



AGÊNCIA
PORTUGUESA
DO AMBIENTE

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

T5 | LEVANTAMENTO TOPO-HIDROGRÁFICO



PROGRAMA COSMO

Número total de páginas - 17
Novembro de 2018
Versão 01

CONSÓRCIO



ATLANTICLAND®
CONSULTING



GEOATRIBUTO
PLANEAMENTO E ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO

geoglobal

Soluções em geo-informação

COFINANCIADO POR:



Fundo de Coesão

1 ASPETOS METODOLÓGICOS

No que respeita aos aspetos metodológicos de execução dos trabalhos e de aquisição e processamento de dados, importa ressaltar que todos os levantamentos, independentemente da tarefa a que respeitem, são 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 do estado da zona costeira, para apoio à gestão nestas áreas do território e mitigação do risco costeiro para pessoas e bens, contribuindo para uma maior racionalidade e sustentabilidade das opções tomadas pelos decisores.

A metodologia e especificações técnicas subjacentes aos trabalhos da **Tarefa 5 – Levantamento Topo-hidrográfico**, realizados no âmbito do **Programa COSMO**, encontra-se devidamente sistematizada e detalhada nos pontos que a seguir se apresentam.

1.1. APOIOTOPOGRÁFICO

1.1.1. SISTEMA DE REFERÊNCIA

Os diferentes levantamentos têm associado o sistema de referência planimétrico oficial de Portugal continental, ETRS89-TM06:

- ▶ Referencial Planimétrico:
 - Elipsóide referência: GRS80
 - Projeção cartográfica: Transversa de Mercator
 - Origem das Coordenadas Retangulares:
 - Latitude: 39° 40' 05",73 N
 - Longitude: 8° 07' 59",19 W
 - Falsa origem: M=0 metros; P=0 metros
 - Fator de Escala no Meridiano Central: 1,0
- ▶ Referencial Altimétrico: Datum Cascais (1938).
- ▶ Zero Hidrográfico (ZH), situado 2 metros abaixo do Nível Médio Adotado (NMA), de acordo com o Instituto Hidrográfico (IH). Com exceção da tarefa 4, em que o plano de referência é o NMA.

1.1.2. PONTOS DE APOIO

Foi realizada a coordenação planimétrica de pontos através da Rede Nacional de Estações Permanentes (ReNEP) para posicionamento em tempo real utilizando a técnica RTK. As coordenadas dos pontos foram

obtidas por observação GNSS, tendo como referência altimétrica o ZH. Os pontos coordenados serviram de apoio e referência à tarefa 1 e 5. A sua correção altimétrica foi validada através das marcas da Rede de Nivelamento Geométrico de Alta Precisão da Direção-Geral do Território (DGT) e marcas de nivelamento do Instituto Hidrográfico Português (IH).

Na Figura 1 é apresentado um exemplo de marca de bronze que assinala a localização de cada ponto coordenado.

Figura 1 | Marca de bronze utilizada para testemunho e validação de coordenadas na tarefa 1 e 5



1.2. TAREFA 5 – LEVANTAMENTO TOPO-HIDROGRÁFICO

O levantamento topo-hidrográfico resulta da conjugação do levantamento da praia emersa (topográfico) e imersa (batimétrico), originando um único levantamento que assegure a continuidade e perfeita ligação entre os dois domínios.

Entre levantamentos consecutivos (i.e. MDT) são calculadas as respetivas variações volumétricas (m^3) e verticais (m) (com a indicação dos desvios-padrão associados), gerando mapas de diferenças de cota e mapas com a definição das áreas de erosão/acreção do tipo “cut/fill”.

1.2.1. METODOLOGIA DOS TRABALHOS REALIZADOS

A aquisição dos dados foi realizada através do sondador multifeixe e feixe simples, assegurando a cobertura de toda a área imersa. A garantia de aquisição de dados batimétricos nas zonas mais próximas do areal foi conseguida com recurso a mota de água e portadora de sistema feixe simples, de modo a ultrapassar as adversidades adjacentes à zona de trabalho conhecida por *surf zone*. Trata-se de uma área de atuação perigosa, mas de elevada importância para o estudo e objetivo do trabalho.

1.2.1.1. DOCUMENTOS CONSULTADOS

A existência de uma sustentabilidade documental é fundamental e de elevada importância, para a realização de todos os tipos de trabalho em segurança e com rigor. São consultados os seguintes documentos:

- ▶ Plantas de localização, das áreas de atuação, segundo Anexo I do Programa de Monitorização da Faixa Costeira de Portugal Continental - Caderno de Encargos;
- ▶ Carta de Navegação de aproximação;
- ▶ Avisos aos Navegantes, promulgado pelas Autoridades Marítimas e Portuárias;
- ▶ Tabela das marés 2018, IH;
- ▶ Ficha de ponto coordenado, Programa COSMO.

1.2.1.2. TOPOGRAFIA (PRAIA EMERSA)

O levantamento da superfície total emersa da praia é efetuado através da realização de perfis com espaçamento adequado, de modo a fornecer uma malha topográfica que permita criar modelos digitais de terreno rigorosos, calcular variações volumétricas e quantificar a evolução da linha de costa.

Em todas as áreas de praia emersa objeto de levantamento topo-hidrográfico são realizados levantamentos topográficos com recurso a GPS e levantamentos fotogramétricos com recurso UAV. Os levantamentos fotogramétricos são realizados em conformidade com a metodologia já anteriormente descrita no âmbito da tarefa 3 (levantamento integral de praias) e da tarefa 4 (levantamento integral de arribas), estando de acordo com os requisitos e precisões aí apresentadas. Os produtos desenvolvidos são também os aí descritos.

Nos levantamentos topográficos, os perfis emersos são realizados através de métodos de topografia que recorrem aos GNSS, com uma precisão de 5 cm ou melhor. Estes perfis são gerados a partir de pontos coordenados (x,y,z) com espaçamento entre si menor que 1 metro. O espaçamento entre pontos é tão mais reduzido quanto o necessário para a correta descrição do terreno. Assim, em regiões de linha de água, ou ravina, é necessário recolher tantos pontos quanto os necessários para a correta descrição do terreno.

Em complemento da malha de pontos recolhida através de método topográfico são ainda realizados voos de *drone* que permitem fornecer imagens ortorretificadas e ainda o complemento de informação topográfica através de MDS nas regiões de arriba ou de difícil acesso.

1.2.1.3. HIDROGRAFIA (PRAIA IMERSA)

LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO MULTIFEIXE

No contexto da presente tarefa, os levantamentos hidrográficos têm como seu principal objetivo a obtenção de dados para reconhecimento morfológico e sedimentológico do fundo.

O levantamento hidrográfico de ordem especial realizado com o sistema multifeixe salvaguarda sempre a segurança da embarcação e dos seus ocupantes, assim como do próprio equipamento.

É adotada a técnica de levantamento multifeixe com cobertura batimétrica completa, de modo a proporcionar um conhecimento total da área sondada e identificação de objetos salientes à morfologia local.

a. Instalação e calibração de equipamentos

No início das operações de sondagem é efetuada a calibração do sistema sondador, de modo a efetivar a correta determinação dos desvios de orientação. Esta consiste na medição dos desvios da origem de medição do balanço, do cabeceio e proa, visto que o atraso em tempo é corrigido pelo sistema de posicionamento, eliminando-se assim a existência de latência na troca de informação entre equipamentos.

São 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 são novamente verificados e utilizadas as correções necessárias através do ficheiro de configuração da embarcação, a ser utilizado para processamento final dos dados.

b. Execução

A sondagem foi executada numa embarcação especialmente equipada para a prática de hidrografia, com dois motores fora de bordo, com 6.95 metros de comprimento e 0.30 metros de calado.

Figura 2 | Embarcação de apoio ao levantamento multifeixe



Sempre que as condições ambientais não sejam favoráveis para a prática dos trabalhos de sondagem, implicando interrupções por via da agitação marítima e ventos fortes e obrigando à paragem dos trabalhos, é retomada a normalidade assim que as condições o permitam.

Determinação do posicionamento e da atitude da plataforma

O sistema de posicionamento utilizado é 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, é estacionada uma estação de referência base *Topcon Hiper +*, ligada a um radio-link UHF *Pacific Crest*, para enviar as correções diferenciais para o recetor/sensor de posicionamento *Seapath 330*, localizado a bordo da embarcação.

O posicionamento e atitude da embarcação são assegurados pela unidade *Seapath 330* do sistema sondador multifeixe. 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 MRU 5, 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. A informação de atitude é fornecida a uma taxa de 100 Hz e o posicionamento a uma taxa de 2 Hz.

Medição das profundidades

Para obtenção da superfície batimétrica, a embarcação de sondagem é equipada com um sistema de multifeixe composto por dois transdutores *EM 2040 Compact da Kongsberg Maritime*. A largura de banda do transdutor *EM 2040C* permite que o sistema opere eficazmente com comprimentos de impulsos muito curtos, isto é, para baixo a 25 microssegundos, obtendo 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. Os erros estimados do sistema, relativamente à definição das profundidades são da ordem de 0,1% da profundidade real. 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. O modelo de terreno é gerado em tempo real a partir da entrada de todas as sondas provenientes das sondagens da respetiva área, não apenas da fiada de sondagem a decorrer, mas também de todas as anteriores.

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, é 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, é 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 são utilizados para o cálculo das correções de refração aplicadas a quando a transmissão do feixe.

Aquisição, controlo e gravação da informação hidrográfica

A embarcação de sondagem é guiada através das informações fornecidas pelo *left/right* indicator, integrado no sistema de aquisição SIS - *Seafloor Information System*, da *Kongsberg*, instalado na *work station* do equipamento. Os dados são gravados automaticamente pelo sistema em intervalos de 150 ms.

c. Processamento

A correção de eventuais erros de posicionamento, bem como a preparação dos ecogramas obtidos, nomeadamente a correção de eventuais erros dos valores de profundidade digitalizados e a construção do ficheiro com os valores da variação da altura de água observados, é efetuada com recurso ao *software* de aquisição SIS e processamento *Qimera* da QPS.

Os dados quando importados para *software* de processamento, integram 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.

De seguida cada fiada é submetida 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;
- ▶ Deteção, análise e eliminação de profundidades anómalas (*spikes*) registadas entre feixes de uma mesma faixa sondada (*swath*) através de filtros do sistema.

Nesta fase do processamento, os feixes encontram-se referidos à linha de água na vertical do transdutor. Para georreferenciar cada uma das profundidades e referenciá-las ao *Datum* vertical são necessárias as seguintes operações:

- ▶ Redução da sondagem da altura de maré, convertendo as profundidades obtidas em sondas reduzidas. Desta forma, os valores de profundidade ficaram referidos ao plano de referência.
- ▶ Junção dos dados de profundidade com os dados de posicionamento, considerando os vários datagramas correlacionados com a hora GPS dos equipamentos de aquisição.

A validação do processamento é realizada após os dados de sondagem serem 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.

d. Validação do Processamento

A validação dos levantamentos multifeixe é realizada através da estimativa das incertezas associada aos dados, para cada conjunto de valores (x,y,z), para um intervalo de confiança de 95%, tanto para a nível planimétrico e altimétrico.

É realizada a estatística recorrendo à confrontação das fiadas principais de sondagem com as de verificação de sondagem. O produto final é um histograma e uma tabela de valores descritivos das análises realizadas, concluindo-se existe aprovação ou não do levantamento, relativamente aos requisitos apresentados na S-44 da OHI.

LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO FEIXE SIMPLES

O levantamento feixe-simples é realizado nas zonas de cada área de atuação entre o levantamento hidrográfico multifeixe e a linha de costa. A aquisição dos dados ocorre em períodos de preia-mar, hora em que o nível da água do mar é máximo. O recurso a mota de água, como embarcação de sondagem, permite a aquisição de dados hidrográficos nas zonas de ondulação (praia imersa) e uma continuidade e ligação aos dados topográficos (praia emersa).

a. Esquema de cobertura

São executadas fiadas denominadas de principais de sondagem, perpendiculares à batimetria e linha de costa. São também efetuadas fiadas de verificação, perpendiculares às fiadas principais, para verificação dos dados obtidos no cruzamento de ambas.

Para a cobertura desta área é utilizada a técnica *Real Time Kinematic* (RTK) do sistema comumente referido como *Carrier-Phase Enhancement* (CPGPS), no modo *Ultra High Frequency* (UHF).

b. Instalação e calibração de equipamentos

O sistema feixe simples CEESCOPE e componentes de aquisição dos dados batimétricos são instalados numa mota de água dedicada, garantindo-se a verticalidade do transdutor e recetor posicional, relativamente à linha de água. O sistema é também composto por um sensor inercial para compensação do movimento dos feixes, necessário para zonas de elevada agitação.

No início da sessão de sondagem é efetuada a calibração do sondador acústico para a velocidade de propagação do som na água e verificado no final este seu parâmetro de calibração. Para calibração da latência entre os componentes são realizadas fiadas iniciais de sondagem, sobrepostas e em sentidos contrários, de modo a aplicar a correção correta a aquando o processamento.

c. Execução

A sondagem foi executada na embarcação “Atlas I”, mota de água dedicada à prática de levantamentos hidrográficos feixe-simples.

Tal como já explanado ao longo do presente documento, a sondagem é executada na embarcação “Atlas I”, mota de água dedicada à prática de levantamentos hidrográficos feixe-simples.

Determinação do posicionamento e da atitude da plataforma

O sistema de posicionamento utilizado é suportado pela técnica *Real Time Kinematic* (RTK), com transmissão de dados diferenciais no modo *Ultra High Frequency* (UHF). A bordo da embarcação é instalado um receptor *Topcon Hiper +*, ligado a um radio-link UHF, para receção das correções enviadas pela estação de referência localizada em terra.

Medição das profundidades

A embarcação de sondagem é equipada com um sistema de feixe simples CEESCOPE, integrando um sistema automático de aquisição e processamento de dados hidrográficos *Hypack*, operando com dupla frequência, nomeadamente 38KHz e 200KHz.

Aquisição, controlo e gravação da informação hidrográfica

A embarcação de sondagem é guiada através das informações fornecidas pelo *left/right indicator*, integrado no sistema de aquisição *Hypack*, instalado no computador portátil. A velocidade média de sondagem foi de 4 nós. Os dados foram gravados automaticamente pelo sistema em intervalos de 100 ms.

d. Processamento

A correção de eventuais erros de posicionamento, bem como a preparação dos ecogramas obtidos, nomeadamente a correção de eventuais erros dos valores de profundidade digitalizados e a construção do ficheiro com os valores da variação do nível de água observados, é efetuada no software de aquisição e também processamento, *Hypack*.

Os dados são importados pelo sistema de processamento do software *Hypack*. De seguida, cada fiada é submetida à seguinte sequência de operações:

- ▶ Análise dos dados de atitude 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;
- ▶ Deteção, análise e eliminação de profundidades anómalas (spikes) registadas entre feixes de uma mesma faixa sondada através de filtros do sistema.

Nesta fase do processamento, os feixes encontram-se referidos à linha de água na vertical do transdutor. Para georreferenciar cada uma das profundidades e referenciá-las ao datum vertical são necessárias as seguintes operações:

- ▶ Junção dos dados de profundidade com os dados de posicionamento, considerando os vários datagramas correlacionados com a hora GPS dos equipamentos de aquisição.

Os dados de sondagem são processados manualmente, utilizando a visualização por perfis e por áreas, de modo a validar o processamento automático efetuado anteriormente.

A sonda CEESCOPE permite a gravação dos dados com duas frequências e ecograma, para desambiguação dos dados obtidos em campo. Esta ferramenta é utilizada como apoio à análise rigorosa dos dados na fase de processamento.

A validação das sondas é realizada através da análise do ecograma, fruto da intensidade da reflexão dos ecos acústicos, ao longo de cada fiada de sondagem. Os pontos a cor azul representam as sondas validadas que definem o fundo. A Figura 5 ilustra como exemplo parte de um para demonstração da irregularidade do fundo.

PROCESSAMENTO BACKSCATTER

A aquisição dos dados *Backscatter*, ou em tradução, Retrodispersão Acústica (RA), é realizada em simultâneo com a aquisição dos dados batimétricos multifeixe. Adicionalmente, e com o objetivo de realizar uma correta classificação dos fundos, em pós-processamento são adquiridos dados e recolhidas amostras de sedimento.

O processamento dos dados é executado com recurso ao *software* dedicado cujo algoritmo segue dois caminhos distintos. O primeiro tem por finalidade a construção de um mapa (mosaico) e a segunda a caracterização dos sedimentos.

a. Calibração do Sistema

Antes do início dos trabalhos de campo é efetuada a calibração absoluta dos níveis medidos pelo sistema de aquisição, garantindo que estas medições representam com rigor o tipo de sedimento que compõe na realidade o fundo. Por outro lado, e para mitigar as incertezas associadas a estas medições é mantida, durante todas as sessões de aquisição, a estabilidade dos parâmetros que controlam a aquisição de dados.

Adicionalmente, e com o objetivo de remover em pós-processamento o efeito do diagrama de irradiação do transdutor (*Beam Pattern*) são adquiridos dados e recolhidas amostras de sedimentos numa zona previamente selecionada.

De forma a controlar a qualidade e verificar a eficácia do algoritmo de caracterização dos sedimentos, são efetuadas outras recolhas de amostras com a finalidade de serem utilizadas para supervisão da caracterização, ao comparar o fundo verdadeiro com o resultado da caracterização ARA.

b. Processamento de dados de Retrodifusão Acústica

O processamento dos dados é executado com recurso ao *software* FMGT (*Fledermaus Geocoder Toolbox*) da QPS cujo algoritmo foi desenvolvido pelo *Center for Coastal & Ocean Mapping na University of New Hampshire*.

Os produtos finais são trabalhados em ambiente SIG, designadamente no *software* QGIS.

O processamento de dados de RA é precedido pelo processamento batimétrico. Desta forma, os dados de entrada são dados validados e, portanto, livre de artefactos, evitando enviesar o resultado da caracterização sedimentar.

Os dados brutos de RA, assim como todos os parâmetros do sistema que são utilizados durante a aquisição estão registados no datagrama. O algoritmo Geocoder lê e utiliza esta informação para corrigir e compensar qualquer alteração efetuada durante a aquisição. No entanto, para minimizar as incertezas associadas a estas alterações, os parâmetros que controlam a aquisição dos dados são mantidos estáveis ao longo de todo o projeto.

Adicionalmente, é utilizado o modelo digital de terreno (modelo batimétrico) para corrigir as medições motivada pela morfologia do fundo marinho (declives).

As séries temporais, constituídas pelos dados brutos de alta resolução de RA, são sujeitas a correções geométricas e radiométricas de acordo com a seguinte sequência de operações:

- ▶ Correção dos parâmetros utilizados pelo sistema durante a aquisição, tais como o ganho estático e o ganho dinâmico, o nível de potência;
- ▶ Compensação dos parâmetros ambientais, tais como as perdas por transmissão na coluna de água (absorção e dispersão esférica) e o cálculo da área efetivamente insonificada;
- ▶ Correção do ângulo efetivo de incidência de acordo com o declive do fundo (modelo batimétrico);
- ▶ Extração e aplicação da correção do diagrama de irradiação do transdutor.

Nesta fase, o processamento segue dois caminhos distintos. O primeiro tem por finalidade a construção de um mapa (mosaico) e a segunda a caracterização dos sedimentos.

c. Construção do Mosaico RA

O mosaico fornece informação acerca da variabilidade e distribuição espacial dos diferentes tipos de sedimentos na área do Programa COSMO. Os mais refletivos e, portanto, mais duros, traduzem-se em tons de cinza claros e os menos refletivos, mais macios e absorventes, em tons escuros. Porém, esta informação, embora calibrada, constitui apenas uma informação qualitativa.

De forma a formar uma imagem homogênea, isto é, sem intensificação na zona do nadir, é removida a dependência angular dos dados (AVG).

Por fim, e através de um processo de gridagem, a imagem é finalmente construída sendo filtrada para remoção de ruído.

Esta imagem de alta resolução é exportada para software SIG onde é finalizado o produto final (Geotiff).

d. Caracterização dos Sedimentos

Com a finalidade de caracterizar os sedimentos superficiais nas áreas do projeto, é utilizada uma técnica quantitativa denominada *Angular Range Analysis* (ARA).

A técnica ARA é baseada no facto de que cada tipo de sedimento tem uma resposta angular única (assinatura geoacústica). Isto é, a variação das intensidades de RA em função dos ângulos de incidência é uma função das propriedades dos sedimentos.

Sucintamente, este método analisa as séries temporais de RA extraído de um conjunto de parâmetros das respostas angulares. Posteriormente, utiliza estes parâmetros como entrada num modelo geoacústico invertido, relacionando os parâmetros com os tipos de sedimentos do modelo.

Os parâmetros usados pelo ARA são baseados nos modelos no *Applied Physics Laboratory of the University of Washington* e considera as inter-relações entre as propriedades físicas e geoacústicas dos sedimentos.

A inversão iterativa do modelo, procura uma réplica da resposta angular de um sedimento do modelo que melhor se ajusta à resposta angular do sedimento em análise.

Quando a inversão iterativa do modelo converge para um resultado é assumido que este é uma réplica da resposta angular dos parâmetros de entrada, constituindo assim uma boa representação do sedimento naquele local, podendo ser usado para descrever todas as características geofísicas do sedimento superficial nesse local.

Após análise granulométrica e identificação do tipo de sedimento das amostras recolhidas, este é caracterizado de acordo a escala *Wentworth*, onde é especificado o tamanho médio do grão (Figura 3).

Figura 3 | Escala de Wentworth

Escala ϕ	Dimensão grão	Nome agregados
< -1	< 2 mm	Cascalho-rocha
0 a -1	1-2 mm	Areia muito grossa
1 a 0	0.5-1 mm	Areia grossa
2 a 1	0.25-0.5 mm	Areia média
3 a 2	0.125-0.25 mm	Areia fina
4 a 3	0.0625-0.125 mm	Areia muito fina
8 a 4	0.039-0.0625 mm	Siltés
>8	<0.039 mm	Argila

Esta informação é apresentada num mapa com a distribuição espacial dos diferentes tipos de sedimentos, sendo exportado para ambiente SIG. Neste software são produzidos novos mapas segmentados (Geotiff) recorrendo à alta resolução espacial do mosaico e classes de acordo com o resultado da ARA.

Adicionalmente, é associada uma descrição textural do tipo de sedimento, desde o cascalho até à argila, passando pelas areias finas e grosseiras.

EQUIPAMENTO

Para a execução dos levantamentos hidrográficos são utilizados os seguintes equipamentos:

- ▶ Sistema Multifeixe Dual Head: 2 sondas Kongsberg EM 2040C;
 - Frequências: 200 a 400 kHz
 - Resolução: < 1 cm
 - Sector de Swath: até 130°
 - Alcance do Sistema: até 600m
 - Máxima Frequência de Impulso: 50 Hz
 - Numero de sondas por ping : > 800 por swath, Dual-Head
 - Sector de cobertura: > 130° para 200 - 320 kHz
 - Sector de cobertura: 100° para 350 kHz
 - Sector de cobertura: 70° para 400 kHz
 - Espaçamento entre feixes: equidistante, Equiangular e Elevada Densidade
 - Feixes estabilizados em Roll: Sim
 - Feixes estabilizados em Pitch: Sim
 - Feixes estabilizados em Yaw: Sim

Figura 4 | SMF Kongsberg EM 2040C Dual-Head



- ▶ Sensor de Posicionamento Kongsberg Seapath 330;
 - Tipo de recetor: vector GNSS L1/L2 RTK, código C/A
 - Receção de Sinais: GPS, GLONASS, Galileo
 - Precisão posicional (X e Y): 1 cm;
 - Precisão posicional (Z): 2 cm;
 - Precisão em guiamento/direção: < 0.05° RMS;
 - Precisão de Pitch/Roll: < 0.02° RMS para ± 5° amplitude;
 - Anel integrado e sensores de inclinação com tempos de início rápidos e atualizações de direção durante a perda temporária de GPS
 - Taxas rápidas de saída de direção e posicionamento de até 20 Hz

Figura 5 | Sensor de Posicionamento Seapath 330



- ▶ Unidade de Controlo Inercial (IMU) Seatex-Kongsberg MRU-5;
 - Número de sensores: 3
 - Gama de orientação angular: Ilimitada
 - Velocidade angular de alcance: ± 150°/s
 - Desalinhamento do eixo: < 0.05°
 - Resolução em todos os eixos: < 0.01°
 - Taxa angular de ruído em roll, pitch e yaw: 0.025°/s RMS
 - Precisão estática em roll e pitch: 0.25° RMS
 - Precisão dinâmica em roll e pitch: 0.030°/s RMS

- Erro de fator de escala: 0.20% RMS
- Gama de aceleração (todos os eixos): $\pm 30 \text{ m/s}^2$
- Ruído na aceleração: $0.0020 \text{ m/s}^2 \text{ RMS}$
- Precisão na aceleração: $0.01 \text{ m/s}^2 \text{ RMS}$
- Gama de saída: $\pm 50\text{m}$, ajustável
- Períodos: 0 a 25s
- Precisão dinâmica em heave: 5cm ou 5%, consoante o que for mais elevado

Figura 6 | Unidade de Controlo Inercial kongsberg MRU-5.



► dSVP - Sound Velocity Profiler;

- Variação: 1375 a 1625 m/s
- Exatidão: $\pm 0.025 \text{ m/s}$
- Precisão: $\pm 0.006 \text{ m/s}$
- Resolução: 0.001 m/s
- Tempo de resposta: $47 \mu\text{s}$

Figura 7 | Sensores SV e SVP AML.



► Draga Van Veen, para recolha de amostras;

- Área de amostra: 250cm^2 - 4 tampas
- Amostra: 3,14 L

- Dimensões: 20 x 20x 70 cm
- Tampas: AISI 316
- Materiais: Aço inoxidável, garra de 3 mm
- Peso máximo de operação: 10,1 kg incl. 4 x 1,0 kg de pesos de chumbo

Figura 8 | Van Veen Grab, da KC Denmrk .



- ▶ Sistema Feixe-Simples CEESCOPE;
 - Frequências: 200 a 33 kHz
 - Resolução: 1 cm
 - Sector de Swath: até 130°
 - Alcance do Sistema: até 100m
 - Incerteza posicional DGPS: 0.6m
 - Incerteza posicional RTK: 0.01m
 - Sensor para compensação Inercial

Figura 9 | Sistema Feixe-Simples CEESCOPE



- ▶ Sistema GNSS TRIMBLE R6;
 - Tipo de recetor: vector GNSS L1/L2 RTK, código C/A
 - Receção de Sinais: GPS, GLONASS, SBAS, Galileu e COMPASS
 - Precisão Horizontal (Static, Rapid Static): 3mm + 0.1ppm RMS

- Precisão Vertical (Static, Rapid Static): 3.5mm + 0.4ppm RMS
- Precisão Horizontal (RTK): 8mm + 0.5ppm
- Precisão Vertical (RTK): 15mm + 0.5ppm

Figura 10 | Recetor GNSS Trimble R6



- ▶ Recetor GNSS TOPCON Hiper +;
 - Tipo de recetor: vector GNSS L1/L2 RTK, código C/A
 - Receção de Sinais: GPS, GLONASS
 - Precisão Horizontal (Satic, Rapid Static): 3mm + 0.5ppm
 - Precisão Vertical (Satic, Rapid Static): 5mm + 0.5ppm
 - Precisão Horizontal (RTK): 10mm + 1ppm
 - Precisão Vertical (RTK): 15mm + 1ppm

Figura 11 | Recetor e Caderneta GNSS Topcon Hiper +



- ▶ Software de aquisição e processamento de dados hidrográficos Hypack;
- ▶ Embarcação de Sondagem Multifeixe.
 - Embarcação da Cheetah Marine, Atlanticlan I, dedicada a trabalhos hidrográficos e Oceanográficos, preparada para incorporar sistema acústicos de Dual Head.
 - Comprimento (LOA): 6.95 m
 - Largura: 2.55 m
 - Calado (min.): 0.30 m
 - Motores: 2 x 80 hp Honda

Figura 12 | Embarcação afeta aos levantamentos hidrográficos multifeixe



► Embarcação de Sondagem Feixe-Simples.

- Embarcação mota de água Seadoo, modelo 130 GTi SE.
- Comprimento (LOA): 3.37 m
- Peso: 333 Kg
- Cilindrada: 1.494 cc

Figura 13 | Mota de Água afeta aos levantamentos feixe-simples

