

Anexo 6 – Levantamento hidrográfico multifeixe e campanha de prospeção magnética



ATLANTICLAND®
CONSULTING

**LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO
MULTIFEIXE E CAMPANHA DE PROSPEÇÃO MAGNÉTICA**

**ESTUDO PRÉVIO DE AMPLIAÇÃO E REORGANIZAÇÃO DO TCN
Porto de Leixões**

RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

nemus 
empowering
sustainability

Setembro de 2023
Versão 02
Número total de páginas - 42

Ficha Técnica do Documento

Título:	Levantamento Hidrográfico Multifeixe e Campanha de Prospeção Magnética – <i>Estudo prévio de ampliação e reorganização do TCN</i>
Data de execução:	4 a 6 de setembro de 2023
Cliente:	NEMUS – Gestão e Requalificação Ambiental, Lda.
Descrição:	O presente documento constitui o relatório técnico final correspondente à conclusão do levantamento batimétrico multifeixe e prospeção magnética executados no Porto de Leixões entre os dias 4 e 6 de setembro de 2023. A prestação de serviços hidrográficos respeitou as especificações e recomendações da Organização Hidrográfica Internacional (OHI) e Instituto Hidrográfico Português (IH) para o método de preparação, aquisição e processamento dos dados, assim como o cumprimento dos critérios de classificação dos levantamentos Ordem especial, conforme publicação S-44 da (OHI). Os serviços de prospeção magnética respeitaram as especificações determinadas e contratualmente acordadas bem como as recomendações e melhores práticas na preparação, aquisição, processamento e interpretação dos dados. Estes trabalhos tiveram como objetivo a atualização batimétrica, identificação de objetos imersos anómalos à morfologia de fundo e identificação de anomalias magnéticas.
Data de produção:	09 de outubro de 2023
Data da última atualização:	16 de outubro de 2023
Versão:	Versão 02
Desenvolvimento e produção:	AtlanticLand Consulting, Lda
Coordenador de Projeto:	Victor Silva, AtlanticLand Consultores, Lda
Gestão de Projeto e aprovação técnica (geofísica):	Carlos Grangeia, Geosurveys, Consultores em Geofísica, Lda.
Execução técnica (geofísica):	Jorge Carvalho, Geosurveys, Consultores em Geofísica, Lda.
Estado do documento	Finalizado
Nome do ficheiro digital:	RTF_LH_MAG_202309_LEIXOES.docx

Índice

1	INTRODUÇÃO	6
2	LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO	7
	Documentos consultados.....	7
2.1	Localização	8
2.2	Apoio Topográfico.....	8
2.1.1.	<i>Sistema de Referência.....</i>	<i>8</i>
3	LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO MULTIFEIXE	9
3.1	Ordem do levantamento	9
3.2	Preparação	9
3.3	Execução	10
3.1.1.	<i>Determinação do posicionamento e atitude da embarcação.....</i>	<i>10</i>
3.1.2.	<i>Medição das profundidades.....</i>	<i>11</i>
3.1.3.	<i>Variação do nível de água.....</i>	<i>11</i>
3.1.4.	<i>Medição da velocidade de propagação do som</i>	<i>11</i>
3.1.5.	<i>Aquisição, controlo e gravação da informação hidrográfica.....</i>	<i>11</i>
3.4	Processamento	12
3.5	Alvos Topográficos.....	12
4	PROSPEÇÃO MAGNÉTICA	20
4.1	Área de prospeção e aquisição de dados	20
4.2	Controlo de qualidade dos dados	23
4.3	Processamento de dados e resultados	24
4.4	Interpretação de resultados	30
5	EQUIPAMENTOS	35
6	RESPONSABILIDADES E EQUIPA TÉCNICA	40

7	PRODUTOS FINAIS	40
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	42

Índice de Figuras

Figura 1	Localização do levantamento (GoogleEarth).....	8
Figura 2	Embarcação de apoio ao levantamento hidrográfico	10
Figura 3	Dados adquiridos de prospeção magnética (ETRS89/ Portugal TM06).....	21
Figura 4	Magnetómetro de Césio G882AR (Geometrics) e configuração utilizada em campanha.	21
Figura 5	Aquisição de dados magnéticos na área de prospeção.....	22
Figura 6	Exemplo de configuração geométrica do sistema de aquisição.	23
Figura 7	Mapa de dados magnéticos de campo total.	25
Figura 8	Mapa de dados magnéticos de campo residual - NO 20.....	25
Figura 9	Mapa de dados magnéticos de campo residual - NO 15.....	26
Figura 10	Mapa de dados magnéticos de campo residual – NO 10.	26
Figura 11	Mapa de dados magnéticos de campo residual- NO 9.....	27
Figura 12	Mapa de dados magnéticos de campo residual – NO 8.	27
Figura 13	Mapa de dados magnéticos de campo residual- NO 7.....	28
Figura 14	Mapa de dados magnéticos de campo residual- NO 6.....	28
Figura 15	Mapa de dados magnéticos de campo residual- NO 5.....	29
Figura 16	Mapa de dados magnéticos de campo residual- NO 4.....	29
Figura 17	Mapa de dados magnéticos de campo residual- NO 3.....	30
Figura 18	Mapa interpretativo das áreas anómalas registadas no campo total, sobre mapa à transparência de dados magnéticos de campo total.	32
Figura 19	Mapa interpretativo das áreas anómalas associadas a número de onda menores (NO, 20, NO 15, NO 10) sobre mapa à transparência de dados magnéticos de campo residual - No 10.....	33
Figura 20	Mapa interpretativo das áreas anómalas associadas a número de onda médios (NO 9, NO 8, NO 7, NO 6) sobre mapa à transparência de dados magnéticos de campo residual - NO 07.....	33

Figura 21 Mapa interpretativo das áreas anómalas associadas a número de onda maiores (NO 5, NO4, NO3) sobre mapa à transparência de dados magnéticos de campo residual – NO 4.....	34
Figura 22 Mapa interpretativo das áreas anómalas sobrepostas	34
Figura 23 Mapa interpretativo das áreas anómalas sobrepostas com imagem à transparência do ortofotomapa do GoogleEarth, com anotações de campo.....	35
Figura 24 Transdutor do sistema multifeixe NORBIT iWBMS.	36
Figura 25 Sistema de navegação Applanix POS MV WAVEMASTER II.	36
Figura 26 SV AML Micro-X.	37
Figura 27 SVP AML Minos-X.	38
Figura 28 Recetor GNSS Trimble R10-2.	38
Figura 29 Recetor GNSS Trimble R8s.	39
Figura 30 Magnetómetro de Césio G882AR da Geometrics.....	39
Figura 31 Superfície do modelo batimétrico georreferenciada	40

Índice de Tabelas

Tabela 1 Pontos de apoio topográfico ao levantamento batimétrico.	9
Tabela 2 Alvos topográficos de possível interesse	13
Tabela 3 Produtos finais de entrega.....	41

1 INTRODUÇÃO

O presente documento destina-se a descrever os procedimentos técnicos adotados no âmbito da realização de um levantamento hidrográfico, com sistema multifeixe, para atualização batimétrica e identificação de objetos e/ou estruturas localizados na camada à superfície, completado por prospeção geofísica, pelo método magnético em contexto arqueológico. Através da análise da magnetometria, será possível uma identificação de corpos de natureza ferromagnética em posição mais superficial e/ou de maior dimensão. Num estudo de conjunto permitirá interpretar uma potencial correlação com corpos anómalos posicionados em profundidade.

Os levantamentos foram realizados com a aplicação de equipamentos e metodologias de elevada precisão e qualidade, no objetivo de assegurar a recolha de dados que permitam ser utilizados como indicadores de diagnóstico, contribuindo para uma maior racionalidade e sustentabilidade das opções tomadas pelos decisores.

2 LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO

Da realização de um levantamento hidrográfico resulta um conhecimento do fundo marinho que pode e deve ser caracterizado e que, face aos métodos atuais de execução, permite descrevê-lo com elevado detalhe.

Neste caso específico os objetivos do levantamento hidrográfico são:¹

1. Aquisição de dados georreferenciados com recurso a levantamentos efetuados no mar relacionados com:
 - a) Profundidades nas áreas de interesse;
 - b) Detecção de objetos e anomalias;
 - c) Composição do fundo marinho.
2. Processamento da informação adquirida de forma a ser possível alimentar a produção de projetos de engenharia, mapas temáticos, cartas náuticas e outro tipo de documentação com os seguintes propósitos:
 - a) Estudos de engenharia e científicos.
 - b) Administração de zonas costeiras;
 - c) Preservação do meio marinho.

Cada levantamento hidrográfico é desenvolvido por Geómetras, Geofísicos e Hidrógrafos Certificados, acreditados pela *Organização Hidrográfica Internacional* (OHI), *Fédération Internationale de Géomètres* (FIG) e *International Cartographic Association* (ICA), projetado de modo a cumprir as atuais especificações da OHI e de acordo com as “Especificações técnicas para planeamento execução e processamento de levantamentos hidrográficos” produzida pelo *Instituto Hidrográfico Português* (IH).

DOCUMENTOS CONSULTADOS

A existência de uma sustentabilidade documental é fundamental e de elevada importância, para a realização dos trabalhos com rigor e segurança. Foram consultados os seguintes documentos:

- Plantas de localização, das áreas de atuação e pontos de apoio ao geoposicionamento;
- Carta de Navegação de aproximação de cada área;
- Avisos aos Navegantes, promulgado pelas Autoridades Marítimas e Portuárias;
- Tabela das marés 2023, IH;

¹ Organização Hidrográfica Internacional, Mónaco, National Maritime Policies and Hydrographics Services (M-2), P-13.

2.1 LOCALIZAÇÃO

A área de levantamento localiza-se no Porto de Leixões, a norte da bacia de rotação, como representado na figura 1.

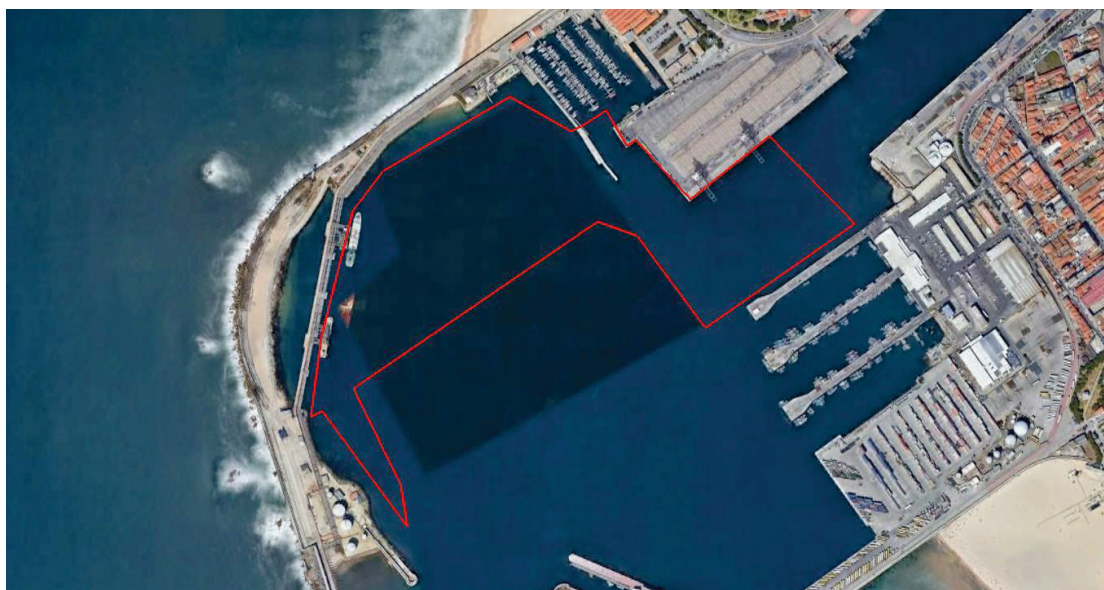


Figura 1| Localização do levantamento (GoogleEarth).

2.2 APOIO TOPOGRÁFICO

2.1.1. SISTEMA DE REFERÊNCIA

Para a execução do levantamento foi necessária a ligação à Rede Geodésica Local para consequente georreferenciação dos dados adquiridos através do posicionamento em tempo real utilizando a técnica RTK. Utilizando-se o ponto N1L fornecido, foram criados os pontos de apoio topográfico em baixo apresentados no sistema de referência Hayford-Gauss/Datum 73, que serviram de referência ao levantamento. O plano de referência vertical utilizado foi o Zero Hidrográfico de Leixões, situado 1.674 m abaixo do NMA (Cascais, 1938).

Tabela 1 | Pontos de apoio topográfico ao levantamento batimétrico.

Ponto	M	P	Z (ZHL)
N1L	-47897.446	168637.623	5.897
RTCM0001	-48053.990	168702.162	5.878
AUX01	-48051.611	168705.112	5.903
AUX02	-48037.639	168700.300	5.913
AUX03	-47939.576	168562.246	5.800
AUX04	-47968.872	168616.628	5.874
AUX05	-48045.217	168712.767	5.946

3 LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO MULTIFEIXE

3.1 ORDEM DO LEVANTAMENTO

Segundo a publicação “Normas para Levantamentos Hidrográficos” (S-44)², estabelecida pela OHI, classifica-se o presente levantamento de Ordem Especial e Cobertura Completa, com os requisitos mínimos associados em função das máximas incertezas admissíveis, horizontal e vertical, e das dimensões mínimas das estruturas a detetar.

3.2 PREPARAÇÃO

No início das operações de sondagem foi efetuada a calibração do sistema sondador, de modo a efetivar a correta determinação dos desvios de orientação. Estas, consistem na medição dos desvios da origem de medição do balanço, do cabeceio e proa, visto que o atraso em tempo é corrigido pelo sensor de posicionamento, eliminando-se assim a existência de latência na troca de informação entre equipamentos. Foram verificados e utilizados, durante a aquisição de dados e de forma a permitir a correção prévia dos dados gravados, os parâmetros de calibração do Sistema Multifeixe. Após a aquisição dos dados, os parâmetros foram novamente verificados e utilizadas as correções necessárias através do ficheiro de configuração da embarcação, a ser utilizado para processamento final dos dados.

²Esta publicação, “Standards OHI para pesquisas hidrográficas” (S-44), é uma série de normas desenvolvidas pela Organização Hidrográfica Internacional (OHI), para ajudar a melhorar a segurança da navegação.

3.3 EXECUÇÃO

A sondagem foi executada numa embarcação com dimensões apropriadas ao bom funcionamento e instalações dos equipamentos (Figura 2). Esta foi equipada especialmente para a prática de hidrografia.

As condições ambientais predominantes foram satisfatórias para a prática dos trabalhos de sondagem.



Figura 2 | Embarcação de apoio ao levantamento hidrográfico

3.1.1. DETERMINAÇÃO DO POSICIONAMENTO E ATITUDE DA EMBARCAÇÃO

O sistema de posicionamento utilizado foi suportado pela técnica *Real Time Kinematic* (RTK), com transmissão de dados diferenciais no modo *Ultra High Frequency* (UHF). Num ponto de coordenadas conhecidas, em terra ligada a um rádio de modo a serem enviadas as correções diferenciais para o recetor/sensor de posicionamento, localizado a bordo da embarcação. Este sensor é um módulo de integração dos dados de posicionamento com dados de atitude do sensor inercial, que se baseia na informação obtida por um sensor inercial, dois recetores *Global Positioning System* (GPS) e uma estação de referência. Esta unidade calcula e envia para a unidade de processamento do sondador a posição, a atitude e a proa da embarcação, referidos ao centro de gravidade da embarcação.

3.1.2. MEDIÇÃO DAS PROFUNDIDADES

Para obtenção da superfície batimétrica, a embarcação de sondagem foi equipada com um sistema de multifeixe, um sistema capaz de obter uma resolução em alcance extremamente alta, satisfazendo facilmente os requisitos mínimos da Ordem Especial da IHO-S44.

A precisão digital de formação, focagem dos feixes e a alta taxa de amostragem das sondas obtidas proporcionam um valor de profundidade de elevada precisão. Inclui algoritmos altamente eficientes para sinalização automática de sondagens que deviam ser eliminados da pesquisa. Estas sondas não são removidas, simplesmente marcadas como inválidas, por isso, é sempre possível inverter a decisão facilmente.

3.1.3. VARIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA

Os dados de variação do nível de água foram obtidos em modo RTK, possibilitando a bordo da embarcação visualizar a cota de fundo relativa ao plano de referência vertical. A leitura desses valores ocorre em simultâneo com a obtenção de profundidades, conseguida por via de junção de sensores de posicionamento com elevada exatidão. O método aplicado é o de transmissão de dados via rádio link, proporcionando uma ligação robusta e com baixa latência. Com este sistema, a correção altimétrica é focada ao local real de medição de profundidade e não em função de uma zona estabelecida para a interpolação da correção dos seus valores, que tentariam dessa forma minimizar o desfaseamento temporal da curva de variação. No tratamento destes são aplicados algoritmos matemáticos específicos para a filtragem dos dados brutos, para correta definição da curva sinusoidal de variação altimétrica.

3.1.4. MEDIÇÃO DA VELOCIDADE DE PROPAGAÇÃO DO SOM

Para a medição da velocidade de propagação do som ao longo da coluna de água, e para calibração do transdutor, foi utilizado um *Sound Velocity Profiler* (SVP), modelo AML minos-X. No início de cada sessão de sondagem, e sempre que verificado uma variabilidade espacial e temporal dos valores, foi realizada a leitura do perfil da velocidade de propagação do som ao longo da coluna de água com recurso ao equipamento *SVP Profiler* da AML. Estes dados foram utilizados para o cálculo das correções de refração aplicadas na transmissão do feixe.

3.1.5. AQUISIÇÃO, CONTROLO E GRAVAÇÃO DA INFORMAÇÃO HIDROGRÁFICA

Os dados foram obtidos e controlados em tempo real através de um *software* dedicado, permitindo ao operador ter o conhecimento da localização da sua embarcação sob a área de sondagem e o leque de varrimento do seu equipamento.

3.4 PROCESSAMENTO

Os dados foram importados para *software* de processamento. Para o efeito, foram utilizados os parâmetros de conversão do filtro de profundidade, criando uma janela de profundidades que compreende o intervalo de valores entre as de sondas admissíveis obtidas. Assim, as profundidades fora deste intervalo foram rejeitadas, não tendo sido utilizadas nas fases seguintes do processamento.

Procedeu-se à seguinte sequência de operações:

- Análise dos dados de atitude, de proa e de posicionamento, com vista à deteção de eventuais erros e consequente rejeição das profundidades afetadas desses valores;
- Interpolação do caminho da embarcação com base nas posições de controlo;
- Determinação do *Total Propagator Uncertainty* (TPU), ou seja, da incerteza associada a cada medição, e eliminação de todas as sondas com uma incerteza na medição superior à exigida para levantamentos de Ordem Especial;
- Deteção, análise e eliminação de profundidades anómalas (*spikes*) registadas entre feixes de uma mesma faixa sondada (*swath*) através de filtros do sistema;
- Conversão das profundidades obtidas em sondas reduzidas, com a introdução dos valores de maré, ficando assim os valores de profundidade ao plano do ZH.

VALIDAÇÃO DO PROCESSAMENTO

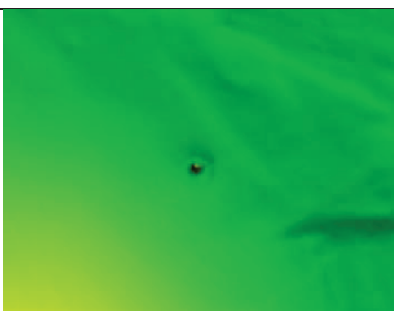
Os dados de sondagem foram processados do seguinte modo:

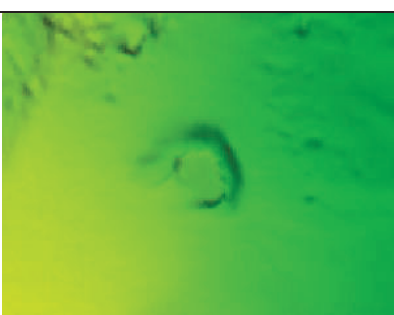
- Automaticamente, com recurso ao algoritmo *Combined Uncertainty and Bathymetric Estimator* (CUBE);
- Manualmente, utilizando a visualização por perfis e por áreas, de modo a validar o processamento automático efetuado anteriormente.

3.5 ALVOS TOPOGRÁFICOS

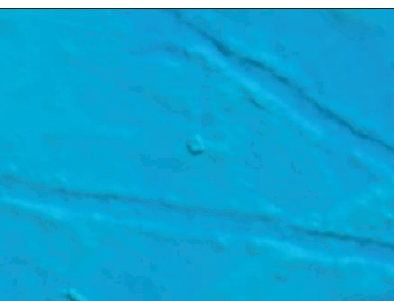
Após o processamento dos dados batimétricos, procedeu-se à procura e identificação de elementos anómalos à morfologia natural do fundo, a fim de criar uma base com imagens ilustrativas e localização dos mesmos. Num porto é usual a deteção de inúmeros detritos espalhados pelo fundo. Em alguns locais identificaram-se objetos de possível interesse que podem ser associados a objetos que normalmente são encontrados no fundo de portos, como por exemplo pneus e poitas, outros não é possível identificar semelhanças com objetos conhecidos. Na descrição dos alvos procurou-se caracterizar os objetos encontrados segundo a sua forma.

Tabela 2| Alvos topográficos de possível interesse

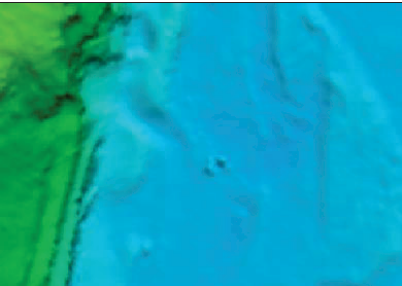
ID:	ALVO_01	
M	-48404.16	
P	168144.77	
LAT	41°10'51.70"N	
LONG	8°42'36.13"W	
Descrição	Pilar metálico emerso	

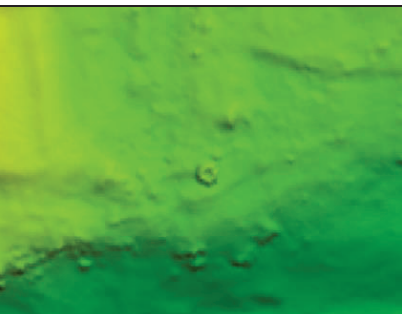
ID:	ALVO_02	
M	-48442.47	
P	168188.29	
LAT	41°10'53.10"N	
LONG	8°42'37.79"W	
Descrição	Objeto possivelmente em betão devido á sua face plana	

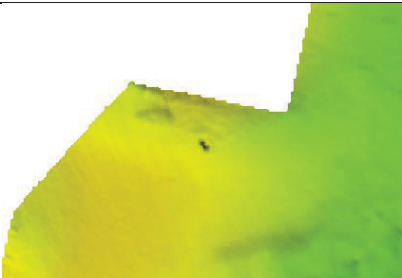
ID:	ALVO_03	
M	-48149.44	
P	168336.94	
LAT	41°10'57.98"N	
LONG	8°42'25.26"W	
Descrição	Objeto sem semelhanças com objetos conhecidos	

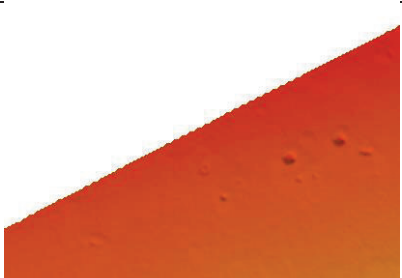
ID:	ALVO_04	
M	-48138.98	
P	168350.95	
LAT	41°10'58.44"N	
LONG	8°42'24.81"W	
Descrição	Objeto sem semelhanças com objetos conhecidos	

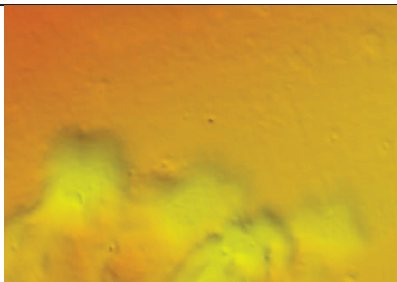


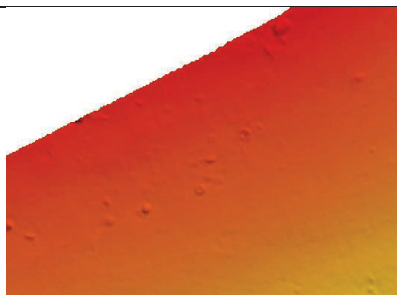
ID:	ALVO_05	
M	-48330.40	
P	168393.41	
LAT	41°10'59.77"N	
LONG	8°42'33.04"W	
Descrição	Objeto sem semelhanças com objetos conhecidos	

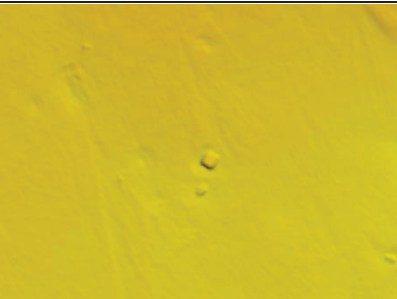
ID:	ALVO_06	
M	-48374.95	
P	168394.33	
LAT	41°10'59.79"N	
LONG	8°42'34.95"W	
Descrição	Objeto semelhante a um pneu	

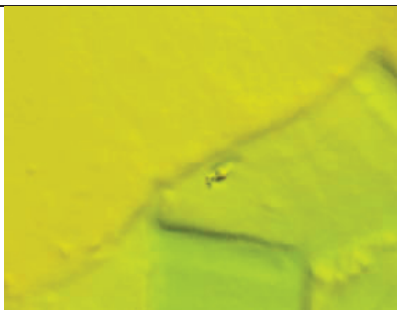
ID:	ALVO_07	
M	-48391.19	
P	168414.38	
LAT	41°11'0.44"N	
LONG	8°42'35.65"W	
Descrição	Objeto sem semelhanças com objetos conhecidos	

ID:	ALVO_08	
M	-48215.20	
P	168620.00	
LAT	41°11'7.14"N	
LONG	8°42'28.16"W	
Descrição	Objeto semelhante a um pneu numa zona com existência conhecida de poitas	

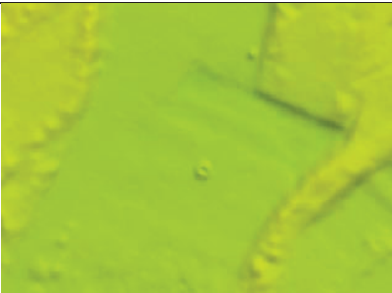
ID:	ALVO_09	
M	-48195.18	
P	168594.65	
LAT	41°11'6.32"N	
LONG	8°42'27.29"W	
Descrição	Objeto sem semelhanças com objetos conhecidos numa zona com existência conhecida de poitas	

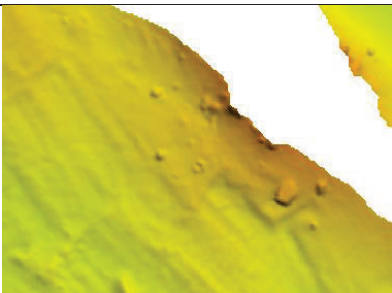
ID:	ALVO_10	
M	-48174.56	
P	168631.12	
LAT	41°11'7.51"N	
LONG	8°42'26.42"W	
Descrição	Objetos semelhantes a pneus numa zona com existência conhecida de poitas	

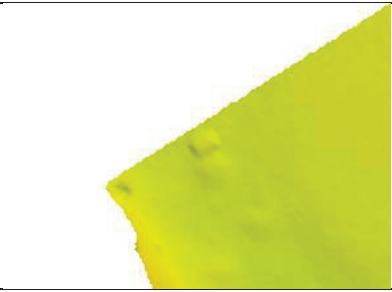
ID:	ALVO_11	
M	-48060.03	
P	168638.19	
LAT	41°11'7.76"N	
LONG	8°42'21.51"W	
Descrição	Objeto possivelmente betão devido á sua forma geométrica e face plana numa zona com existência conhecida de poitas	

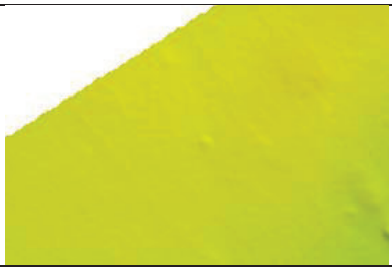
ID:	ALVO_12	
M	-48001.34	
P	168611.41	
LAT	41°11'6.91"N	
LONG	8°42'18.98"W	
Descrição	Objeto sem semelhanças com objetos conhecidos	



ID: M P LAT LONG	ALVO_13 -48001.49 168579.51 41°11'5.87"N 8°42'18.98"W	
Descrição	Objeto semelhante a um pneu	

ID: M P LAT LONG	ALVO_14 -47947.07 168561.17 41°11'5.29"N 8°42'16.64"W	
Descrição	Objeto semelhante a um pneu	

ID: M P LAT LONG	ALVO_15 -47964.46 168636.11 41°11'7.72"N 8°42'17.40"W	
Descrição	Objeto possivelmente em betão devido á sua forma geométrica e face lisa	

ID: M P LAT LONG	ALVO_16 -47941.80 168642.89 41°11'7.94"N 8°42'16.43"W	
Descrição	Objeto sem semelhanças com objetos conhecidos	



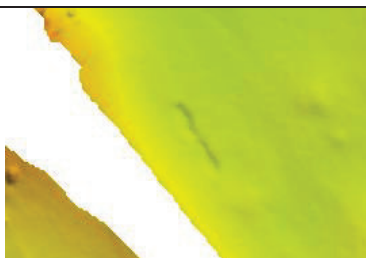
ID:	ALVO_17	
M	-47940.06	
P	168632.47	
LAT	41°11'7.60"N	
LONG	8°42'16.36"W	
Descrição	Objeto sem semelhanças com objetos conhecidos	

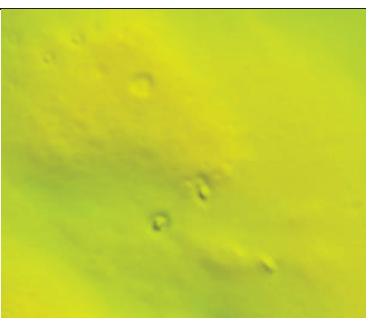
ID:	ALVO_18	
M	-47937.35	
P	168614.93	
LAT	41°11'7.04"N	
LONG	8°42'16.24"W	
Descrição	Objeto sem semelhanças com objetos conhecidos	

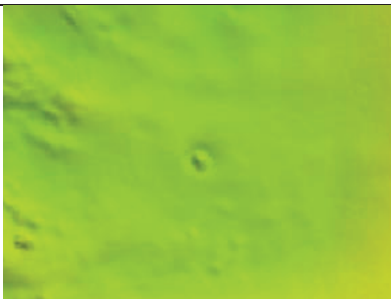
ID:	ALVO_19	
M	-47925.51	
P	168608.24	
LAT	41°11'6.82"N	
LONG	8°42'15.73"W	
Descrição	Objeto sem semelhanças com objetos conhecidos	

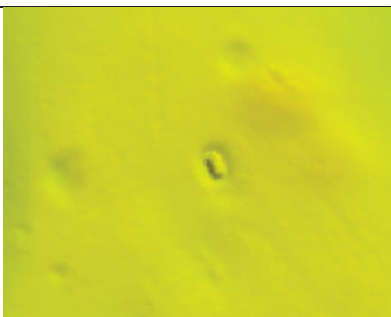
ID:	ALVO_20	
M	-47917.70	
P	168582.10	
LAT	41°11'5.98"N	
LONG	8°42'15.38"W	
Descrição	Objeto alongado ou tubular	



ID:	ALVO_21	
M	-47922.62	
P	168561.71	
LAT	41°11'5.31"N	
LONG	8°42'15.59"W	
Descrição	Objeto alongado ou tubular	

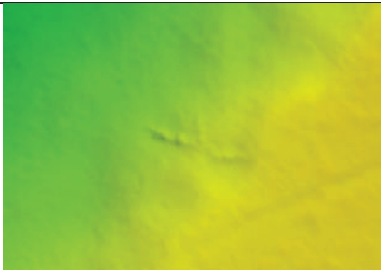
ID:	ALVO_22	
M	-47897.29	
P	168566.44	
LAT	41°11'5.47"N	
LONG	8°42'14.50"W	
Descrição	Objetos sem semelhanças com objetos conhecidos	

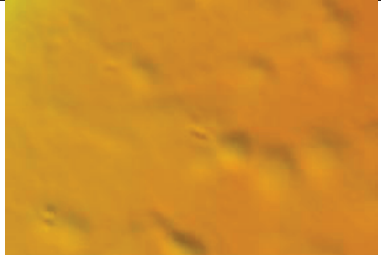
ID:	ALVO_23	
M	-47893.72	
P	168527.03	
LAT	41°11'4.20"N	
LONG	8°42'14.34"W	
Descrição	Objeto sem semelhanças com objetos conhecidos	

ID:	ALVO_24	
M	-47865.93	
P	168532.74	
LAT	41°11'4.39"N	
LONG	8°42'13.15"W	
Descrição	Objeto possivelmente betão devido á sua forma geométrica e face plana	



ID: M P LAT LONG	ALVO_25 -47801.20 168509.79 41°11'3.66"N 8°42'10.36"W	
Descrição	Objeto semelhante a um pneu	

ID: M P LAT LONG	ALVO_26 -47601.66 168409.16 41°11'0.44"N 8°42'1.77"W	
Descrição	Objeto sem semelhanças com objetos conhecidos	

ID: M P LAT LONG	ALVO_27 -47518.43 168468.50 41°11'2.38"N 8°41'58.22"W	
Descrição	Objeto sem semelhanças com objetos conhecidos	

4 PROSPEÇÃO MAGNÉTICA

Toda a estratégia relacionada com o planeamento, aquisição, processamento de dados bem como a interpretação de resultados tiveram como objetivo fundamental a identificação de anomalias magnéticas de campo residual compatíveis com o interesse arqueológico e referido contexto.

Os trabalhos de prospeção magnética (aquisição de dados) ocorreram no dia 6 de setembro de 2023. Os dados adquiridos foram posteriormente processados e interpretados em gabinete com recurso a software dedicado.

Os dados magnéticos foram adquiridos no sistema de coordenadas geográficas WGS84 UTM 29N. Os dados foram posteriormente transformados para o sistema de coordenadas ETRS89 / Portugal TM06 (EPSG: 3763), para processamento de dados, resultados e interpretação associada.

As anomalias identificadas são interpretadas em função das suas características, em particular magnitude e extensão espacial observadas nos mapas de campo magnético total e campo magnético residual bem como em termos de contexto em que as mesmas ocorrem.

4.1 ÁREA DE PROSPEÇÃO E AQUISIÇÃO DE DADOS

Os trabalhos de prospeção magnética (aquisição) ocorreram no dia 6 de setembro de 2023, totalizando 1 dia efetivo de aquisição de dados, incidindo no sector noroeste do Porto de Leixões.

A área de prospeção, com cerca de 25 hectares, enquadra-se no sector noroeste do Porto de Leixões, compreende a área abrigada pelo molho norte, desde o Terminal Petrolífero, cobrindo a entrada para a marina, e estende-se ao longo do canal junto ao Terminal de Contentores Norte.

A aquisição de dados de magnetometria contou com cerca de 86 linhas, adquirida em três direções distintas. Foi estabelecido o espaçamento entre linhas de cerca de 10m, totalizando 28,6 km de distância cumulativa linear. A amostragem de dados magnéticos de campo total superou as 131500 leituras distribuídas pela totalidade da distância indicada.

Em função das condicionantes locais, nomeadamente por proximidade à estrutura do porto, e profundidade ao leito, o plano de execução previsto foi pontualmente adaptado em função dos condicionalismos existentes à data da prospeção, em particular tendo em conta a avaliação de segurança para a embarcação, meios técnicos associados e humanos. Não foram identificados impactos significativos ao nível da execução da campanha propriamente dita nem nos resultados obtidos.

A amostragem realizada apresenta-se na Figura 3.

Amostragem - Dados adquiridos

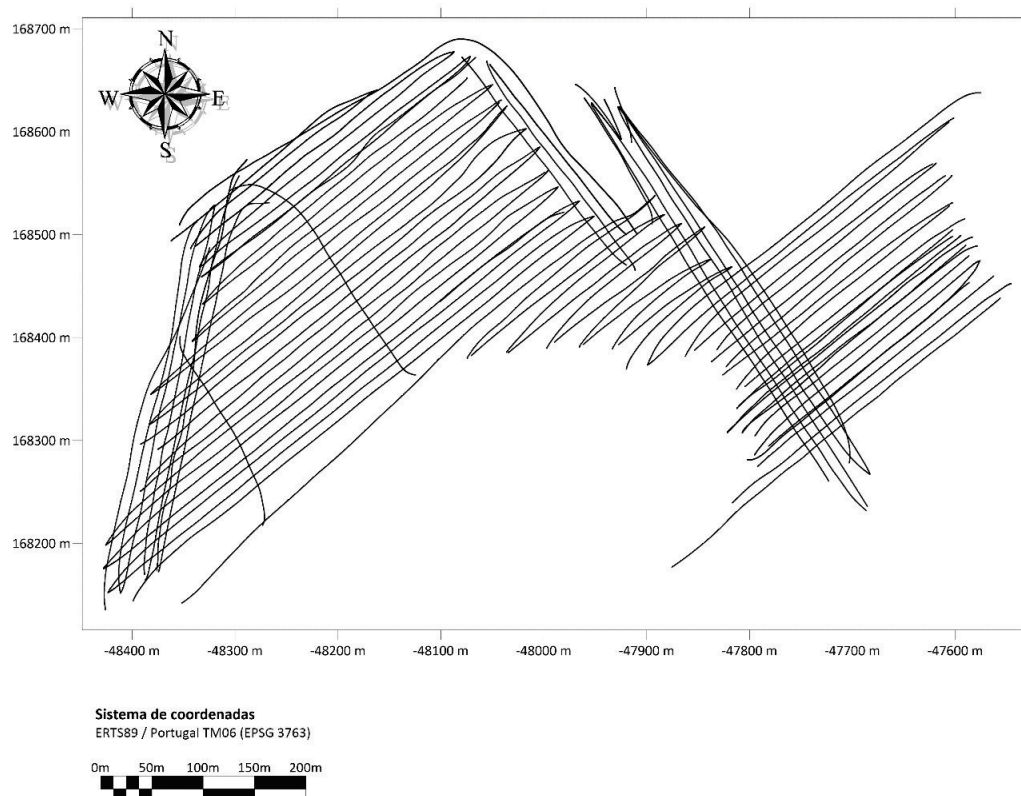


Figura 3 | Dados adquiridos de prospeção magnética (ETRS89/ Portugal TM06).

O levantamento magnético foi realizado através de uma prospeção geofísica pelo método magnético tendo para o efeito sido utilizado um magnetómetro de bomba óptica do tipo vapor de cézio para prospeção aquática (Geometrics, modelo G882AR). A Figura 4 e a Figura 5 apresenta a configuração utilizada em campanha.

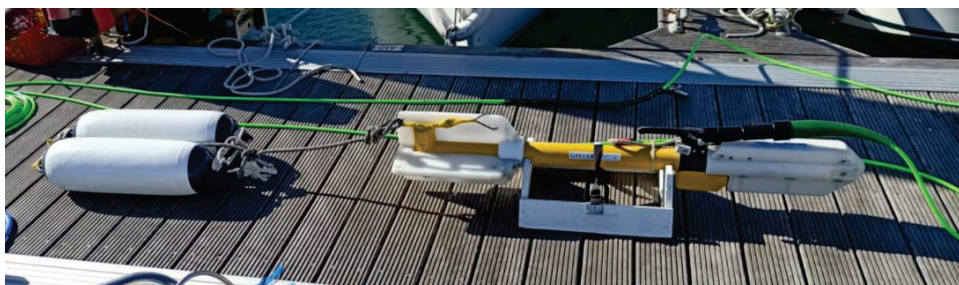


Figura 4 | Magnetómetro de Césio G882AR (Geometrics) e configuração utilizada em campanha.



Figura 5 | Aquisição de dados magnéticos na área de prospeção.

A profundidade de mergulho do magnetómetro foi configurada para a maior profundidade possível, observadas as limitações relativas à profundidade do leito marinho. O comprimento do cabo para layback foi cerca de 30 metros tendo sido utilizadas distâncias de layback inferiores para as zonas de menor profundidade.

A aquisição de dados foi realizada com auxílio de uma embarcação cabinada, equipada com GPS com correção diferencial, usado para navegação e posicionamento dos dados magnéticos adquiridos. O sistema de coordenadas utilizado para a campanha de prospeção magnética foi o WGS 84 UTM 29N, posteriormente transformado para o sistema de coordenadas de projeto ETRS89 / Portugal TM06 (EPSG:3763).

Foi realizada a calibração dos valores de profundidade dados pelo magnetómetro. A aquisição de dados foi realizada a uma velocidade aproximada de 4 nós e a frequência de amostragem utilizada foi de 5 Hz. Os dados de magnética apresentam variação de espaçamento de amostragem, estando as mesmas associadas a variações na velocidade de progressão sobre o fundo oceânico. O espaçamento entre amostras varia em torno dos 0.5m.

Na aquisição de dados magnéticos na área de prospeção foi utilizado um layback (distância entre a antena de GPS e magnetómetro) de 30 m numa fase inicial, sendo este valor reduzido para 20 m numa fase de aproximação ao cais, foi ainda considerado 1.5m de offset bombordo-estibordo uma vez que a antena de GPS se desvia nesta grandeza para bombordo em relação ao eixo longitudinal da embarcação, Figura 6.

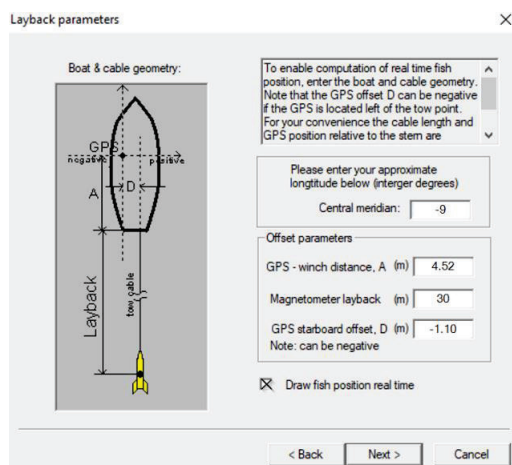


Figura 6 | Exemplo de configuração geométrica do sistema de aquisição.

O software de aquisição de dados magnéticos utilizado (MagLog) disponibiliza um algoritmo para o cálculo do posicionamento em tempo real, função dos fatores geométricos utilizados e da velocidade de progressão. O método usado é fiável, no entanto por limitações óbvias não consegue calcular a posição do sensor com a mesma precisão oferecida pelo sistema de posicionamento (GPS) uma vez que são diversos os fatores que influenciam a trajetória do peixe, como por exemplo as correntes laterais não previstas pelo algoritmo ou ainda a influencia das curvaturas associadas quer à entrada quer à saída de linhas de aquisição, uma vez que o espaço de navegação foi condicionado pelo espaço de manobra disponível. Assim, é de considerar eventuais desvios no posicionamento dos dados e por conseguinte de eventuais anomalias aqui apresentadas.

4.2 CONTROLO DE QUALIDADE DOS DADOS

O controlo de qualidade de dados foi realizado após as operações de desmobilização dos diversos meios afetos à prospeção magnética (técnicos e humanos).

O controlo de qualidade dos dados diário incidiu, entre outros, sobre:

- qualidade do posicionamento na navegação;
- qualidade de sinal RTK;
- completude das linhas executadas;
- espaçamento entre linhas;
- espaçamento entre amostras do campo magnético;
- força de sinal magnético na receção;

- profundidade do magnetómetro (como observado pelo sensor do equipamento);
- qualidade geral do sinal observado (magnitude, nível de ruído de fundo e consistência lateral entre amostras bem como análise das anomalias registadas em fase de prospeção).

Não foram eliminados quaisquer dados provenientes de oscilações do nível de sinal uma vez que os mesmos apresentaram a qualidade necessária para processamento.

Foram eliminados dados magnéticos associados a *spikes* de muito elevada magnitude, normalmente presentes nestes ambientes.

4.3 PROCESSAMENTO DE DADOS E RESULTADOS

Os dados adquiridos em WGS 84 UTM 29N foram editados e transformados para o sistema de coordenadas de projeto ETRS89 / Portugal TM06 (EPSG:3763) para processamento.

Os dados magnéticos, quer relativos a campo total quer os associados aos resultados de processamento para campo residual, foram regularizados e interpolados em grelha com espaçamento entre nós de 0.5m.

O processamento de dados envolveu diversas operações, as quais se descrevem em seguida de forma sucinta.

Sobre os dados adquiridos realizou-se uma operação de filtragem por forma a remover ruído de período curto (*spikes*). Para a obtenção do campo magnético nivelado e ainda para os diversos mapas de campo magnético residual, determinaram-se diferenças locais ao campo total usando técnicas de filtragem do tipo passa alto para número de onda sucessivamente menores. Os campos residuais assim calculados permitiram destacar as anomalias magnéticas existentes na área prospectada.

Neste trabalho apenas se apresentam os resultados que apresentam diferenciação significativa e em particular para efeitos interpretativos, uma vez que o acréscimo de informação quando observada para os diversos resultados obtidos não apresentam qualquer vantagem.

O mapa de campo total é apresentado na Figura 7, a seleção de resultados/mapas de campo residual são apresentados na Figura 8, Figura 9, Figura 10, Figura 11, Figura 12, Figura 13, Figura 14, Figura 15, Figura 16 e Figura 17 em função do filtro aplicado (tipo passa alto – número de onda menor para maior).

As amplitudes das escalas relativas ao campo magnético apresentadas foram calibradas de forma a realçarem as assinaturas que se mais destacam para os diversos números de onda.

Os resultados mostram consistência sistemática quer na magnitude quer na continuidade do campo observado independentemente das características do processamento realizado.

Campo Magnético - Total

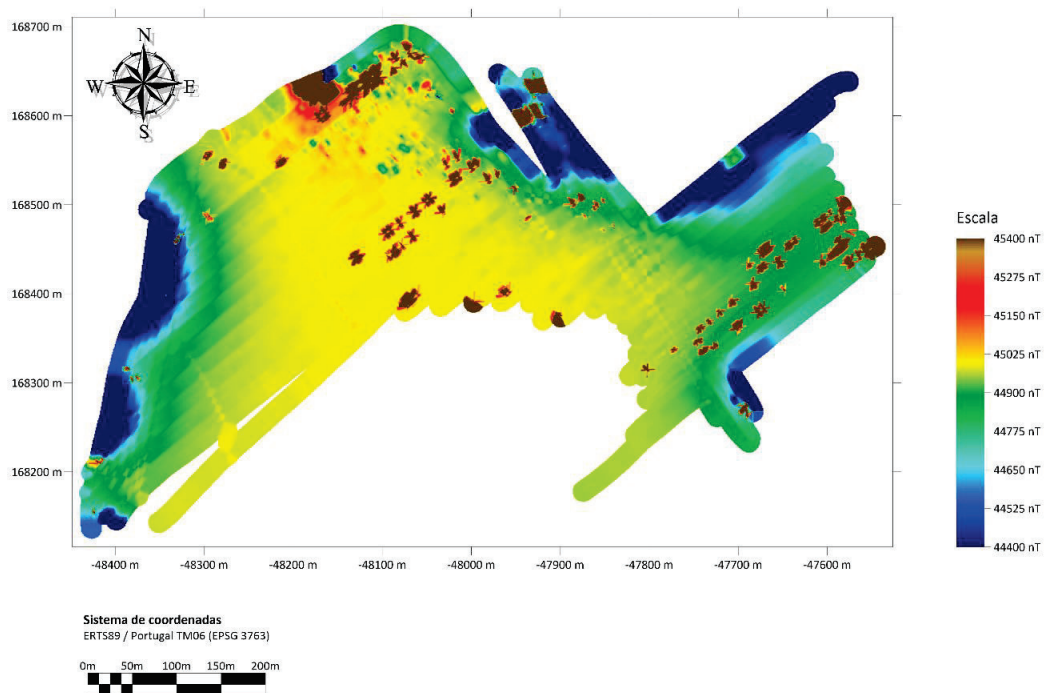


Figura 7 | Mapa de dados magnéticos de campo total.

Campo Magnético - Residual

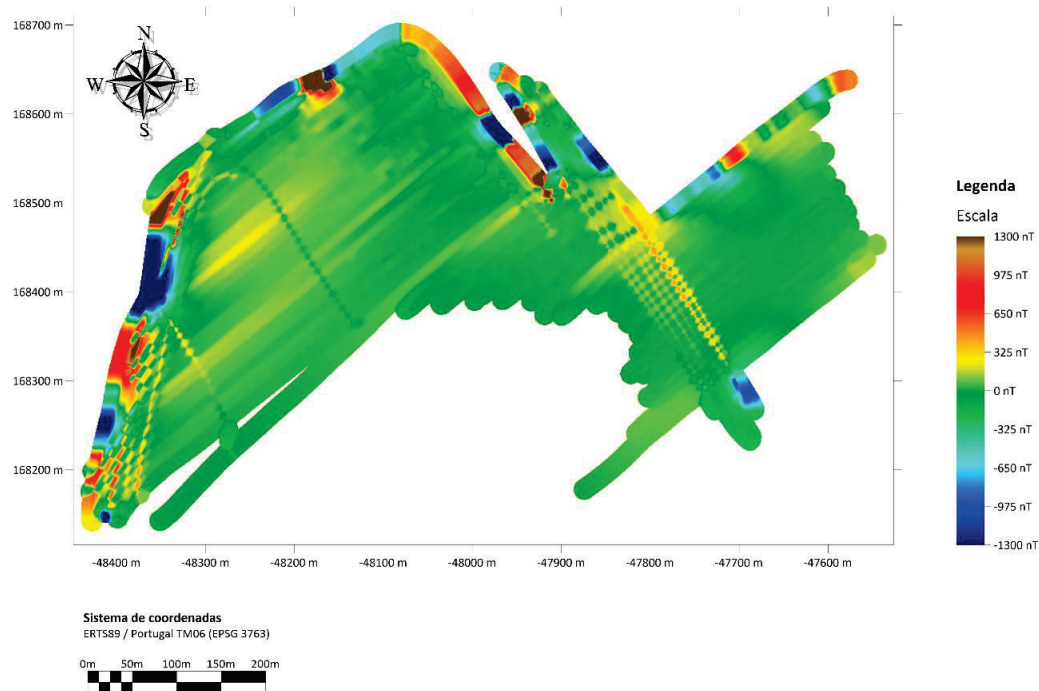


Figura 8 | Mapa de dados magnéticos de campo residual - NO 20.

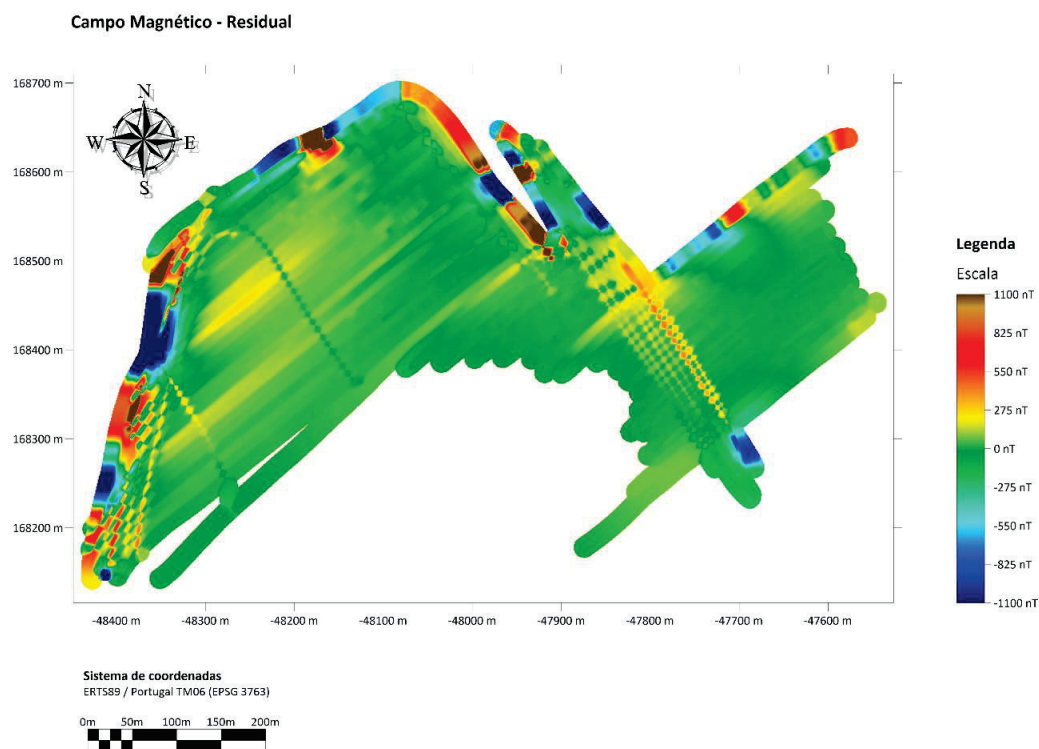


Figura 9| Mapa de dados magnéticos de campo residual - NO 15.

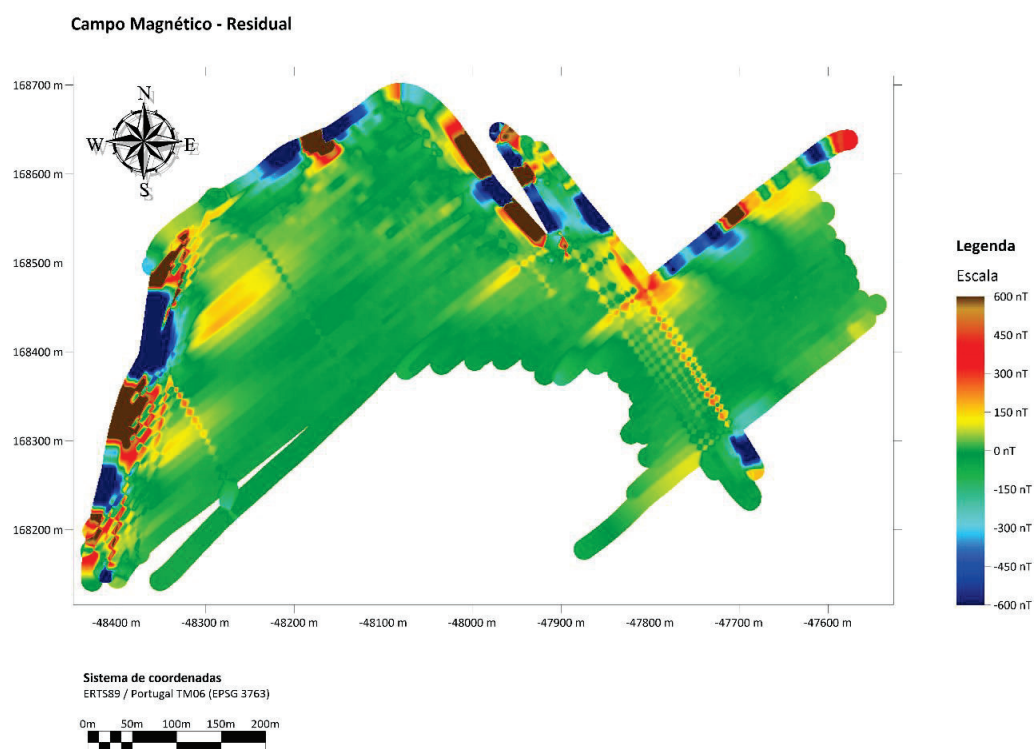


Figura 10| Mapa de dados magnéticos de campo residual – NO 10.

Campo Magnético - Residual

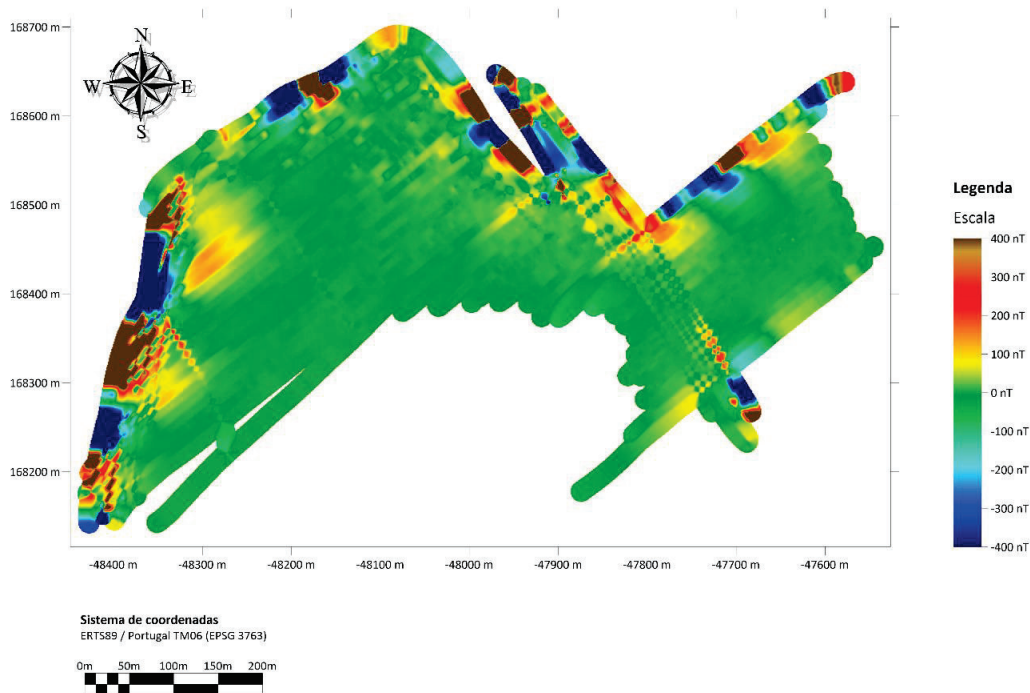


Figura 11| Mapa de dados magnéticos de campo residual- NO 9.

Campo Magnético - Residual

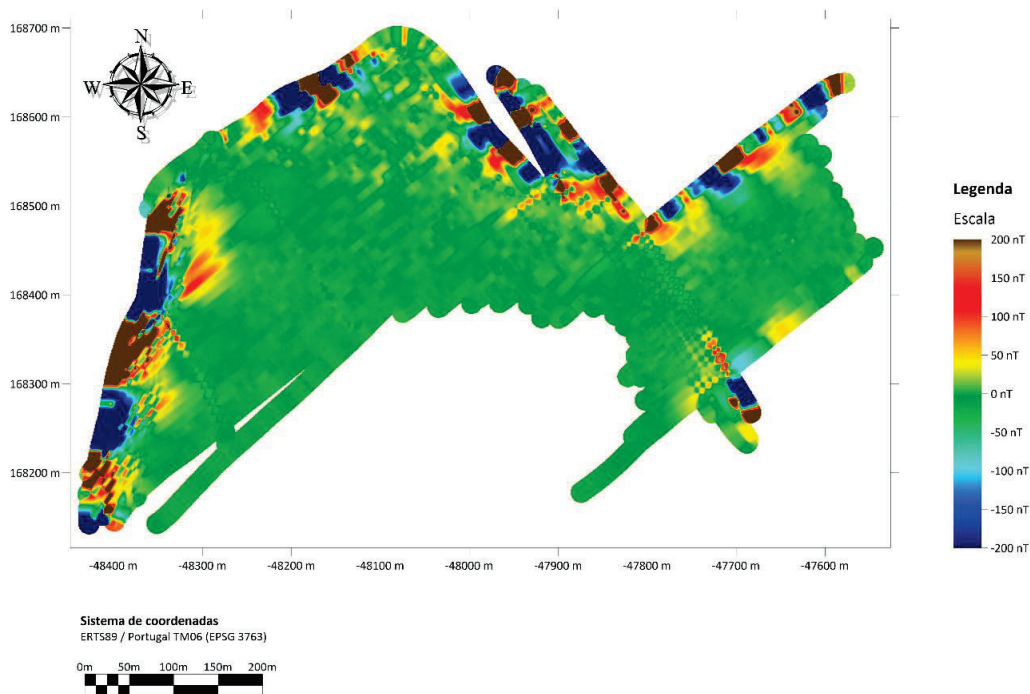


Figura 12| Mapa de dados magnéticos de campo residual – NO 8.

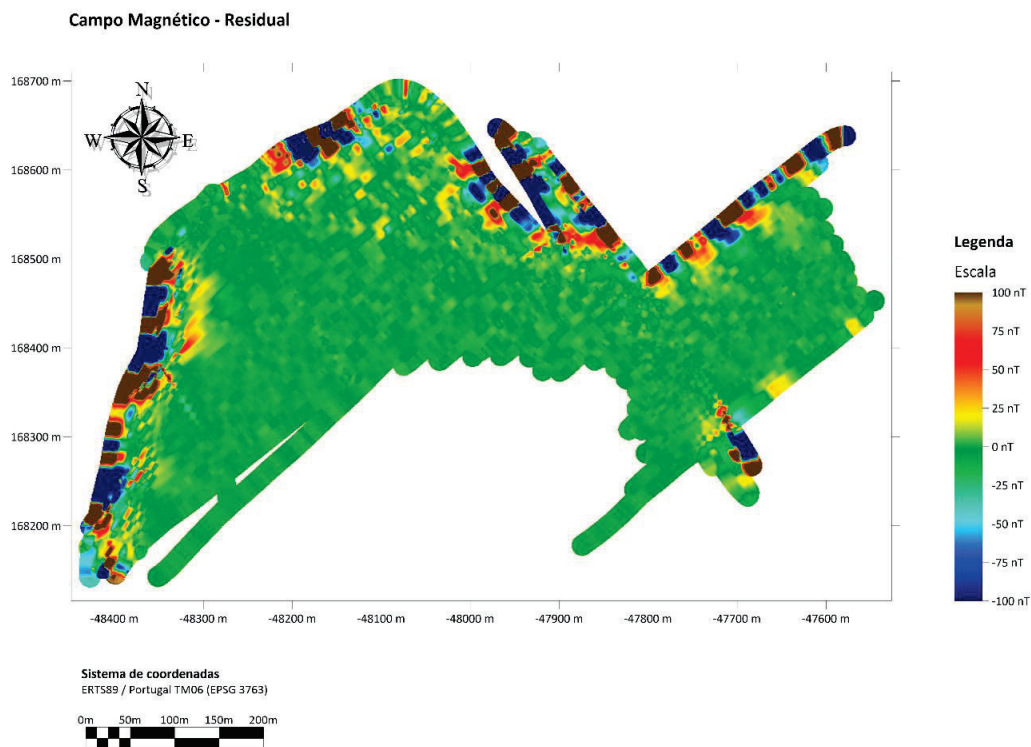


Figura 13| Mapa de dados magnéticos de campo residual- NO 7.

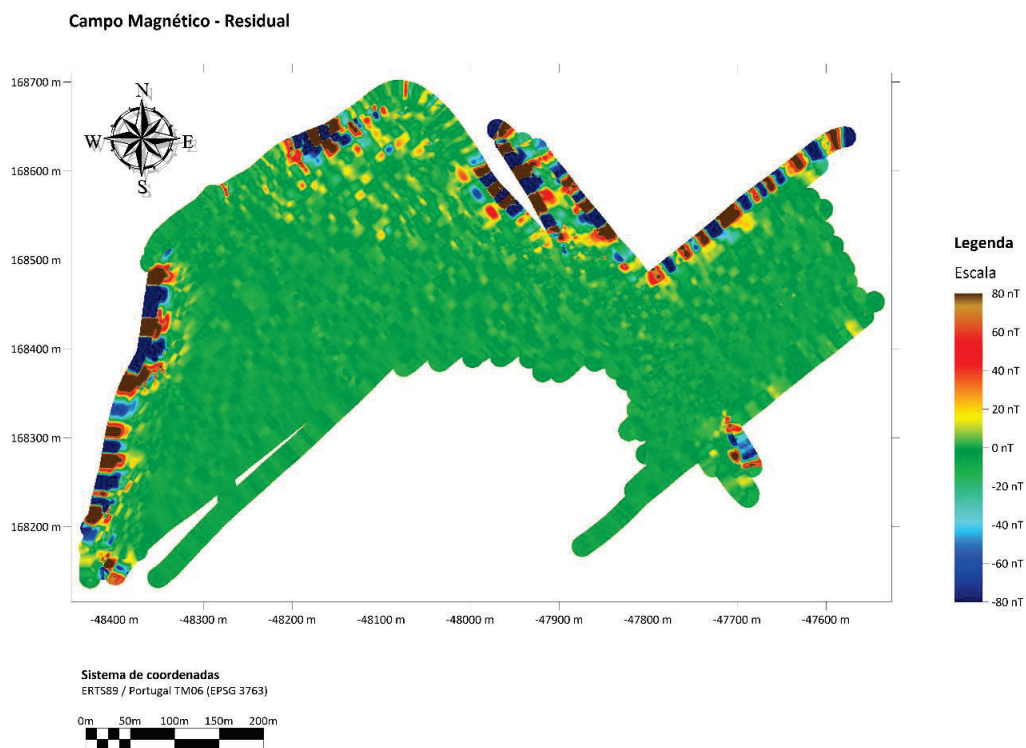


Figura 14| Mapa de dados magnéticos de campo residual- NO 6.

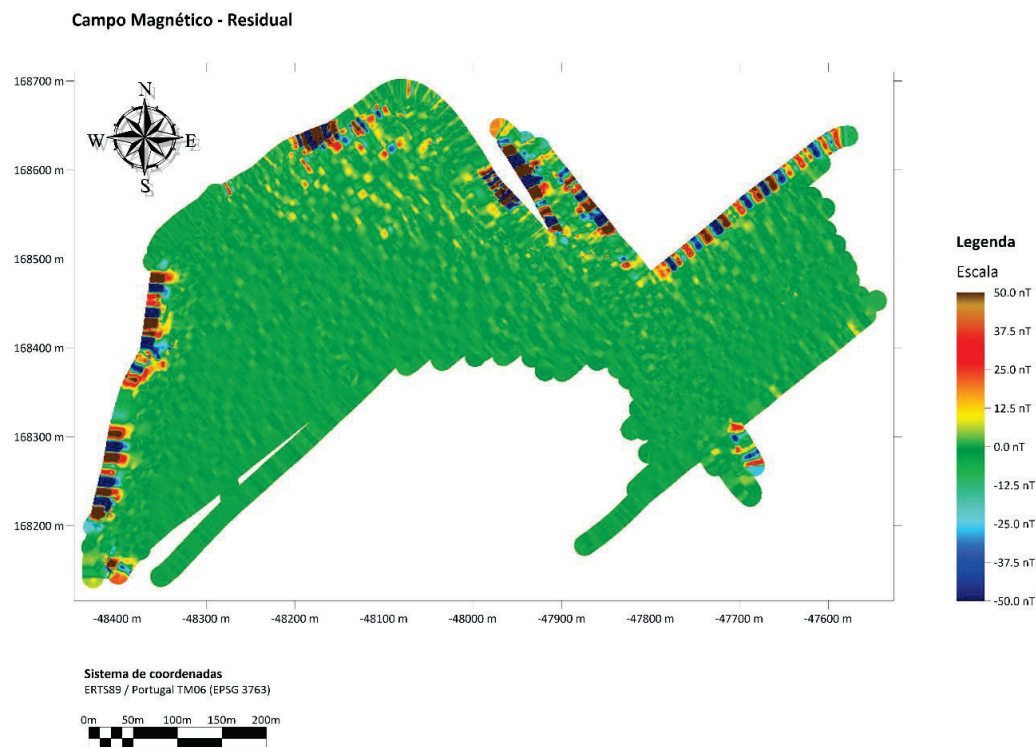


Figura 15 | Mapa de dados magnéticos de campo residual- NO 5

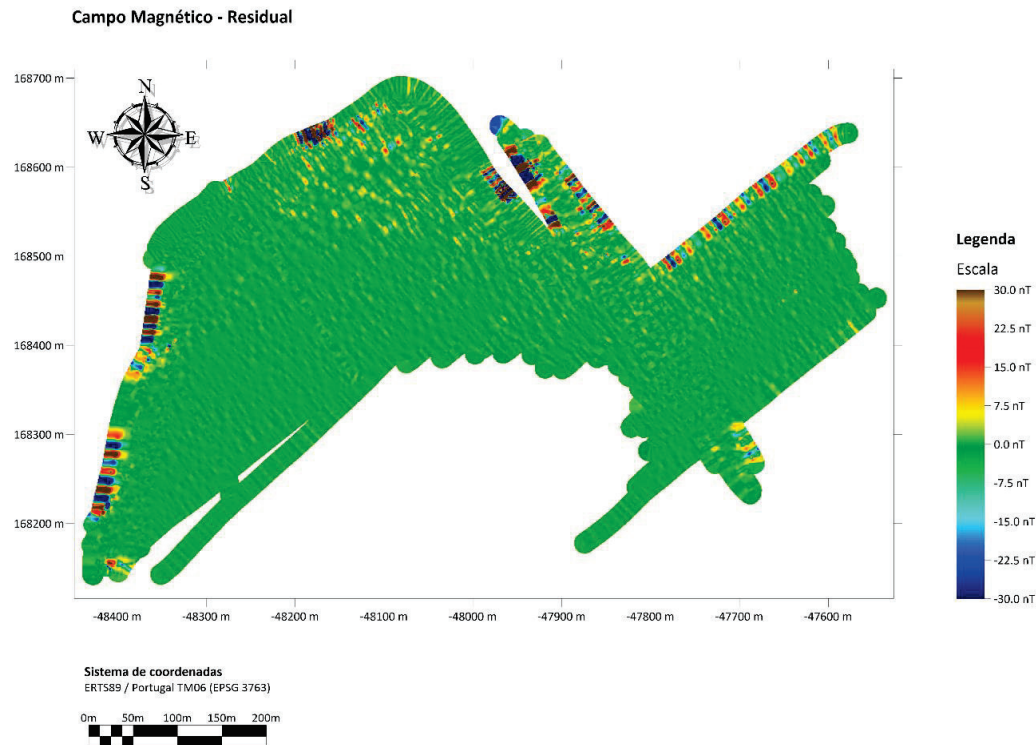


Figura 16 | Mapa de dados magnéticos de campo residual- NO 4

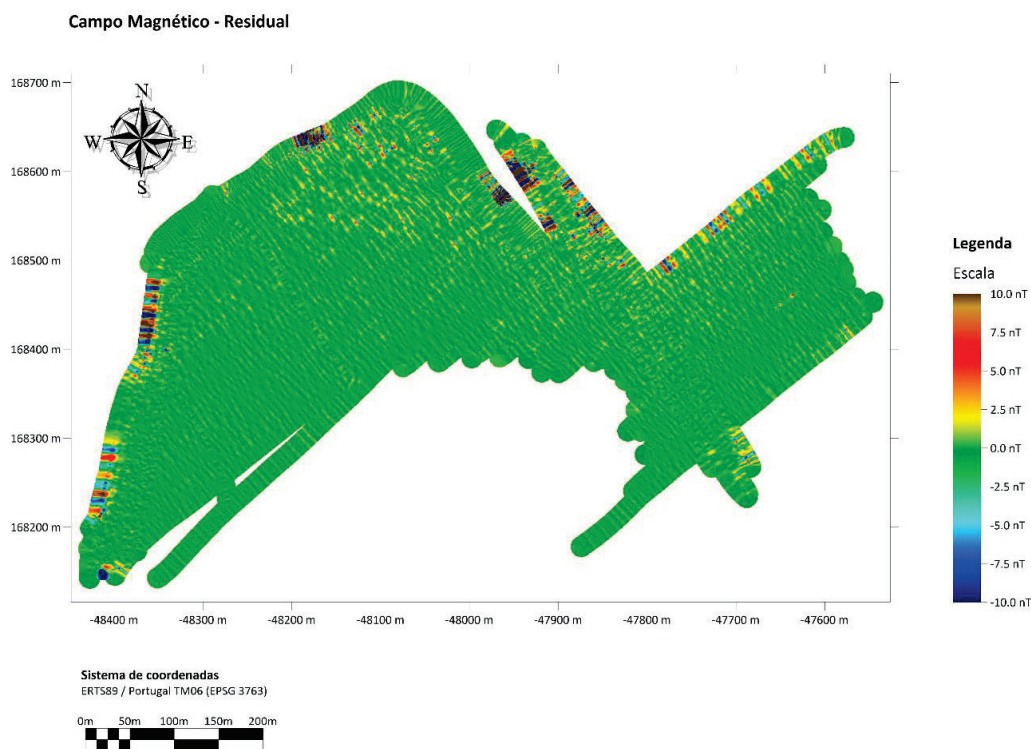


Figura 17 | Mapa de dados magnéticos de campo residual- NO 3

4.4 INTERPRETAÇÃO DE RESULTADOS

Em geral, anomalias magnéticas, num contexto local como o aqui exposto, refletem mudanças no campo magnético da Terra e são normalmente usadas para inferir sobre a presença de objetos com propriedades ferromagnéticas e/ou variações laterais na magnetização das rochas.

As anomalias com maior número de onda e elevada intensidade são normalmente associadas a objetos com propriedades ferromagnéticas localizados sobre a superfície do fundo ou em posições muito próximas desta, enquanto anomalias de comprimento de onda maior ou de forma inversa de menor número de onda, correspondem a variações causadas pelas diferentes propriedades ferromagnéticas das rochas ou pela presença de objetos ferromagnéticos de maior dimensão enterrados em profundidade. Desta forma, um objeto pode originar anomalias distintas em função das suas características magnéticas, da sua posição em profundidade e orientação espacial.

A interpretação foi realizada em etapas sucessivas inicialmente sobre os mapas de campo magnético total e posteriormente sobre os campos residuais de menor número de onda (NO) para os maiores números de onda.

A interpretação apresentada foi realizada sobre conjuntos de mapas nos seguintes intervalos de número de onda:

- Campo magnético total (Figura 7);
- Campo magnético residual (mapas de resultados relativos a NO 20, 15 e 10) (Figura 8, Figura 9 e Figura 10);
- Campo magnético residual (mapas de resultados relativos a NO 9, 8, 7 e 6) (Figura 11, Figura 12, Figura 13 e Figura 14);
- Campo magnético residual (mapas de resultados relativos a NO 5, 4 e 3) (Figura 15, Figura 16 e Figura 17).

As anomalias interpretadas são apresentadas sobre mapas de resultados em função de ajuste observado para o conjunto de resultados utilizada na interpretação.

- Áreas anómalas registadas no Campo Magnético total (Figura 16)
- Áreas anómalas registada no campo magnético residual de pequeno NO (Figura 18);
- Áreas anómalas registadas no campo magnético residual de médio NO (Figura 19);
- Áreas anómalas registadas no campo magnético residual de alto NO (Figura 20);

A interpretação final é sobreposta nas diversas anomalias interpretadas. Sendo apresentada na Figura 21 e Figura 22, contendo informação de contexto contemporânea da aquisição dos dados.

As áreas anómalas (A1) resultantes da análise do Campo Magnético Total caracterizam-se pela sua proximidade de estruturas relacionadas com o apoio a embarcações e cais de serventia às embarcações. O campo magnético observado é extremado relativamente aos valores de background (45000 nT aprox.) para a generalidade da área prospectada (Figura 18). As áreas anómalas (A2) refletem anomalias de elevada intensidade, observadas como ruído de período curto (spikes) (Figura 18). Estes valores anómalos foram filtrados durante a fase de processamento do sinal uma vez que a sua presença condicionava o processamento de dados em fases posteriores. Estas anomalias podem estar relacionadas com a presença de objetos antrópicos ferrosos ou outros ruídos de elevado campo magnético eventualmente de natureza transiente.

Da análise do campo magnético residual, observa-se um conjunto de anomalias, identificados como “Áreas anómalas B” (Figura 19), “Áreas anómalas C” (Figura 20) e “Áreas anómalas F” (Figura 21) fundamentalmente sobrepostas entre si e ocorrendo em diversas zonas da área prospectada. Á semelhança das identificadas por “Áreas anómalas A1”, relacionam-se com proximidade de estruturas relacionadas com o apoio a embarcações e cais diversos.

A “Área anómala D”, especificada na análise do campo magnético residual de médio e alto NO são apresentadas Figura 20 e Figura 21. Esta área, posicionada a norte, caracteriza-se pela distribuição relativamente caótica de um conjunto de anomalias de maior amplitude relativamente à envolvente. Este padrão indica uma zona da dispersão antrópica, que poderá ter relação com os trabalhos de dragagem efetuados. Neste sentido, as anomalias associadas a objetos antrópicos podem estar ausentes em áreas previamente dragadas. Por oposição os sedimentos não dragados podem conter

uma elevada frequência de objetos recentes de suscetibilidade magnética suficiente, responsável pela dispersão de anomalias observadas em área contrastante.

As “Áreas anómalas E”, correspondem a duas áreas anómalas individualizadas pela sua maior importância relativa, uma vez que apresentam resposta magnética com maior intensidade e elevada extensão espacial. São observáveis maioritariamente nos intervalos com NO médio e elevado (Figura 20 e Figura 21). Pelas suas características de intensidade e extensão, foram consideradas como as anomalias identificadas com maior relevo em contexto arqueológico. No entanto, devido á sua proximidade com outros objetos/estruturas visíveis, assim como as suas respostas magnéticas associadas, é possível que estas duas anomalias tenham uma forte componente de natureza antrópica.

De forma generalizada, as anomalias magnéticas observadas encontram-se em ambientes altamente contaminados pela atividade antrópica permanente, com a presença frequente de objetos ferromagnéticos perdidos, porventura enterrados, sob os sedimentos (Figura 22 e Figura 23).

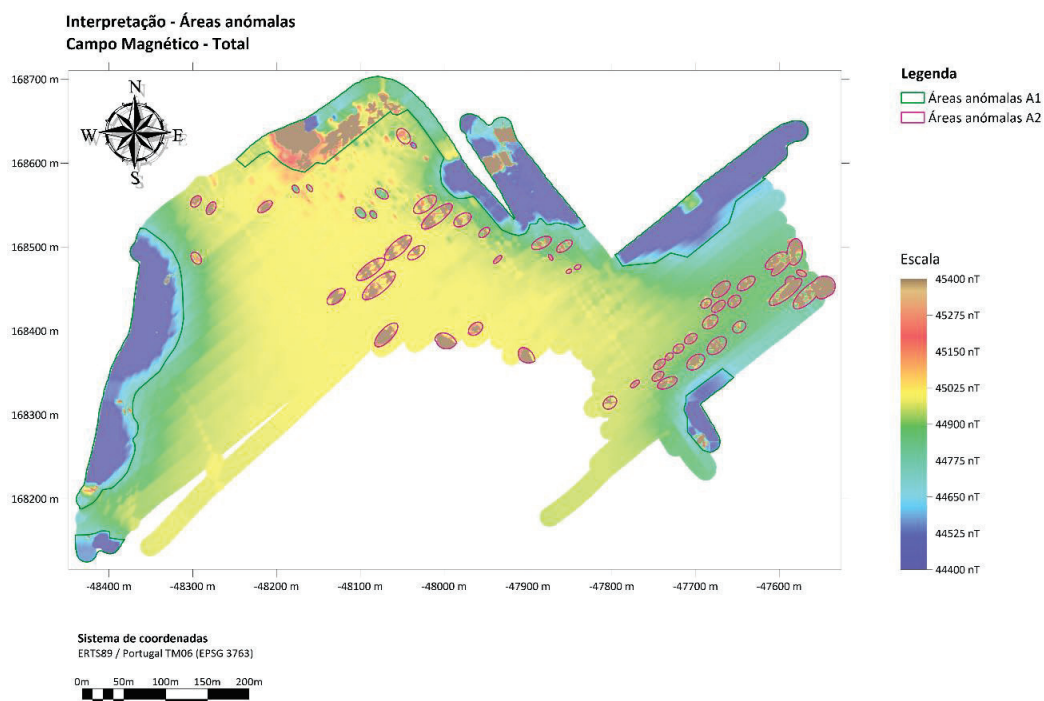


Figura 18 | Mapa interpretativo das áreas anómalas registadas no campo total, sobre mapa à transparência de dados magnéticos de campo total.

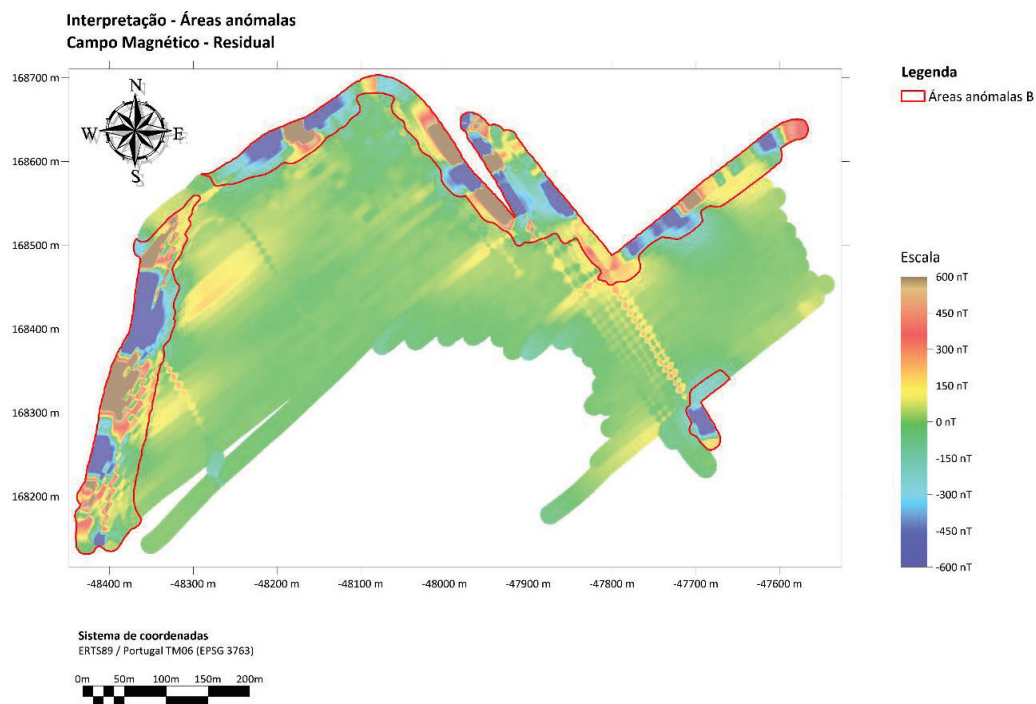


Figura 19| Mapa interpretativo das áreas anómalas associadas a número de onda menores (NO, 20, NO 15, NO 10) sobre mapa à transparência de dados magnéticos de campo residual - No 10.

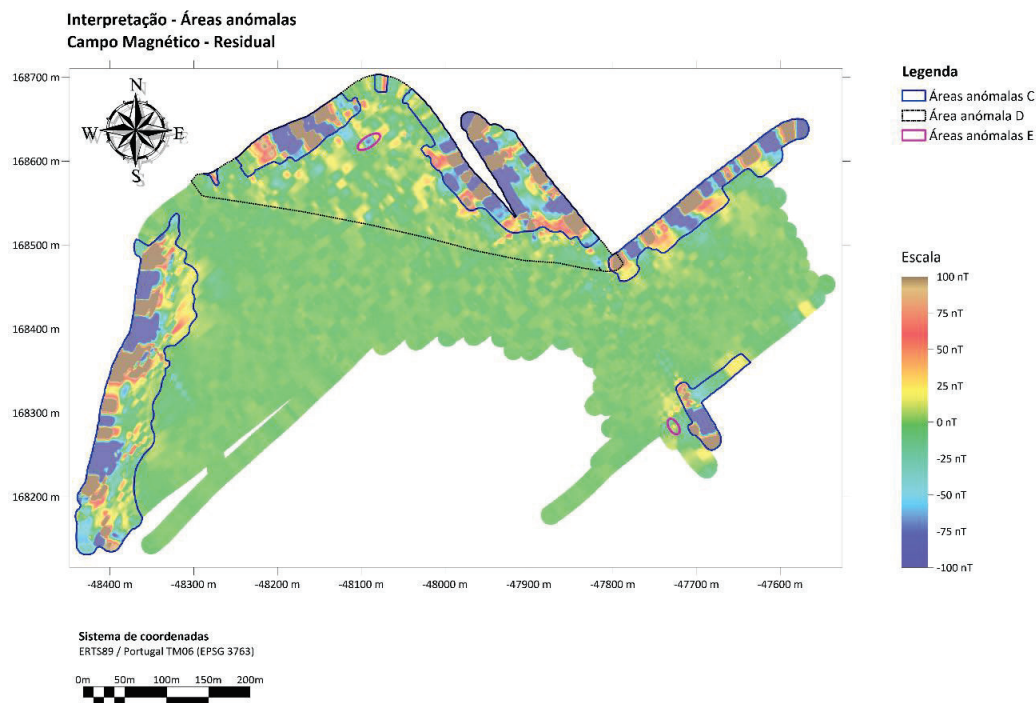


Figura 20| Mapa interpretativo das áreas anómalas associadas a número de onda médios (NO 9, NO 8, NO 7, NO 6) sobre mapa à transparência de dados magnéticos de campo residual - NO 07.

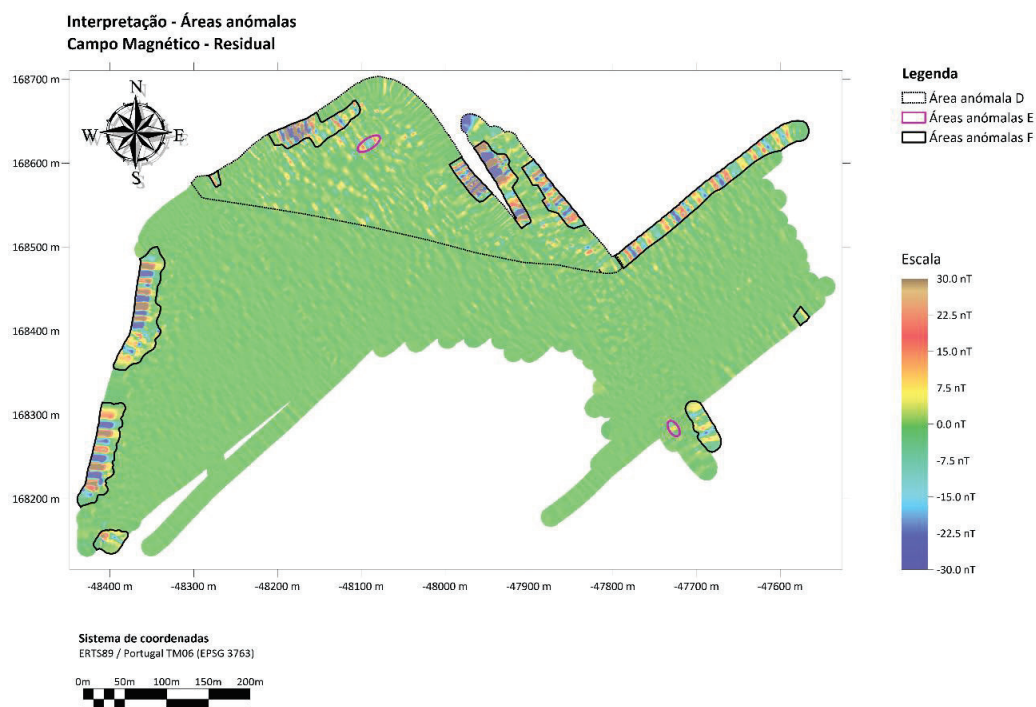


Figura 21 | Mapa interpretativo das áreas anómalas associadas a número de onda maiores (NO 5, NO4, NO3) sobre mapa à transparência de dados magnéticos de campo residual – NO 4.

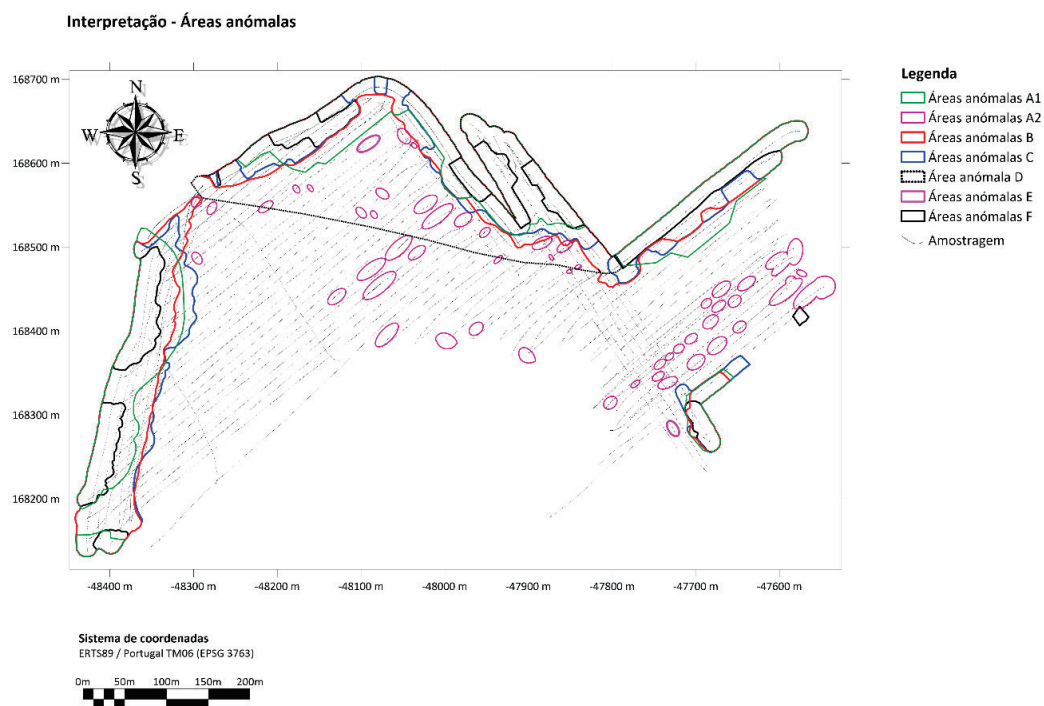


Figura 22 | Mapa interpretativo das áreas anómalas sobrepostas

precisão, adquirindo uma alta densidade de dados com uma cobertura angular de até 210°, cumprindo e até superando os requisitos mínimos da Ordem Especial e Ordem Exclusiva da IHO-S44.



Figura 24 | Transdutor do sistema multifeixe NORBIT iWBMS.

Frequências	200 a 700 kHz
Sector de cobertura angular	até 210°
Resolução	< 1 cm
Abertura de feixe	0.9° x 0.9° a 400 kHz
Alcance do Sistema	0.2 - 275m
Máxima Frequência de Impulso	60 Hz
Número de sondas por Impulso	512
Espaçamento entre pontos	Equidistante e Equiangular
Tipos de impulso	CW e FM
Gravação do Backscatter	sim
Estabilização dos feixes em Balanço	sim

SISTEMA DE NAVEGAÇÃO APPLANIX POS MV WAVEMASTER II

O sistema de navegação Applanix WaveMaster II (líder mundial do sistema GNSS/INS), embutido sistema Norbit iWBMS, garante uma mobilização e operação rápida e fiável, fornecendo dados de posicionamento, rumo e atitude da embarcação em tempo real da mais alta qualidade em todas as condições.



Figura 25 | Sistema de navegação Applanix POS MV WAVEMASTER II.

Tipo de recetor	GNSS L1/L2 RTK, código C/A
Receção de Sinais	GPS, GLONASS, Galileo, Beidou e QZSS
Precisão posicional em modo RTK (X e Y)	8 mm + 1 ppm x linha base
Precisão posicional (Z)	15 mm + 1 ppm x linha base
Precisão de Proa	0.03° (2m entre antenas GNSS)
Precisão de Cabeceio/Balanço	0.02°
Precisão da Arfagem (em tempo real)	5 cm ou 5% (o que for mais elevado)
Precisão da Arfagem (sinal atrasado)	2 cm ou 2% (o que for mais elevado)
Frequência de transmissão de dados do MRU	No máximo 200 Hz
Sincronismo	1 PPS

SENSOR DE VELOCIDADE DO SOM NA ÁGUA AML MICRO-X

O sensor de velocidade do som na água (SV) AML Micro-X é um instrumento que permite o registo da velocidade do som na água em tempo real. Este equipamento é parte integrante dos sistemas multifeixe e deve estar instalado o mais perto possível da face dos transdutores do sistema.



Figura 26 | SV AML Micro-X.

Intervalo de operação	1375 a 1625 m/s
Exatidão	± 0.025 m/s
Precisão	± 0.006 m/s
Resolução	0.001 m/s
Tempo de resposta	47 µs

PERFILADOR DE VELOCIDADE DO SOM NA ÁGUA AML MINOS-X

O perfilador de velocidade do som (SVP) AML Minos-X é um instrumento de registo do perfil de velocidade do som ao longo da coluna de água. Este equipamento integra um sensor de velocidade do som na água (SV) e um sensor de pressão (P).



Figura 27 | SVP AML Minos-X.

Alcance (P)	até 6000dBar
Exatidão (P)	±0.05%FS
Precisão (P)	±0.03%FS
Resolução (P)	0.02%FS
Tempo de resposta (P)	10 ms
Intervalo de operação (SV)	1375 a 1625 m/s
Exatidão (SV)	± 0.025 m/s
Precisão (SV)	± 0.006 m/s
Resolução (SV)	0.001 m/s
Tempo de resposta (SV)	47 µs

RECETOR GNSS TRIMBLE R10-2

Os recetores GNSS Trimble R10-2 são recetores de alta precisão e fiabilidade, usando a mais recente tecnologia GNSS RTK. Podem ser usados em modo RTK como base ou como *rover*, sendo compatíveis com os mais recentes modos de transmissão de correções diferenciais.



Figura 28 | Recetor GNSS Trimble R10-2.

Tipo de receptor	GNSS L1/L2 RTK, código C/A
Recepção de sinais	GPS, GLONASS, SBAS, Galileo, BeiDou
Precisão Horizontal (Static, RapidStatic)	3 mm + 0.5 ppm
Precisão Vertical (Static, RapidStatic)	5 mm + 0.5 ppm

Precisão Horizontal (RTK)	8 mm + 1 ppm
Precisão Vertical (RTK)	15 mm + 1 ppm

RECETOR GNSS TRIMBLE R8S

Os recetores GNSS Trimble R8s são recetores de alta precisão e fiabilidade, usando a mais recente tecnologia GNSS RTK. Podem ser usados em modo RTK como base ou como *rover*, sendo compatíveis com os mais recentes modos de transmissão de correções diferenciais.



Figura 29 | Recetor GNSS Trimble R8s.

Tipo de receptor	GNSS L1/L2 RTK, código C/A
Recepção de sinais	GPS, GLONASS, SBAS, Galileo, BeiDou
Precisão Horizontal (Static, RapidStatic)	3 mm + 0.5 ppm
Precisão Vertical (Static, RapidStatic)	5 mm + 0.5 ppm
Precisão Horizontal (RTK)	8 mm + 1 ppm
Precisão Vertical (RTK)	15 mm + 1 ppm

MAGNETÓMETRO G882AR



Figura 30 | Magnetómetro de Césio G882AR da Geometrics

Princípio de operação	vapor de césio de feixe dividido auto-oscilante (não radioativo)
Taxa de amostragem máxima	20 Hz
Ruído	<0.004 nT/ Hzrms. (SX (export) version: <0.02 nT/ Hzrms)

6 RESPONSABILIDADES E EQUIPA TÉCNICA

A aquisição dos dados foi desenvolvida por marítimos profissionais, com formação em hidrografia e manobra de embarcações hidrográficas. O processamento e validação dos dados é acompanhado por topógrafos e hidrógrafos certificados, acreditados pela *International Hydrographic Organization* (IHO), *Fédération Internationale de Géomètres* (FIG) e *International Cartographic Association* (ICA). O levantamento hidrográfico realizado foi projetado de modo a cumprir as atuais especificações da OHI, e de acordo com as “Especificações técnicas para planeamento execução e processamento de levantamentos hidrográficos” produzida pelo Instituto Hidrográfico. Os trabalhos de prospeção magnética e tratamento de dados foi realizado por uma equipa de geofísicos profissional e experiente.

7 PRODUTOS FINAIS

Com os dados batimétricos foram criados os seguintes produtos finais:

- Ficheiro CAD, em planta, com uma grelha de pontos de 5 metros de afastamento, curvas de nível a cada 0,5 metros e uma imagem georreferenciada do modelo batimétrico;
- Ficheiros ASCII (.xyz) do modelo batimétrico representado com vários espaçamentos;
- Ficheiro KMZ, para localização do trabalho.

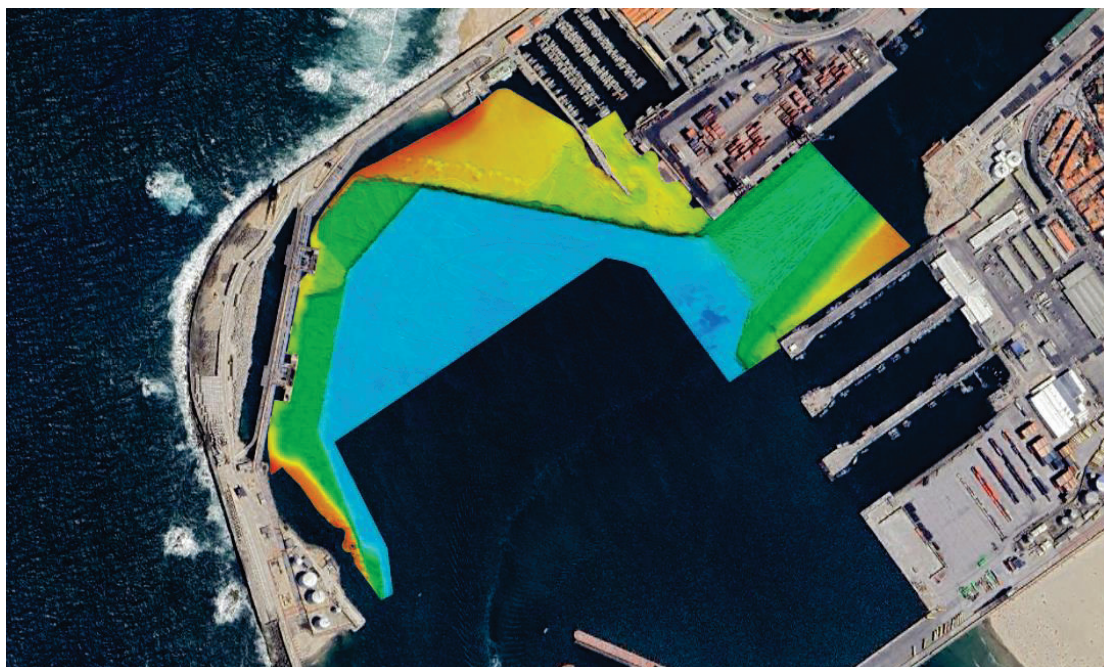


Figura 31| Superfície do modelo batimétrico georreferenciada

Com os dados de magnética foram criados os seguintes produtos finais:

- Dados originais apresentados nos formatos ASCII (.xyz) obtidos do software de aquisição apresentados em formato de grelha georreferenciada;
- Mapas de resultados e interpretações apresentados em formato *raster* (.png), georreferenciados (.tiff);
- Áreas anómalas apresentadas em formato vetorial (.shp) e em formato CAD (.dxf).

Os produtos finais de entrega estão resumidos na Tabela 3.

Tabela 3 | Produtos finais de entrega.

Zona Norte			
Entrega	Informação	Nome ficheiro	Tipo
Grelhas - resultados processados	Campo magnético total	CampoMagneticoTotal.xyz	ASCII
	Campo magnético residual	CampoMagneticoResidual20.xyz	ASCII
		CampoMagneticoResidual15.xyz	ASCII
		CampoMagneticoResidual10.xyz	ASCII
		CampoMagneticoResidual9.xyz	ASCII
		CampoMagneticoResidual7.xyz	ASCII
		CampoMagneticoResidual8.xyz	ASCII
		CampoMagneticoResidual6.xyz	ASCII
		CampoMagneticoResidual5.xyz	ASCII
		CampoMagneticoResidual4.xyz	ASCII
		CampoMagneticoResidual3.xyz	ASCII
Mapas de dados, resultados e interpretação	Aquisição	AmostragemDadosAdquiridos.png (tif)	Raster
	Campo magnético total	CampoMagneticoTotal.png (tif)	Raster
	Campo magnético residual	CampoMagneticoResidual20.png (tif)	Raster
		CampoMagneticoResidual15.png (tif)	Raster
		CampoMagneticoResidual10.png (tif)	Raster
		CampoMagneticoResidual9.png (tif)	Raster
		CampoMagneticoResidual7.png (tif)	Raster
		CampoMagneticoResidual8.png (tif)	Raster
		CampoMagneticoResidual6.png (tif)	Raster
		CampoMagneticoResidual5.png (tif)	Raster
		CampoMagneticoResidual4.png (tif)	Raster
		CampoMagneticoResidual3.png (tif)	Raster
	Interpretação (Raster)	AreasAnomaliasCampoTotal.png (tif)	Raster
		AreasAnomaliasNObaixo.png (tif)	Raster
		AreasAnomaliasNOmedio.png (tif)	Raster
		AreasAnomaliasNOelevado.png (tif)	Raster
		AreasAnomaliasInterpretaçãoIntegrada.png (tif)	Raster
		AreasAnomaliasInterpretaçãoIntegradaOrtofoto.png (tif)	Raster
	Interpretação (Vetor)	AreasAnomaliasA1.shp (dxf)	Vetor
		AreasAnomaliasA2.shp (dxf)	Vetor
		AreasAnomaliasB.shp (dxf)	Vetor
		AreasAnomaliasC.shp (dxf)	Vetor
		AreasAnomaliasD.shp (dxf)	Vetor
		AreasAnomaliasE.shp (dxf)	Vetor
		AreasAnomaliasF.shp (dxf)	Vetor

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, as anomalias magnéticas observadas encontram-se em ambientes altamente contaminados pela atividade antrópica permanente, com a presença frequente de objetos ferromagnéticos perdidos, porventura enterrados sob os sedimentos (Figura 22 e Figura 23).

A identificação de anomalias de interesse arqueológico na área prospectada está fortemente condicionada pela quantidade e dispersão de anomalias observadas cuja esmagadora maioria se deve muito provavelmente à atividade comercial e de lazer associado ao Porto de Leixões.

Todas as atividades referenciadas e acordados no contexto deste trabalho são aqui declaradas como cumpridas na sua totalidade.

Aveiro, AtlanticLand Consulting, 16 de outubro de 2023