23 nos restantes dias do LH.

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;

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

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

- 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 H.

#### **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 3,53 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:

---

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

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

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

- 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 13/22 e subsequente comparação entre as coordenadas obtidas pelo sistema de posicionamento da embarcação e as coordenadas conhecidas do referido PA.

Os resultados obtidos, descritos nas tabelas IV a VI, 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 16 de junho de 2023 com REF RTK Horta23 (☉ IH BH 13/22).

Parâmetro	1D Vertical	2D Horizontal	3D
N.º de comparações	598		
Média (m)	-0,005	0,076	0,077
Desvio padrão (m)	0,008	0,004	0,004
2DRMS <sup>6</sup> (m)	0,018	0,154	0,154

**Tabela V** – Exatidão do sistema de posicionamento no dia 16 de junho de 2023 com REPRAA TOPO (☉ IH BH 13/22).

Parâmetro	1D Vertical	2D Horizontal	3D
N.º de comparações	564		
Média (m)	-0,257	0,726	0,773
Desvio padrão (m)	0,032	0,183	0,174
2DRMS (m)	0,518	1,498	1,584

**Tabela VI** – Exatidão do sistema de posicionamento no dia 06 de julho de 2023 com REF RTK Horta23 (☉ IH BH 13/22).

Parâmetro	1D Vertical	2D Horizontal	3D
N.º de comparações	1 225		
Média (m)	-0,003	0,067	0,067
Desvio padrão (m)	0,009	0,005	0,005
2DRMS (m)	0,020	0,134	0,134

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

#### **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:

- Na ilha do Faial 11 844 005 sondas, encontrando-se 98,94 % na tolerância definida para levantamentos de ordem 1a;
- Na ilha do Pico 2 234 481 sondas, encontrando-se 99,55 % na tolerância definida para levantamentos de ordem 1a.

#### **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.

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

#### **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:

---

<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).

- 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-3.

#### **5.4.7. Produtos finais do Levantamento Hidrográfico**

Os produtos finais do LH foram dois modelos batimétricos de cobertura completa (MBCC)<sup>10</sup>, criados pelo algoritmo CUBE, em formato *Caris Spatial Archive* (CSAR), próprio do software CARIS HIPS v.11.4.21, com resolução variável, 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 %.

---

<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).



## 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 nas tabelas VII e VIII.

**Tabela VII** – Objetos, obstruções e estruturas relevantes na ilha do Pico.

Profundidade (m)	X (m)	Y (m)	Latitude (°)	Longitude (°)	Descrição
7,672	365 686,69	4 265 620,51	38,5288559	-28,5409008	Afloramento rochoso
4,170	377 771,76	4 253 620,03	38,4224803	-28,4002026	Afloramento rochoso

**Tabela VIII** – Objetos, obstruções e estruturas relevantes na ilha do Faial.

Profundidade (m)	X (m)	Y (m)	Latitude (°)	Longitude (°)	Descrição
1,367	359 463,26	4 274 415,22	38,6071213	-28,6140448	Afloramento rochoso
1,642	351 722,19	4 278 712,50	38,6445712	-28,7038304	Afloramento rochoso <sup>11</sup>
0,607	346 023,79	4 275 431,54	38,6140456	-28,7685546	Afloramento rochoso
1,202	345 403,43	4 275 245,18	38,6122591	-28,7756356	Afloramento rochoso
1,086	344 076,86	4 275 350,19	38,6129728	-28,7908887	Afloramento rochoso <sup>12</sup>
0,413	343 012,39	4 275 250,63	38,6118883	-28,8030868	Afloramento rochoso <sup>13</sup>
0,573	342 931,50	4 275 243,93	38,6118136	-28,8040140	Afloramento rochoso
2,645	342 298,26	4 275 063,36	38,6100748	-28,8112428	Afloramento rochoso
2,029	342 251,85	4 275 034,45	38,6098062	-28,8117691	Afloramento rochoso
2,173	340 212,97	4 274 243,59	38,6023178	-28,8349934	Afloramento rochoso
4,125	340 192,85	4 274 059,02	38,6006517	-28,8351820	Afloramento rochoso <sup>14</sup>
0,554	340 555,00	4 273 427,98	38,5950328	-28,8308807	Afloramento rochoso <sup>15</sup>
1,834	341 182,85	4 272 451,70	38,5863516	-28,8234521	Afloramento rochoso
1,678	341 570,59	4 272 004,99	38,5823972	-28,8189008	Afloramento rochoso
3,334	342 649,83	4 271 287,94	38,5761302	-28,8063541	Afloramento rochoso <sup>16</sup>
0,409	342 775,19	4 271 177,07	38,5751537	-28,8048907	Afloramento rochoso
2,243	343 115,58	4 271 002,03	38,5736372	-28,8009456	Afloramento rochoso <sup>17</sup>
1,069	344 178,84	4 270 249,11	38,5670424	-28,7885773	Afloramento rochoso

As sondas designadas descritas nas tabelas VII e VIII encontram-se representadas no apêndice I.

<sup>11</sup> A zona envolvente consiste num afloramento rochoso que por motivos de segurança não foi possível completar a cobertura.

<sup>12</sup> Idem.

<sup>13</sup> Idem.

<sup>14</sup> A zona envolvente consiste num afloramento rochoso visível.

<sup>15</sup> A zona envolvente consiste num afloramento rochoso que por motivos de segurança não foi possível completar a cobertura.

<sup>16</sup> Idem.

<sup>17</sup> Idem.

## **6.2. Ajudas à navegação**

### **6.2.1. Ajudas à navegação flutuantes**

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

Verificou-se que a boia FT3 (número 866.3 da Lista de Luzes e Faróis) encontrava-se francamente fora da posição (720,82 m no azimuth 273,85 da posição de projeto), localizando-se a aproximadamente 75 m no azimuth 299 das coordenadas de projeto da boia FT2 (número 866.2 da Lista de Luzes e Faróis), boia que não foi observada no local.

Foi localizada e coordenada uma boia vermelha à entrada do porto da Horta sem identificação nem representação na CN.

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

## **7. Outros elementos**

### **7.1. Comparação com a cartografia em vigor**

A comparação efetuada entre as isóbatas e as sondas mínimas dos MB e as representadas nas CEN PT548504, PT446403 e PT446201, evidenciou que, embora tenham sido detetadas diferenças com impacto na representação cartográfica, apenas as situações onde a isóbata dos 10 m não está representada nas CEN poderá ter impacto na segurança da navegação esperada no local.

Os resultados obtidos encontram-se detalhados no apêndice G.

### **7.2. Toponímia**

A toponímia utilizada na CN encontra-se atualizada.

## **8. Produtos finais para arquivo**

Foram gerados dois MB de resolução variável (VRS<sup>18</sup>), de acordo com o método descrito no apêndice D-3, nos seguintes formatos:

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

---

<sup>18</sup> Sigla em inglês: *Variable Resolution Surface*.

- 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.....	2023-06-14
– Fim dos trabalhos de campo .....	2023-07-04
– Dias de trabalho no campo .....	21
– Dias de trabalho no gabinete.....	60
– Estações de referência instaladas.....	1
– Pontos reconhecidos.....	7
– Dias ocupados nos trabalhos de apoio.....	1
– Dias ocupados na coordenação de AN .....	1

### 9.2. Trabalhos no mar

– Dias de sondagem efetiva .....	12
– Tempo efetivo de sondagem (horas:minutos) .....	53:35
– Tempo total de sondagem (horas:minutos) .....	77:41
– Tempo total de navegação (horas:minutos) .....	100:59
– Tempo médio diário de sondagem (horas:minutos) .....	06:28
– Distância percorrida em fiada (km) .....	680,40
– Velocidade média de sondagem (m/s) .....	3,53
– Área sondada (km <sup>2</sup> ) .....	23,09

### 9.3. Espaço em disco

– Projeto (TB).....	1,07
– Produtos finais (GB).....	71,8

## 10. Diversos

### 10.1. Apoios

Na execução deste LH salienta-se a colaboração logística prestada pela Capitania do Porto da Horta.

### 10.2. Ocorrências

As ocorrências com impactos mais significativos para a execução deste LH encontram-se descritas no apêndice J.

### 10.3. Limitações

As principais limitações à realização deste LH encontram-se descritos no apêndice J.

### 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 das ilhas do Faial e do Pico com dados batimétricos de elevada resolução.

O Hidrógrafo do LH,

O Chefe da Brigada Hidrográfica,

Rui Jorge Faria Pinheiro  
Segundo-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 02 de junho de 2023].
- IH, 2010. Publicação Náutica (PN) 07, *Roteiro da Costa de Portugal – Arquipélago dos Açores*, Volume II – Grupo Central, 3.<sup>a</sup> Edição. Lisboa: IH.
- IH, 2012. CN 46201, *Canal de São Jorge (Ilha de São Jorge e Pico)*, 2.<sup>a</sup> Edição. Lisboa: IH.
- IH, 2016. CN 46403, *Ilha do Faial e Canal do Faial – (Planos dos Portos da Horta e da Madalena)*, 2.<sup>a</sup> Edição. Lisboa: IH.
- IH, 2022. REL TF HI 14/22, *Levantamentos Topo-hidrográficos Portuários no Arquipélago dos Açores*. Lisboa: IH.
- IH, 2021. REL TF HI 11/21, *Levantamento Hidrográfico no Arquipélago dos Açores*. Lisboa: IH.
- IH, 2021. REL TF HI 03/20, *Levantamento Topo-hidrográfico no Arquipélago dos Açores*. 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>19</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 Central*. [Online] Disponível em: <https://www.google.com/intl/pt-PT/earth> [Consultado em 9 de junho 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>19</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 nas figuras B-1 e B-2 (escala de profundidades em metros).

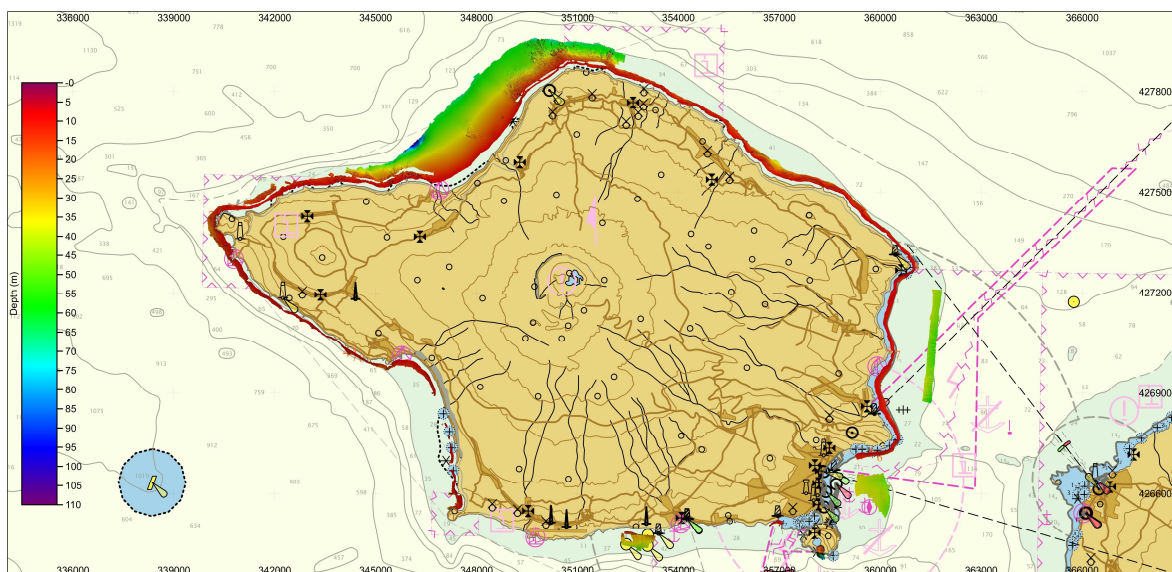


Figura B-1 – Esquema da área sondada na ilha do Faial.

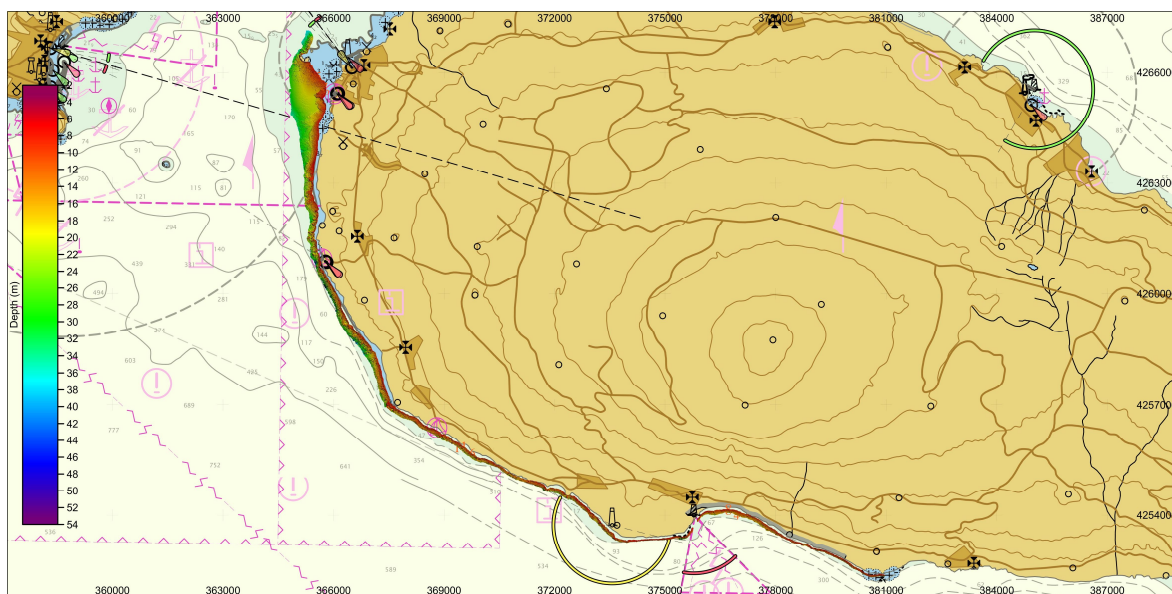


Figura B-2 – Esquema da área sondada no ilha do Pico.



## **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 do Faial

**Relatório:** REL TF HI 06/23 VOL. 3

FPC	Designação	PTR08-UTM26N/ITRF93				Altitude Elipsoidal (m)	Altitude Ortométrica NMA (m)	Altitude Ortométrica GeodAz2014 (m)	Observações
		Latitude	Longitude	X (m)	Y (m)				
<sup>1</sup>	⊙ DO 09/97	38° 32' 01,83800" N	028° 37' 17,20800" W	358 675,220	4 266 294,760	60,690	2,623 <sup>2</sup>	-	MN
<sup>3</sup>	⊙ IH BH 13/22	38° 32' 01,80296" N	028° 37' 17,08760" W	358 678,111	4 266 293,640	64,074	6,105	6,001	PA3D
	⊙ REF RTK Horta23	38° 31' 59,94958" N	028° 37' 55,62316" W	357 744,054	4 266 253,016	118,518	NO	60,453	PA2D

<sup>1</sup> REL FT HI 13B/09.

<sup>2</sup> Altitude ortométrica obtida por nivelamento geométrico, conforme esquema de nivelamento do REL TF HI 10/15, de 30 de junho de 2015.

<sup>3</sup> REL TF HI 14/22.





## **APÊNDICE F**

### **RELAÇÃO DE COORDENADAS DAS AJUDAS À NAVEGAÇÃO FLUTUANTES**





# **RELAÇÃO DE COORDENADAS**

O Hidrógrafo do Levantamento,

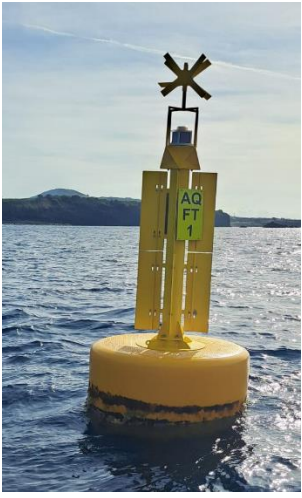



Pontos de apoio e hidrográficos ☐ **Ajudas à navegação** ☒ Outros ☐

**Local:** Ilha do Faial

**Relatório:** REL TF HI 06/23 VOL. 3

Lista de Luzes N.º	Designação	Posição de Projeto (PTRA08-UTM26/ITRF93)		Posição Observada (PTRA08-UTM26/ITRF93)		Diferenças	
		X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)	Distância (m)	Azimute (º)
866.1	Boia FT1	352 432,22	4 264 500,44	352 375,23	4 264 547,38	73,83	309,47
866.3	Boia FT3	353 077,00	4 264 784,63	352 357,81	4 264 833,00	720,82	273,85
866.4	Boia FT4	353 071,24	4 264 470,21	353 019,20	4 264 517,79	70,51	312,44
NA <sup>1</sup>	NA	NA	NA	358 968,92	4 266 204,80	NA	NA

<sup>1</sup> Esta boia não se encontra representada na carta náutica

Imagens das Boias					
					
Boia FT1	Boia FT3	Boia FT4	NA		

**APÊNDICE I**  
**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 do Pico destacam-se as sondas designadas descritas na tabela I-I e ilustradas nas figuras I-1 a I-3.

Tabela I-I – Objetos, obstruções e estruturas relevantes na ilha do Pico.

ID	Profundidade (m)	X (m)	Y (m)	Latitude (°)	Longitude (°)	Descrição
A	7,672	365 686,69	4 265 620,51	38,5288559	-28,5409008	Afloramento rochoso
B	4,170	377 771,76	4 253 620,03	38,4224803	-28,4002026	Afloramento rochoso

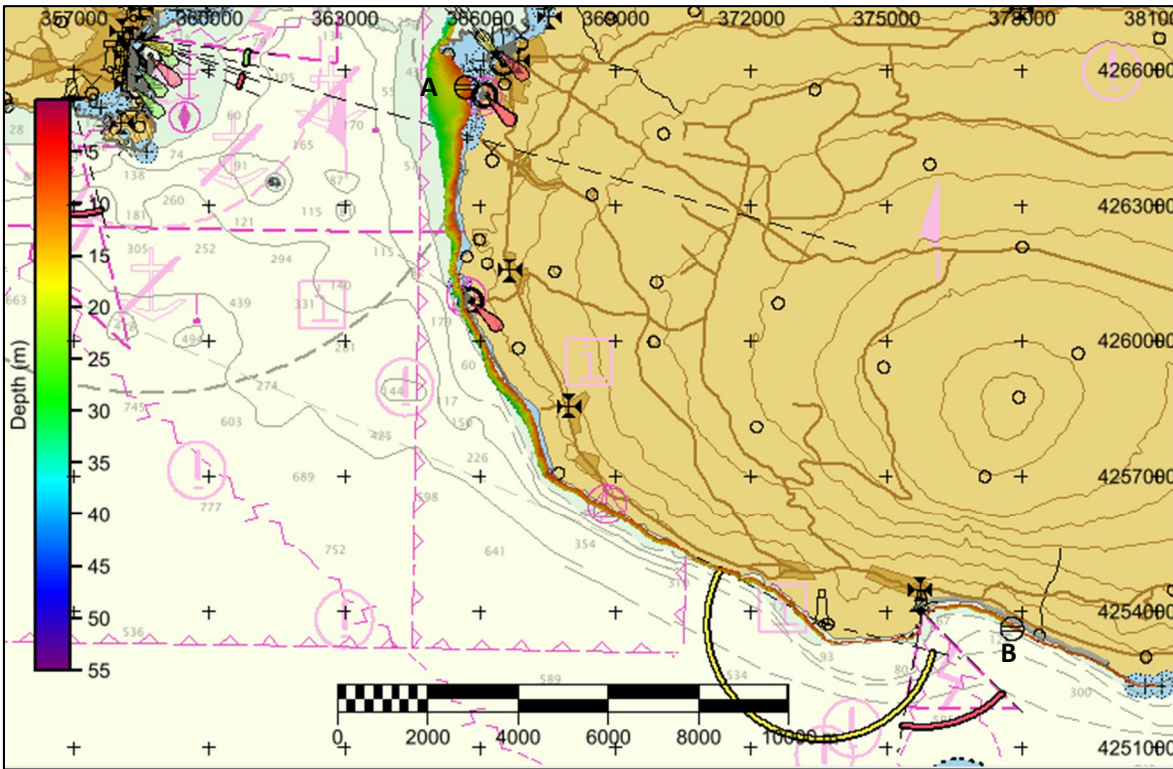
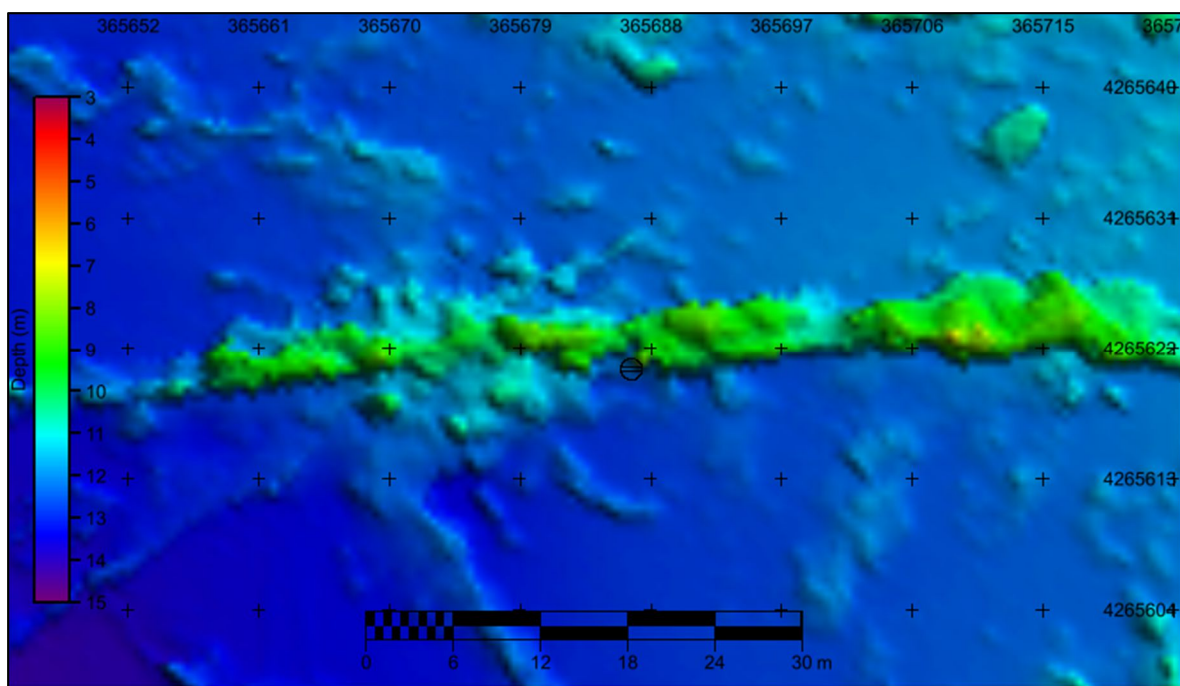
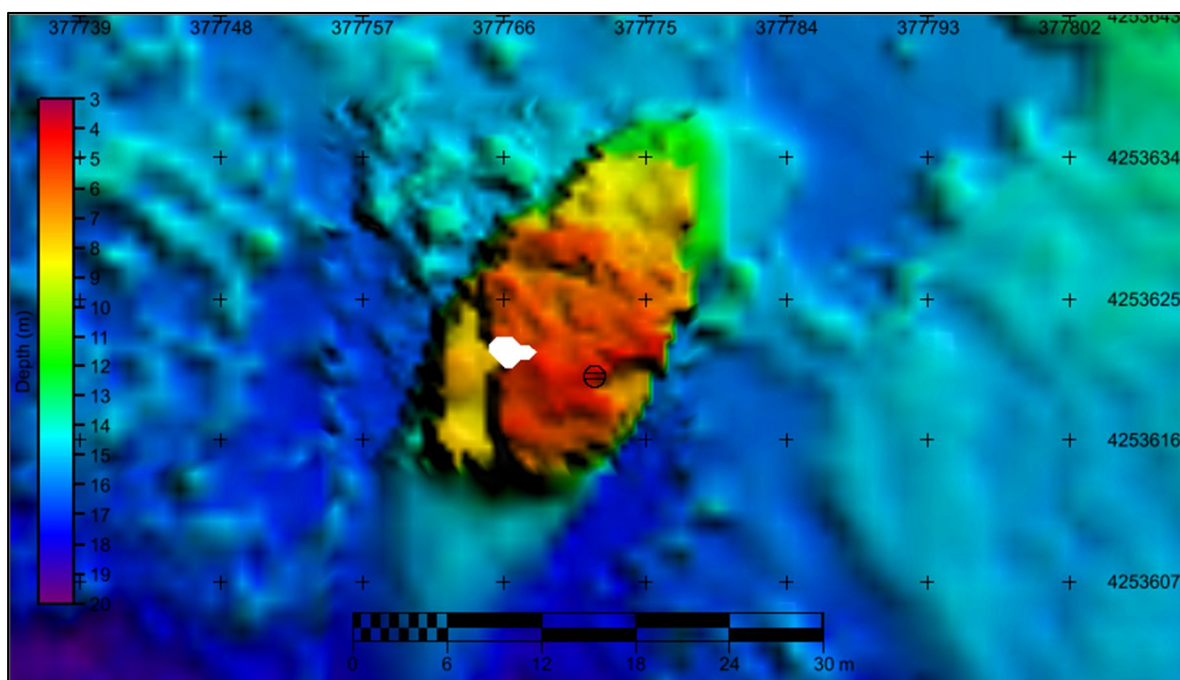


Figura I-1– Objetos, obstruções e estruturas relevantes na ilha do Pico.



**Figura I-2**– Detalhe da estrutura rochosa “A” a sul do porto da Madalena, na ilha do Pico.



**Figura I-3**– Detalhe da estrutura rochosa “B” a sul da ilha do Pico.



No LH da ilha do Faial destacam-se as sondas designadas descritas na tabela I-II e ilustradas nas figuras I-4 a I-24.

**Tabela I-II – Objetos, obstruções e estruturas relevantes na ilha do Faial.**

ID	Profundidade (m)	X (m)	Y (m)	Latitude (°)	Longitude (°)	Descrição
A	1,367	359 463,26	4 274 415,22	38,6071213	-28,6140448	Afloramento rochoso
B	1,642	351 722,19	4 278 712,50	38,6445712	-28,7038304	Afloramento rochoso <sup>1</sup>
C	0,607	346 023,79	4 275 431,54	38,6140456	-28,7685546	Afloramento rochoso
D	1,202	345 403,43	4 275 245,18	38,6122591	-28,7756356	Afloramento rochoso
E	1,086	344 076,86	4 275 350,19	38,6129728	-28,7908887	Afloramento rochoso <sup>2</sup>
F	0,413	343 012,39	4 275 250,63	38,6118883	-28,8030868	Afloramento rochoso <sup>3</sup>
G	0,573	342 931,50	4 275 243,93	38,6118136	-28,8040140	Afloramento rochoso
H	2,645	342 298,26	4 275 063,36	38,6100748	-28,8112428	Afloramento rochoso
I	2,029	342 251,85	4 275 034,45	38,6098062	-28,8117691	Afloramento rochoso
J	2,173	340 212,97	4 274 243,59	38,6023178	-28,8349934	Afloramento rochoso
K	4,125	340 192,85	4 274 059,02	38,6006517	-28,8351820	Afloramento rochoso
L	0,554	340 555,00	4 273 427,98	38,5950328	-28,8308807	Afloramento rochoso <sup>4</sup>
M	1,834	341 182,85	4 272 451,70	38,5863516	-28,8234521	Afloramento rochoso <sup>5</sup>
N	1,678	341 570,59	4 272 004,99	38,5823972	-28,8189008	Afloramento rochoso
O	3,334	342 649,83	4 271 287,94	38,5761302	-28,8063541	Afloramento rochoso
P	0,409	342 775,19	4 271 177,07	38,5751537	-28,8048907	Afloramento rochoso <sup>6</sup>
Q	2,243	343 115,58	4 271 002,03	38,5736372	-28,8009456	Afloramento rochoso
R	1,069	344 178,84	4 270 249,11	38,5670424	-28,7885773	Afloramento rochoso <sup>7</sup>

<sup>1</sup> A zona envolvente consiste num afloramento rochoso que por motivos de segurança não foi possível completar a cobertura.

<sup>2</sup> Idem.

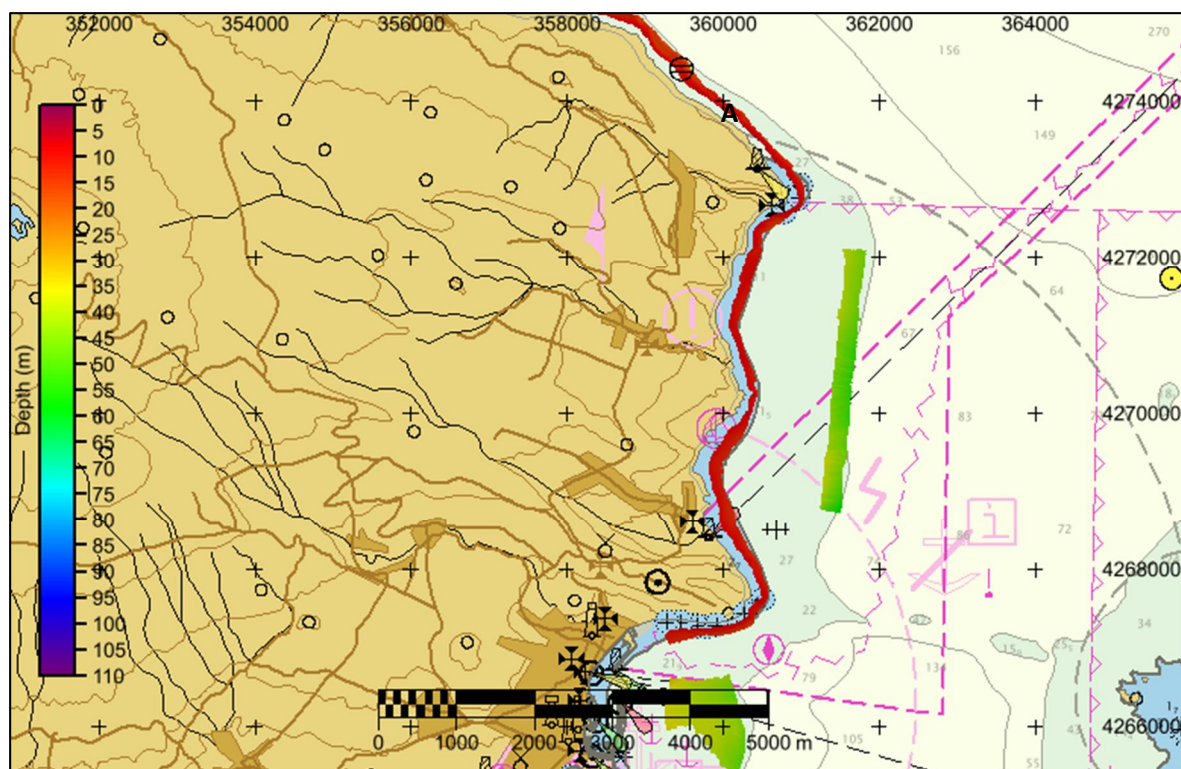
<sup>3</sup> Idem.

<sup>4</sup> A zona envolvente consiste num afloramento rochoso visível.

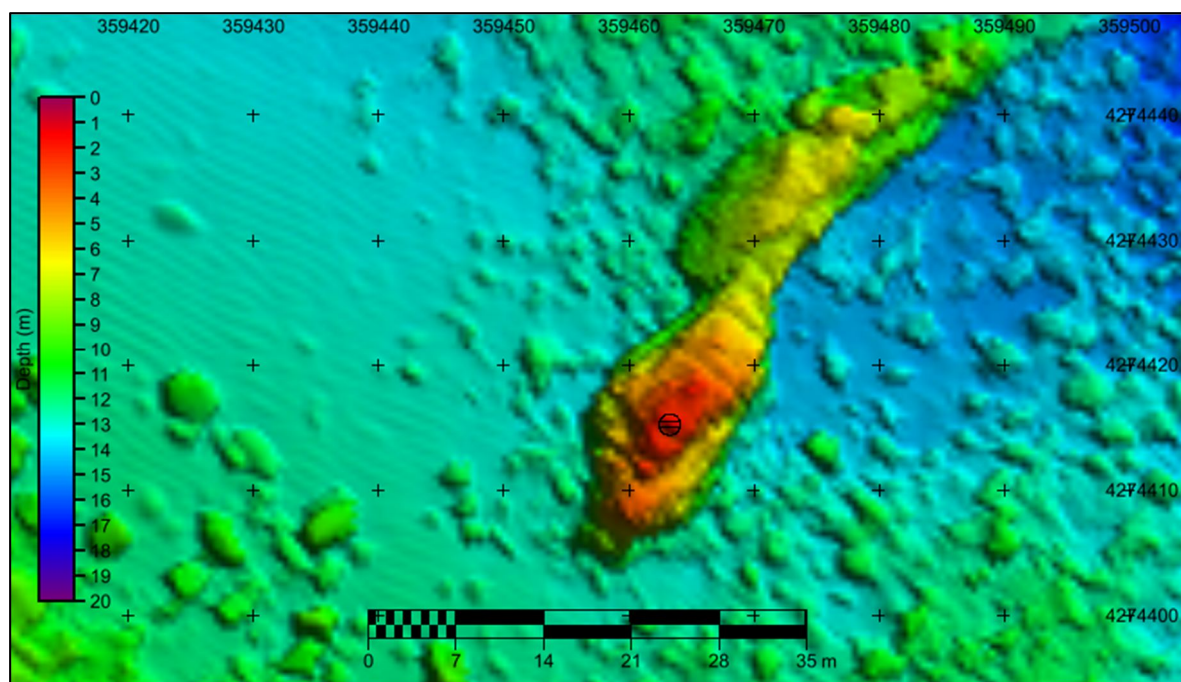
<sup>5</sup> A zona envolvente consiste num afloramento rochoso que por motivos de segurança não foi possível completar a cobertura.

<sup>6</sup> Idem.

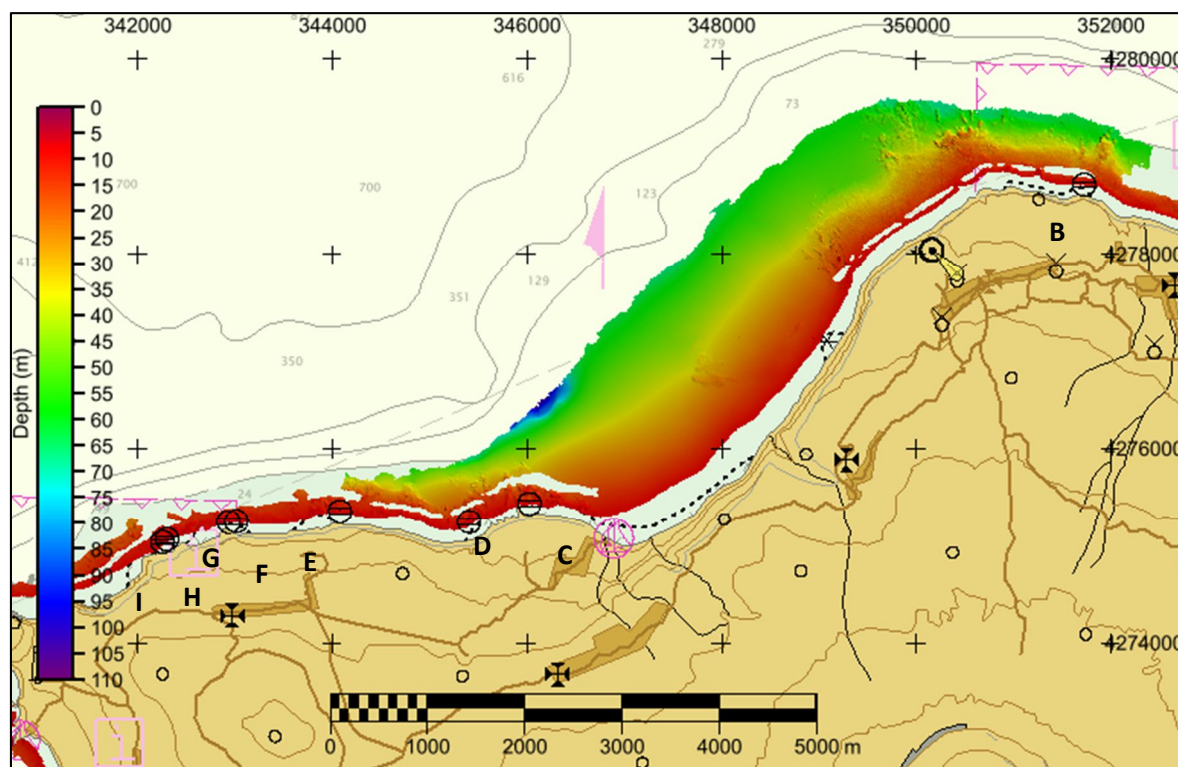
<sup>7</sup> Idem.



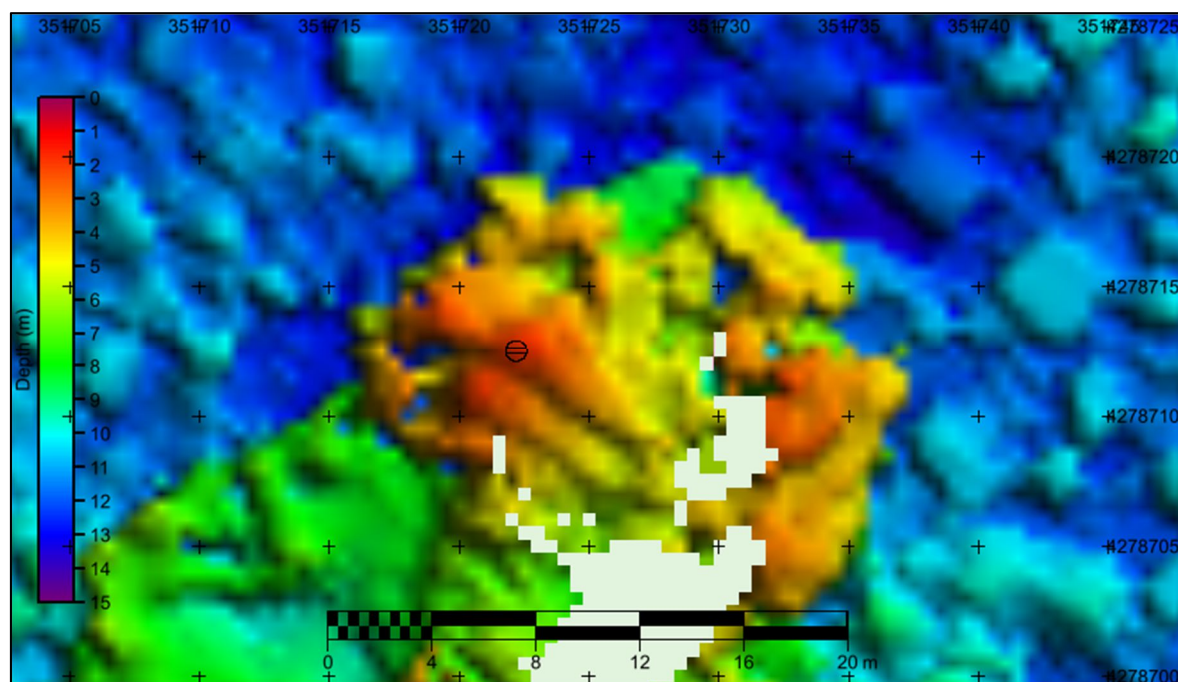
**Figura I-4** – Objetos, obstruções e estruturas relevantes na zona este da ilha do Faial.



**Figura I-5**– Detalhe da estrutura rochosa “A” a este da ilha do Faial.

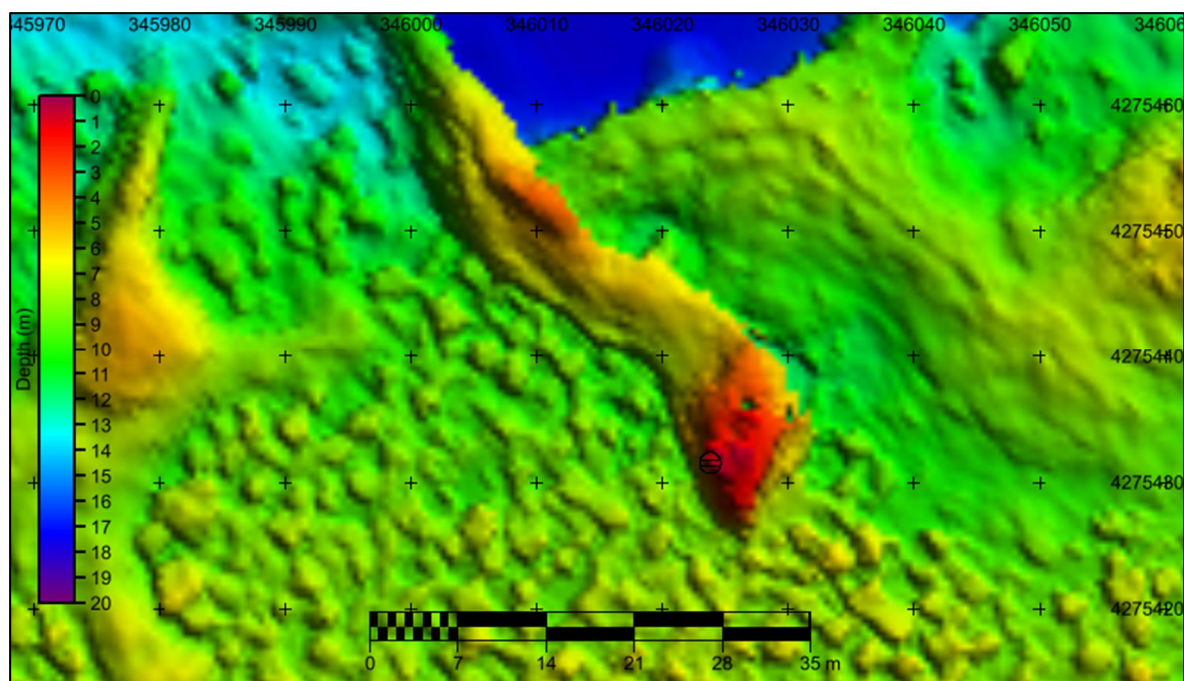


**Figura I-6–** Objetos, obstruções e estruturas relevantes na zona norte da ilha do Faial.

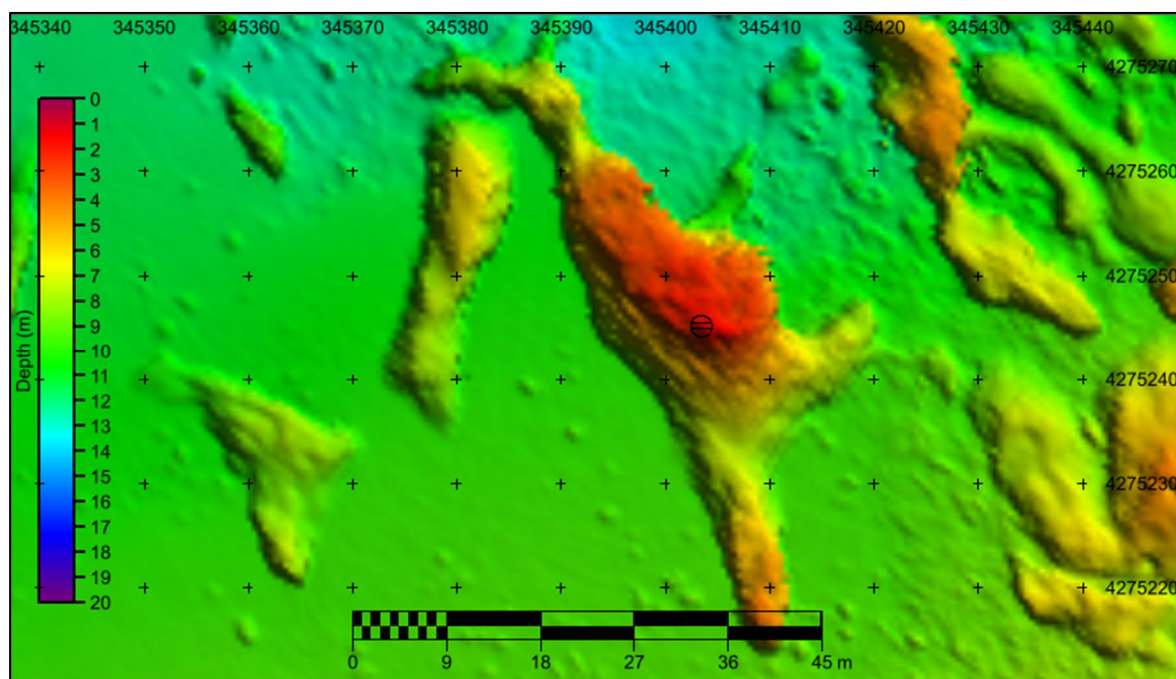


**Figura I-7–** Detalhe da estrutura rochosa "B" a norte da ilha do Faial.





**Figura I-8–** Detalhe da estrutura rochosa “C” a norte da ilha do Faial.



**Figura I-9–** Detalhe da estrutura rochosa “D” a norte da ilha do Faial.

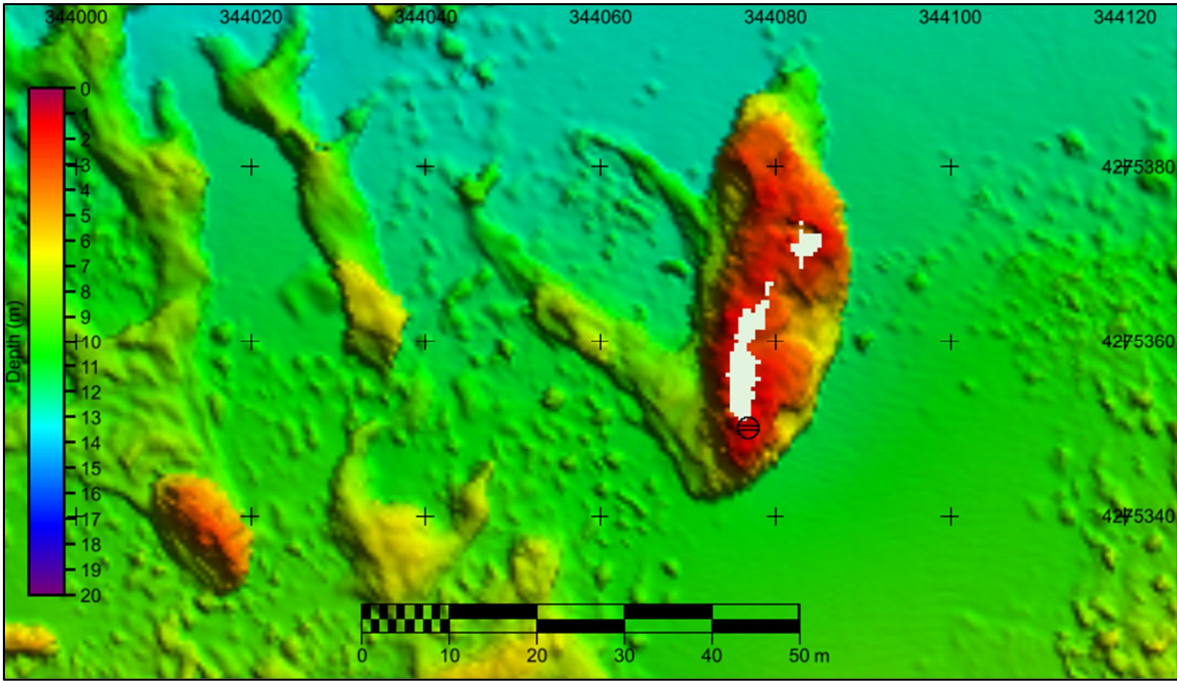


Figura I-10– Detalhe da estrutura rochosa “E” a norte da ilha do Faial.

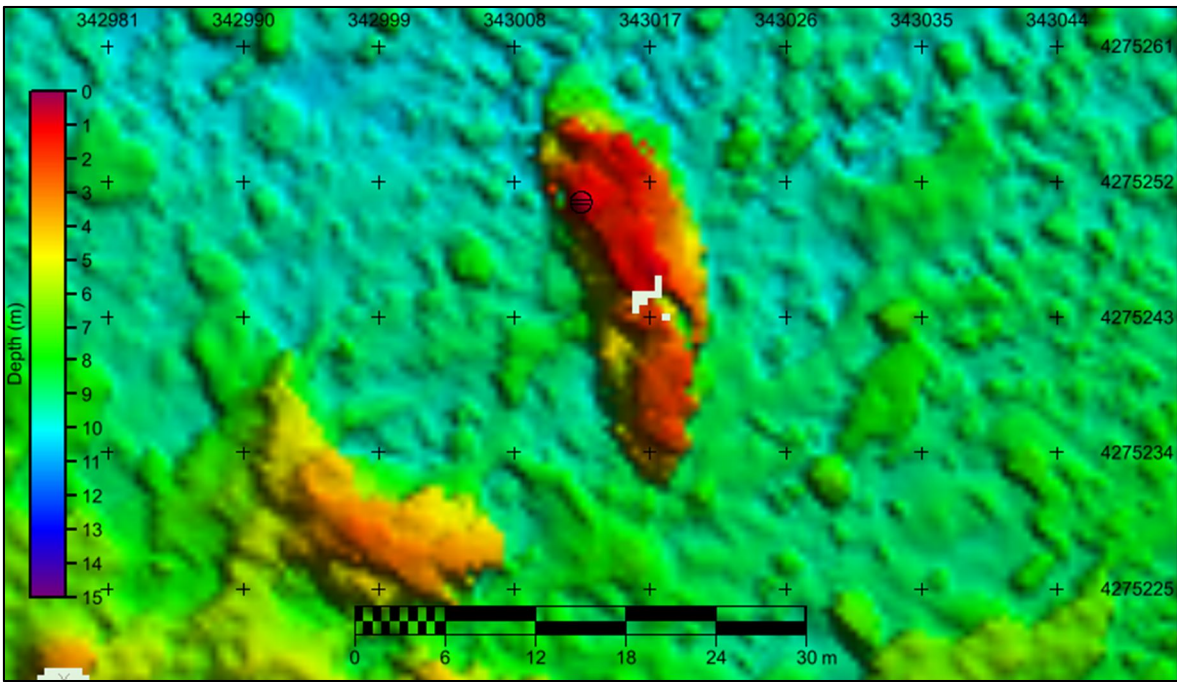
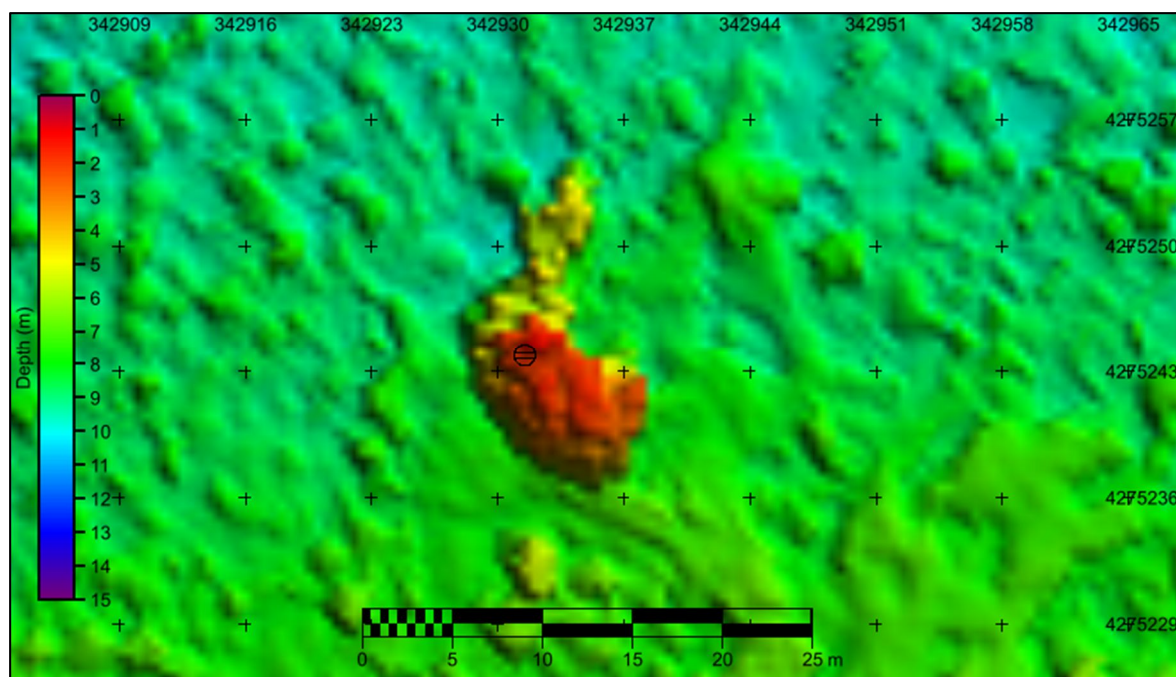
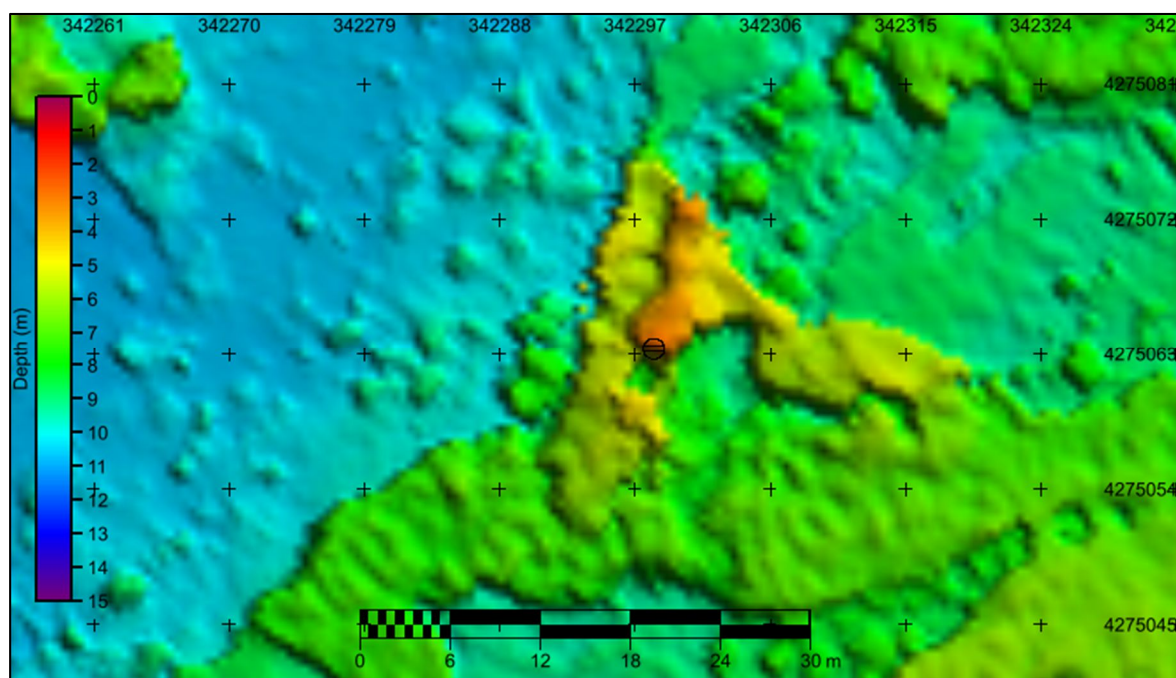


Figura I-11– Detalhe da estrutura rochosa “F” a norte da ilha do Faial.





**Figura I-12**– Detalhe da estrutura rochosa "G" a norte da ilha do Faial.



**Figura I-13**– Detalhe da estrutura rochosa "H" a norte da ilha do Faial.

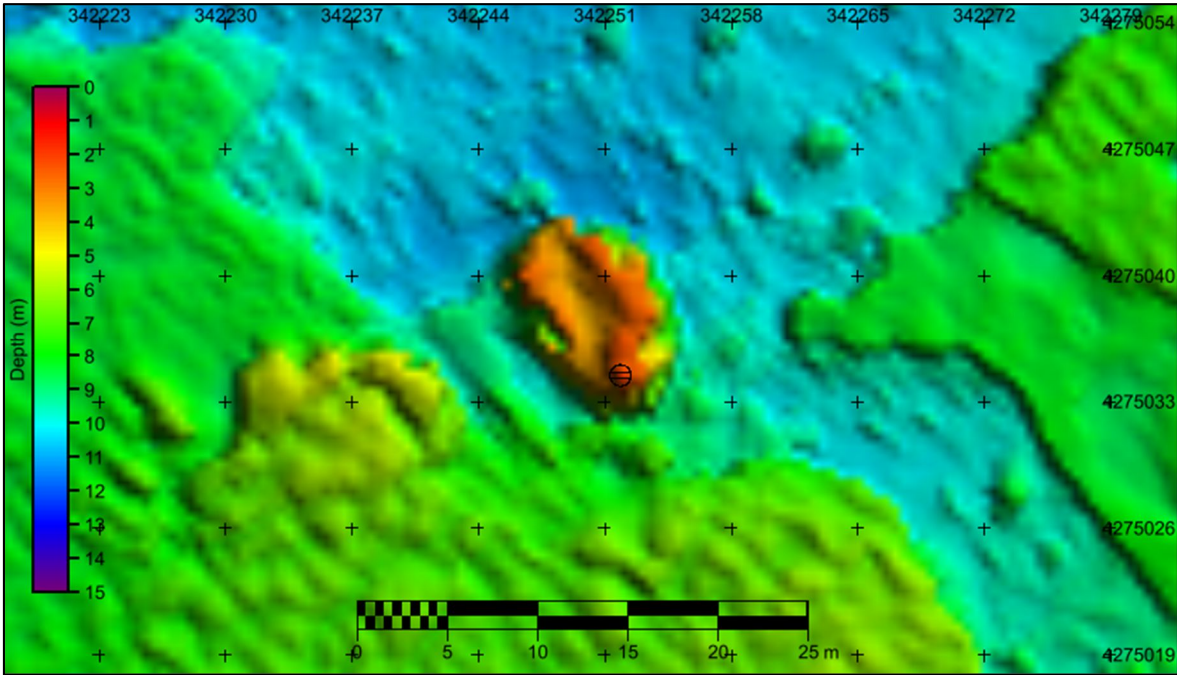


Figura I-14– Detalhe da estrutura rochosa “I” a norte da ilha do Faial.

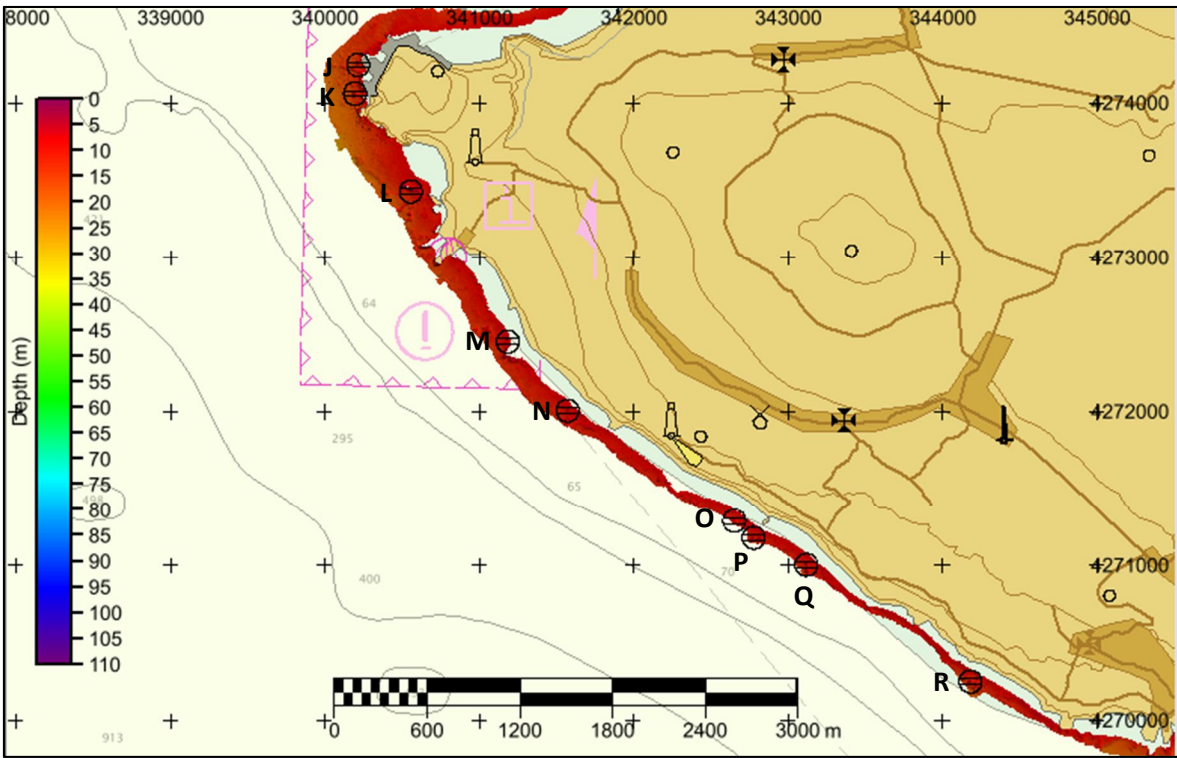


Figura I-15 – Objetos, obstruções e estruturas relevantes na zona oeste da ilha do Faial.



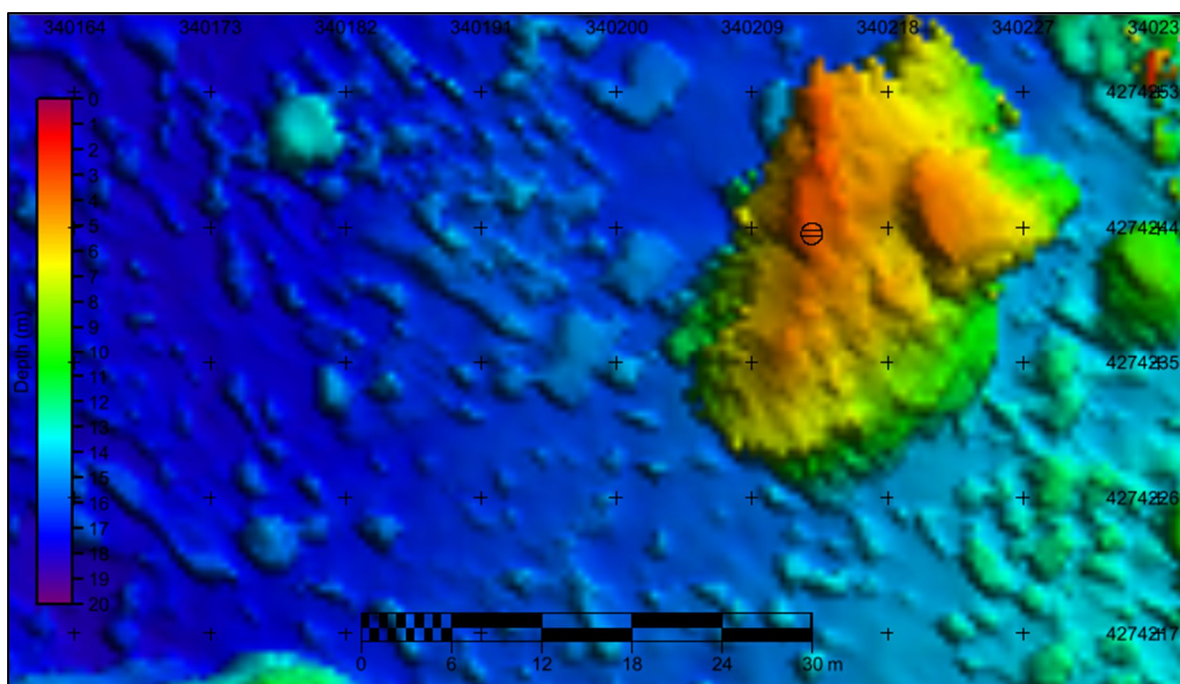


Figura I-16– Detalhe da estrutura rochosa “J” a oeste da ilha do Faial.

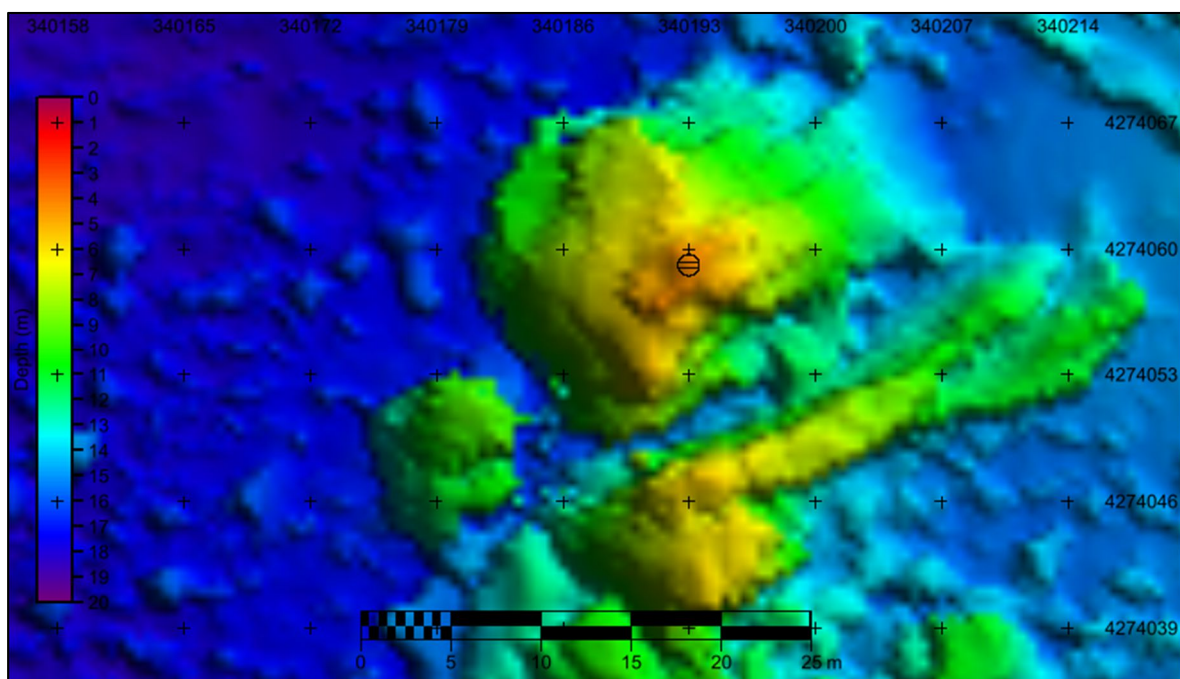


Figura I-17– Detalhe da estrutura rochosa “K” a oeste da ilha do Faial.



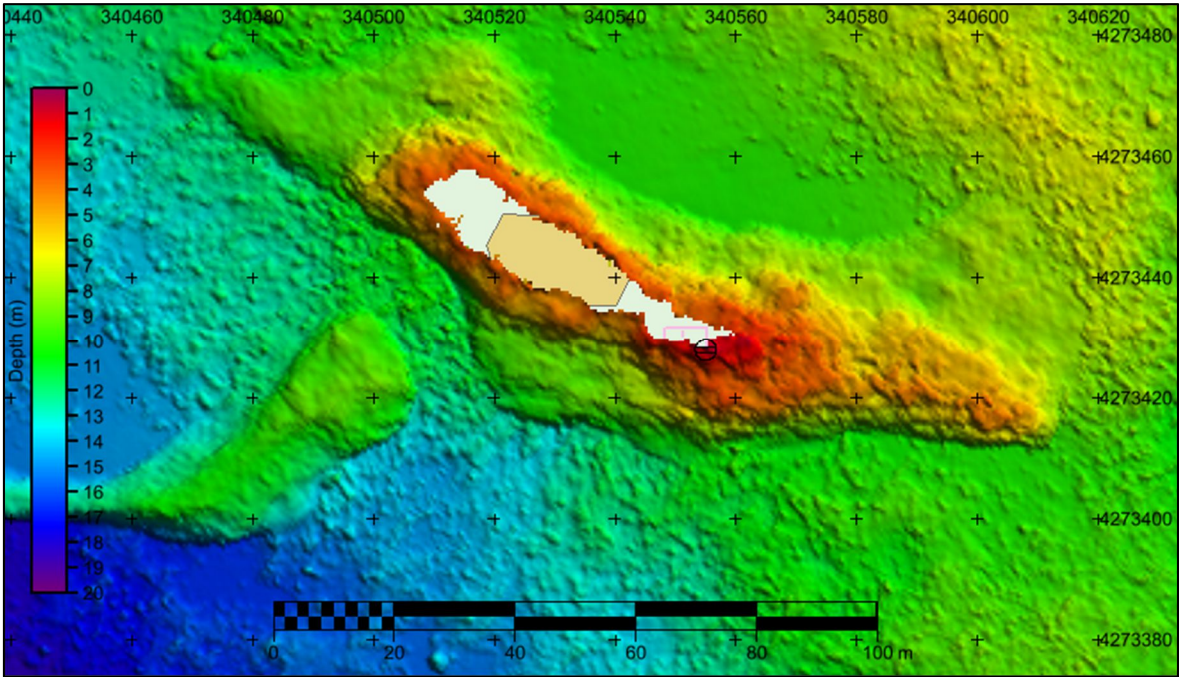


Figura I-18– Detalhe da estrutura rochosa “L” a oeste da ilha do Faial.

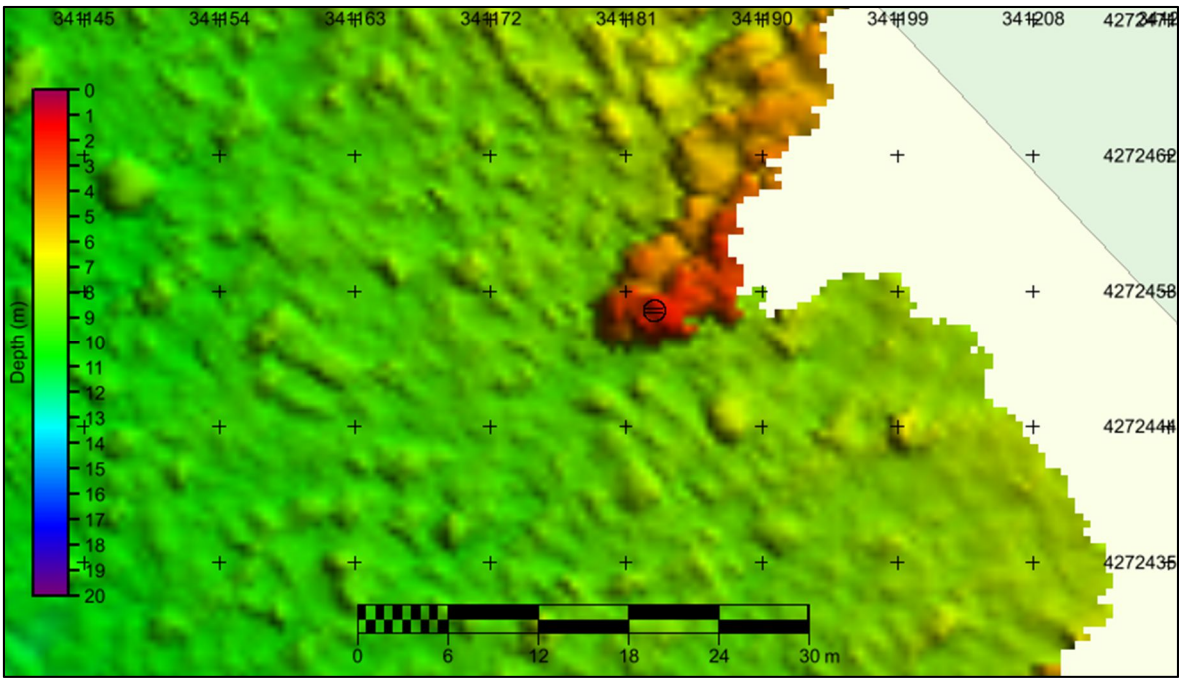


Figura I-19– Detalhe da estrutura rochosa “M” a oeste da ilha do Faial.

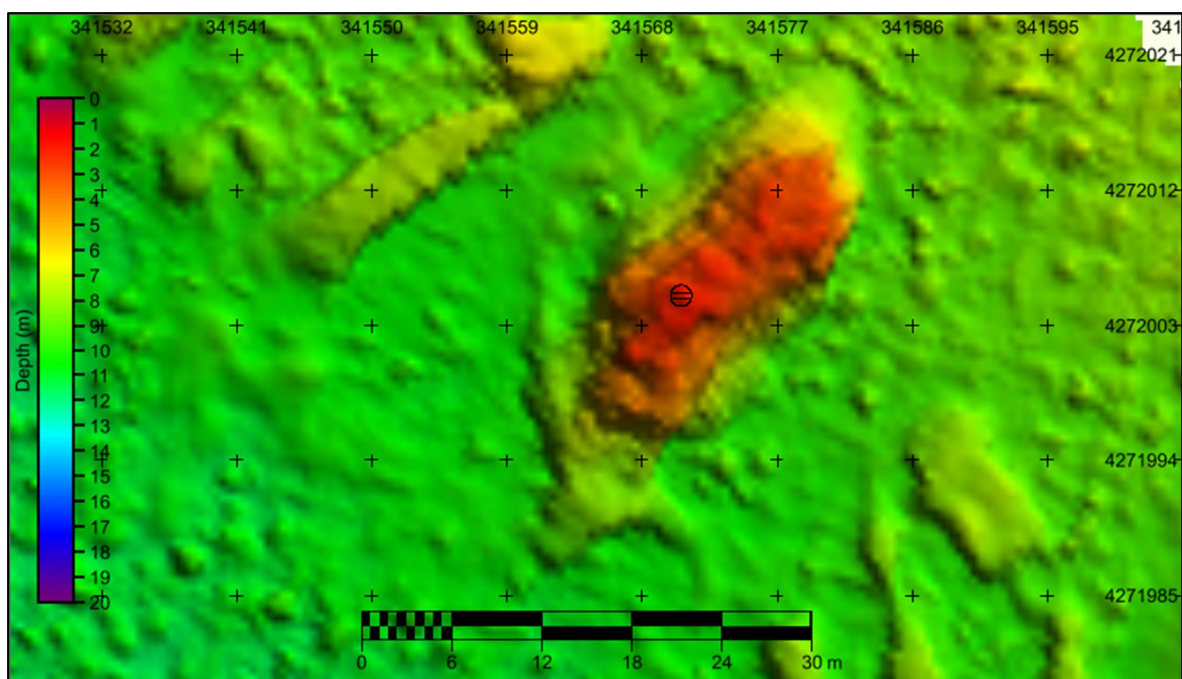


Figura I-20– Detalhe da estrutura rochosa "N" a oeste da ilha do Faial.

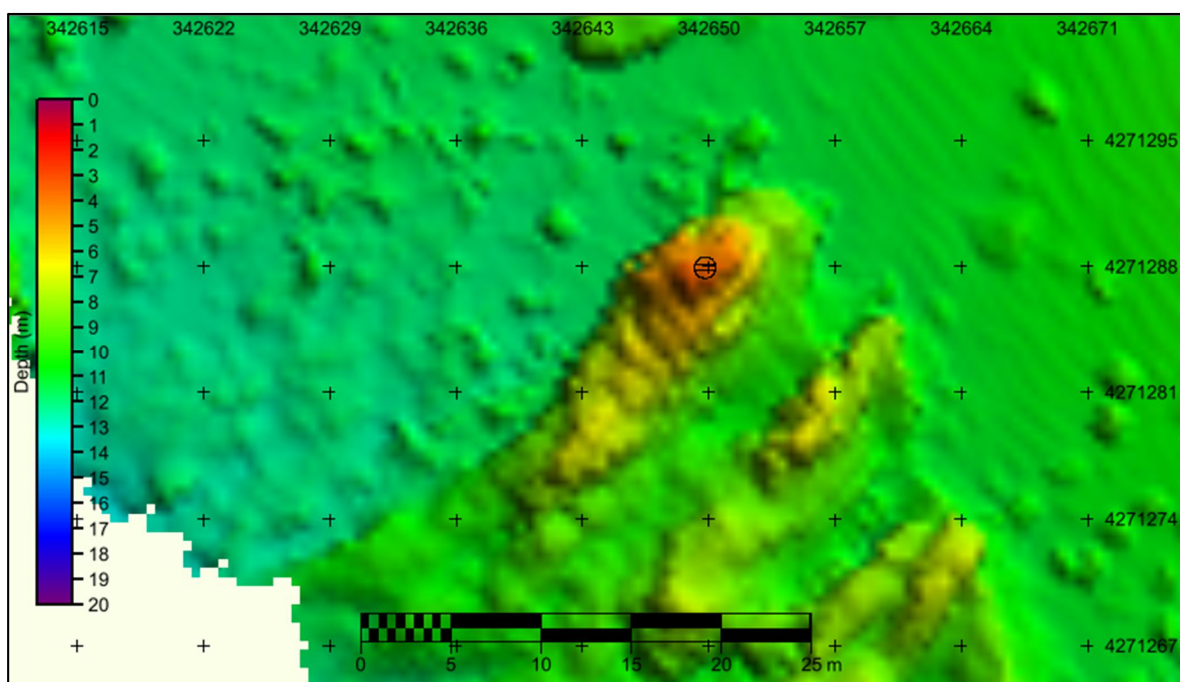


Figura I-21– Detalhe da estrutura rochosa "O" a oeste da ilha do Faial.



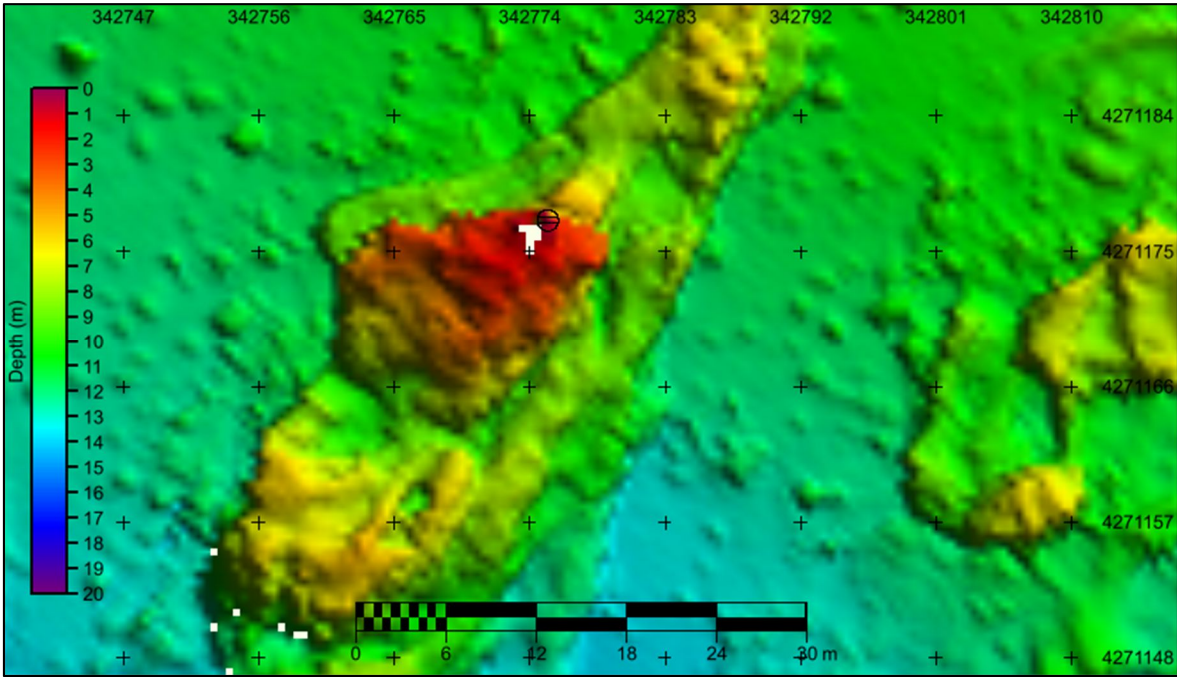


Figura I-22– Detalhe da estrutura rochosa “P” a oeste da ilha do Faial.

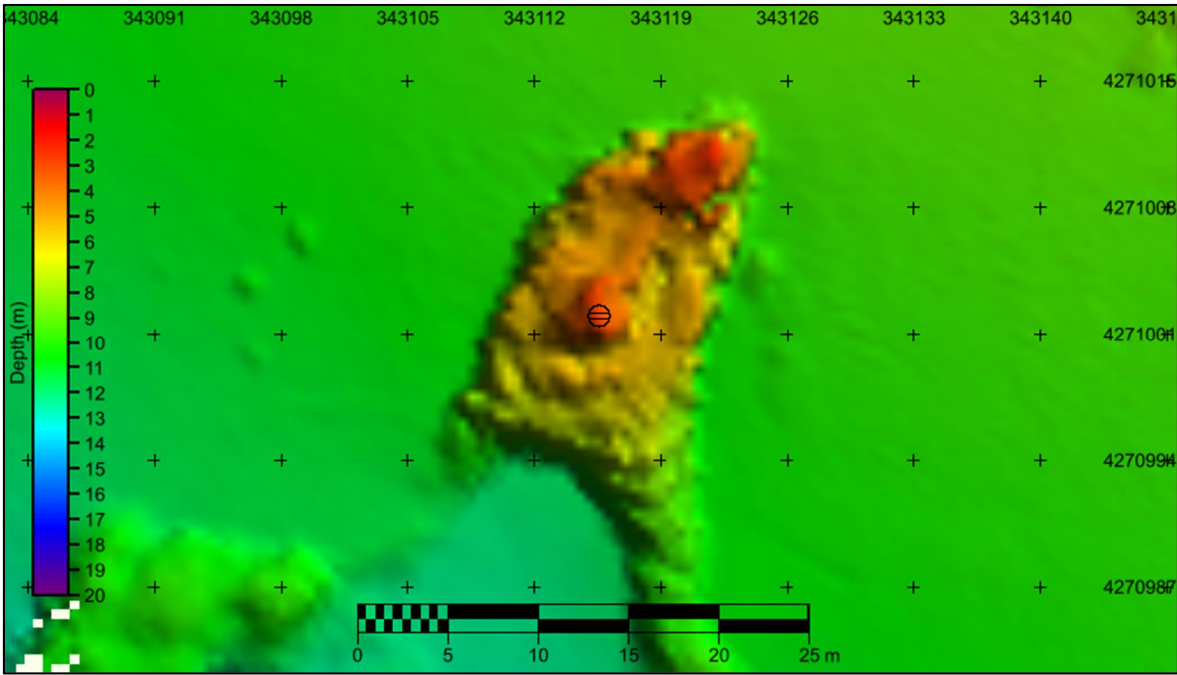


Figura I-23– Detalhe da estrutura rochosa “Q” a oeste da ilha do Faial.

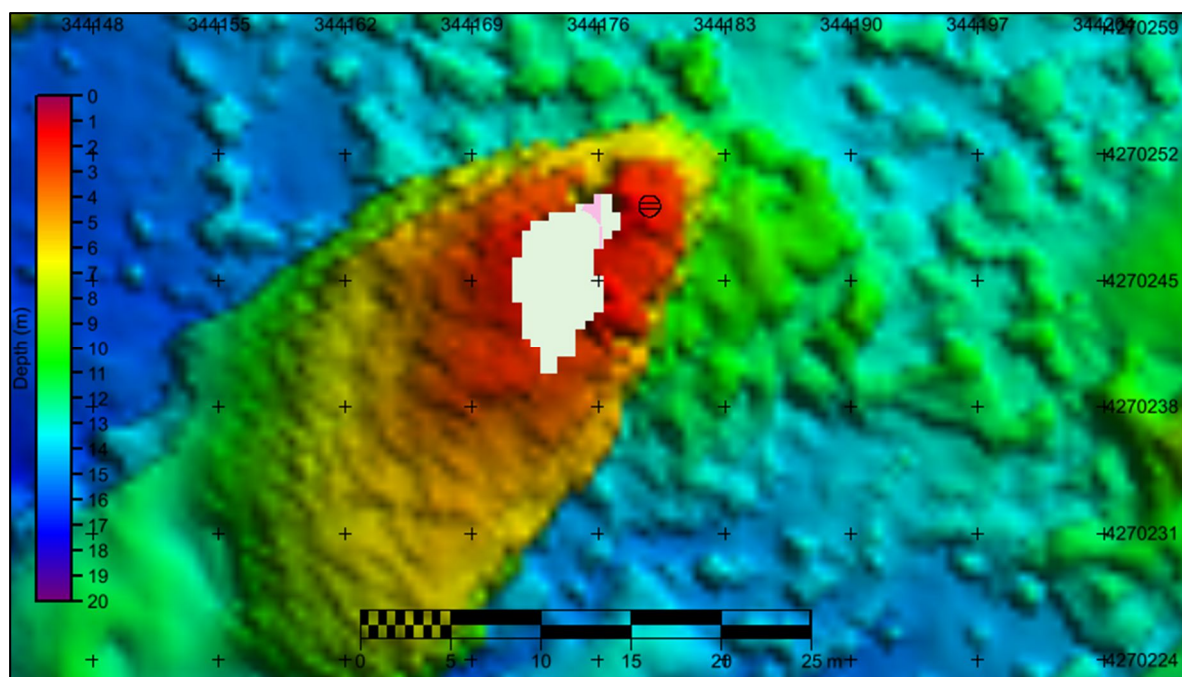


Figura I-24– Detalhe da estrutura rochosa “R” a oeste da ilha do Faial.