



MINISTÉRIO DA DEFESA NACIONAL  
MARINHA  
INSTITUTO HIDROGRÁFICO

# ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS

PLANEAMENTO, EXECUÇÃO E PROCESSAMENTO  
DE  
LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS



**VERSÃO 0.0**  
**LISBOA - PORTUGAL**  
**2008**

## ÍNDICE

I. OBJECTIVO .....	3
II. CAMPO DE APLICAÇÃO .....	3
III. DESCRIÇÃO .....	3
1. Classificação dos Levantamentos Hidrográficos.....	4
1.1 Classificação em função da área a sondar e do tipo de navegação esperada.....	4
i) <b>Ordem Especial</b> .....	4
ii) <b>Ordem 1a</b> .....	4
iii) <b>Ordem 1b</b> .....	5
iv) <b>Ordem 2</b> .....	5
1.2 Requisitos Mínimos dos Levantamentos Hidrográficos .....	5
2. Planeamento dos Levantamentos Hidrográficos.....	7
a. <i>Espaçamento entre Fiadas</i> .....	7
b. <i>Orientação das Fiadas</i> .....	8
c. <i>Tolerância no Espaçamento das Fiadas</i> .....	8
d. <i>Trajectos Recomendados e Fundeadouros</i> .....	9
e. <i>Fiadas de Verificação</i> .....	9
f. <i>Fiadas de Contorno</i> .....	9
g. <i>Espaçamento dos Dados</i> .....	10
h. <i>Sondas Anómalas</i> .....	10
i. <i>Seleccção de Métodos e Equipamentos</i> .....	10
j. <i>Levantamentos Topo-Hidrográficos</i> .....	10
l. <i>Registo de Campo</i> .....	11
3. Posicionamento.....	11
3.1 Incerteza Horizontal .....	11
3.2 Triangulação Local.....	12
3.3 Pontos Hidrográficos.....	14
3.4 Pontos Notáveis e Ajudas à Navegação.....	15
3.5 Pontos Topográficos .....	15
4. Profundidades .....	16
4.1 Incerteza Vertical .....	16
4.2 Calibração dos Equipamentos .....	17
4.4 Velocidade de Propagação do Som na Água .....	18
4.5 Marés .....	19
4.6 Movimentos da Plataforma .....	19
4.7 Variações dos Calados .....	20
4.8 Perigos e Obstruções.....	20
5. Outras observações .....	21
5.1 Amostras de Fundo.....	21
5.2 Ligação entre os <i>Data</i> verticais (ZH. e Nível Médio adoptado).....	21
5.3 Alturas de Maré.....	22
5.4 Perigos para a Segurança da Navegação .....	23
6. Metainformação.....	23
7. Documentação Técnica.....	25
8. Controlo da Qualidade .....	25
8.1 Integridade do Posicionamento.....	26
8.2 Integridade das Profundidades .....	26
8.3 Fontes de Incerteza .....	27
8.4 Propagação das Incertezas .....	27

---

IV. SIGLAS E DEFINIÇÕES .....	29
V. GLOSSÁRIO .....	29
VI. REFERÊNCIAS .....	31
VII. Anexos.....	31

## I. OBJECTIVO

O presente documento tem como finalidade definir as especificações técnicas para o planeamento, a execução e o processamento dos Levantamentos Hidrográficos (LH), de acordo com as actuais tecnologias e as normas internacionais.

## II. CAMPO DE APLICAÇÃO

A presente especificação técnica é aplicável às Entidades que entregaram a Declaração Prévia ao Instituto Hidrográfico (IH), para o exercício de actividades de cartografia hidrográfica.

No que concerne aos levantamentos hidrográficos, as Entidades encontram-se sujeitas à presente especificação técnica, segundo o exposto no n.º 7 do artigo 2.º do Decreto-Lei n.º 202/2007 de 25 de Maio.

## III. DESCRIÇÃO

Esta especificação técnica respeita todos os requisitos básicos apresentados na Publicação Especial S-44 (*IHO Standards for Hydrographic Surveys* – 5.ª Edição, de Fevereiro de 2008) da Organização Hidrográfica Internacional (OHI).

Para trabalhos específicos poderão ser definidos requisitos mais restritivos que os apresentados nesta especificação técnica, à semelhança do que acontece com a própria S-44 que considera os requisitos mínimos para os levantamentos hidrográficos.

Em termos de terminologia, estas especificações também seguem as tendências internacionais, que introduzem o conceito de “incerteza” em substituição dos conceitos de “exactidão” e de “erro” anteriormente utilizados. O conceito de erro é definido como a diferença entre o valor medido e o valor verdadeiro. Como, na prática, o valor verdadeiro nunca é conhecido, o erro não pode ser determinado. Nesses casos, é utilizada a incerteza como avaliação estatística da magnitude desse erro.

Todos os procedimentos utilizados na fase de planeamento, execução e processamento dos Levantamentos Hidrográficos devem seguir as orientações da publicação M-13 *Manual on Hydrography* da OHI – 1.ª Edição, de Maio 2005.

## 1. Classificação dos Levantamentos Hidrográficos

Os Levantamentos Hidrográficos são classificados em 4 ordens em função da área a sondar e do tipo de navegação esperado. Para cada uma destas ordens estão estabelecidos **requisitos mínimos** que foram internacionalmente definidos.

### **1.1 Classificação em função da área a sondar e do tipo de navegação esperada.**

Em função da área a sondar e do tipo de navegação esperada, os LH são classificados em quatro ordens: Especial, 1a, 1b e 2.

#### **i) Ordem Especial**

Os LH de Ordem Especial são efectuados em áreas críticas, com características potencialmente perigosas para a navegação e onde a navegação típica tem reduzido resguardo ao fundo. São exemplos destas áreas, os portos e as respectivas aproximações, as zonas de atracação e os canais de navegação, onde a margem de segurança é muito pequena. Um LH de Ordem Especial requer obrigatoriamente uma busca total do fundo e a detecção de estruturas de pequena dimensão. Em princípio, os LH de Ordem Especial devem ser realizados apenas em áreas com menos de 40 m de profundidade.

#### **ii) Ordem 1a**

Os LH de Ordem 1a são efectuados em áreas onde a profundidade é suficientemente reduzida para considerar que estruturas no fundo do mar constituem uma preocupação para o tipo de navegação de superfície esperada para a área, mas onde o resguardo ao fundo não é tão crítico como nas áreas alvo de levantamentos de Ordem Especial. Devido a essa preocupação é requerida uma busca total do fundo, no entanto a dimensão das estruturas a detectar é maior que a definida para a Ordem Especial. O resguardo ao fundo é menos crítico à medida que a profundidade aumenta, por isso a dimensão das estruturas a detectar aumenta em áreas onde a profundidade é superior a 40 m. Em princípio, os LH de Ordem 1a devem ser realizados apenas em áreas com menos de 100 m de profundidade.

### iii) Ordem 1b

Os LH de Ordem 1b são efectuados em áreas onde a profundidade é inferior a 100 m e onde um conhecimento geral do fundo é considerado adequado para o tipo de navegação esperada. Nesta ordem de levantamento não é requerida a busca total do fundo, o que significa que algumas estruturas possam não ser detectadas, sendo o tamanho dessas estruturas definido pelo espaçamento máximo entre fiadas. Um exemplo será uma área onde as características do fundo são tais que a probabilidade de encontrar uma estrutura no fundo do mar que represente perigo para a navegação de superfície esperada é reduzida.

### iv) Ordem 2

Os LH de Ordem 2 são efectuados em áreas onde um conhecimento geral do fundo é considerado adequado. Neste tipo de levantamento não é requerida a busca total do fundo. Este tipo de levantamento é recomendado para áreas de profundidades superiores a 100 m. Para essas profundidades é extremamente improvável a existência de estruturas com dimensões suficientemente grandes com impacte na navegação de superfície.

## 1.2 Requisitos Mínimos dos Levantamentos Hidrográficos

Os requisitos mínimos para os LH das diversas ordens estão contidos na Tabela A, onde estão definidos os valores admissíveis da incerteza total na determinação do posicionamento, designada por *Total Horizontal Uncertainty* (THU) e da incerteza total na medição das profundidades, designada por *Total Vertical Uncertainty* (TVU).

A máxima THU admissível varia segundo a ordem do LH, sendo fixa para a Ordem Especial e dependendo da profundidade reduzida ( $d$ ) para as restantes ordens.

**Tabela A - Requisitos Mínimos dos Levantamentos Hidrográficos**

ORDEM	Exemplos de Áreas Típicas	Máxima THU admissível (a um Nível de Confiança de 95%)	Máxima TVU admissível (a um Nível de Confiança de 95%)	Capacidade de Detecção de Estruturas	Máximo Espaçamento entre Fiadas de Sondagem	Métodos e Equipamentos Recomendados
<b>ESPECIAL</b>	Áreas onde o resguardo à quilha é crítico, normalmente com profundidades inferiores a 40 m.	2 m	$a = 0,25$ m $b = 0,0075$	Estruturas cúbicas com aresta superior a 1 m.	Não aplicável. Requerida busca total do fundo	Medição de profundidades ao longo de faixas com SMF ou medição de profundidades ao longo de perfis, complementadas pelos dados de um sistema de varrimento, SFS com SL.
<b>1</b>	<b>a</b> Áreas com profundidades inferiores a 100 m e onde o resguardo à quilha é menos crítico, mas onde possam existir estruturas com interesse para a navegação de superfície.	$5\text{ m} + 0,05 * d$	$a = 0,5$ m $b = 0,013$	Estruturas cúbicas com aresta superior a 2 m em fundos até aos 40 m; Em fundos superiores, aresta superior a 10% da profundidade.	Não aplicável. Requerida busca total do fundo	Medição de profundidades ao longo de faixas com SMF ou medição de profundidades ao longo de perfis, complementadas pelos dados de um sistema de varrimento, SFS com SL.
	<b>b</b> Áreas com profundidades inferiores a 100 m e onde o resguardo à quilha não é um requisito para a navegação de superfície esperada para a área.	$5\text{ m} + 0,05 * d$	$a = 0,5$ m $b = 0,013$	Não aplicável.	3 vezes a profundidade média ou 25 m, conforme o maior valor.	Medição de profundidades ao longo de perfis com SFS ou com SMF sem busca total do fundo.
<b>2</b>	Áreas com profundidades superiores a 100 m, não requerendo busca total do fundo.	$20\text{ m} + 0,10 * d$	$a = 1,0$ m $b = 0,023$	Não aplicável	4 vezes a profundidade média.	Medição de profundidades ao longo de perfis com SFS ou com SMF sem busca total do fundo.

A fórmula que permite calcular o valor máximo admissível de TVU para um determinado levantamento, reconhece que existem erros dependentes e independentes da profundidade. Os parâmetros  $a$  e  $b$  dados pela Tabela A, para cada Ordem, juntamente com a profundidade permitem calcular o valor do TVU para uma profundidade específica a um nível de confiança de 95%:

$$TVU (95\%) = \pm \sqrt{a^2 + (b * d)^2}$$

Onde:

$a$  = representa a incerteza que não varia com a profundidade;

$b$  = coeficiente que representa a incerteza que varia com a profundidade;

$d$  = profundidade reduzida;

$b*d$  = representa a incerteza que varia com a profundidade.

## 2. Planeamento dos Levantamentos Hidrográficos

Na grande maioria dos casos, o objectivo principal do LH é a colheita de dados para produção ou actualização de cartografia hidrográfica, para efeitos de segurança da navegação.

Os LH destinados, à partida, para outros fins (controlo de obras marítimas ou cálculo de volumes de dragados, por exemplo) podem ser planeados e executados de acordo com requisitos específicos. No entanto, independentemente do propósito do LH, este deve ser classificado com a Ordem que melhor se adequa à área a sondar e ao tipo de navegação esperado e devem ser respeitados os requisitos mínimos, em conformidade com a Tabela A.

Na fase do planeamento, deverá ser elaborada a **Proposta Técnica do LH (PTLH)** que deve conter todas as especificações e orientações técnicas para a execução do LH.

### a. Espaçamento entre Fiadas

O espaçamento base das fiadas principais de sondagem será definido tendo em conta a ordem do LH, a importância da área, as características do fundo, a profundidade média, a navegação típica e os equipamentos e métodos disponíveis para a realização do levantamento.

O espaçamento base inicialmente escolhido deve ser reduzido quando o fundo for anormalmente irregular ou haja pouca informação disponível sobre a área e, eventualmente, aumentado quando o fundo for regular e de natureza e evolução bem conhecidas. Neste sentido, os valores apresentados na Tabela A devem ser considerados como uma referência.

#### *b. Orientação das Fiadas*

Em LH com SFS, as fiadas principais de sondagem devem ter uma orientação aproximadamente perpendicular às isobatimétricas. Em zonas em que a definição das características morfológicas do fundo não seja conseguida, deverá a sondagem ser adensada ou, eventualmente, deverão ser efectuadas fiadas perpendiculares às fiadas principais e com espaçamento igual ou inferior ao espaçamento base inicialmente escolhido.

Em LH com SMF, as fiadas principais devem ter uma orientação aproximadamente paralela às isobatimétricas, a fim de manter constante a largura de cada faixa sondada.

Em LH com SL, as fiadas principais devem ter uma orientação até 20° em relação à corrente de maré predominante. Em áreas com fortes correntes de maré, devem ser adoptadas direcções inferiores a 20° para que o sonar rebocado siga, o mais possível, na esteira do navio.

#### *c. Tolerância no Espaçamento das Fiadas*

Em LH com SFS, a tolerância no espaçamento entre as fiadas principais de sondagem não deverá exceder 30% do espaçamento base.

Em LH com SMF ou SL, a tolerância no espaçamento das fiadas principais de sondagem será a adequada para não comprometer a sobreposição de faixas constante na Tabela A.

Caso os valores de tolerância sejam ultrapassados, as fiadas em causa deverão ser repetidas. Durante o processamento, deverão ser considerados como informação a validar quer os dados das fiadas iniciais, quer os dados das fiadas repetidas.

#### *d. Trajectos Recomendados e Fundeadouros*

Ao longo dos trajectos recomendados para a navegação (canais, enfiamentos de barras, entradas de portos, por exemplo) e nos fundeadouros devem ser executadas fiadas suplementares, de preferência com SMF ou SL, assegurando a busca total do fundo dos trajectos recomendados, das áreas dos fundeadouros e, se possível, das áreas adjacentes.

#### *e. Fiadas de Verificação*

Devem ser efectuadas fiadas perpendiculares às fiadas principais de sondagem para verificação do posicionamento, da medição das profundidades e da medição das alturas de maré. Em geral, para cada área deverão ser efectuadas pelo menos 3 fiadas de verificação: uma no centro da área e uma em cada um dos extremos.

Em LH com SFS, o espaçamento das fiadas de verificação terá de ser menor do que 15 vezes o espaçamento base das fiadas principais de sondagem.

Em LH com SMF, o espaçamento das fiadas de verificação deve ser entre 10 e 20 vezes o espaçamento base das fiadas principais de sondagem, garantindo que cada fiada principal de sondagem é cruzada pelo menos uma vez por uma fiada de verificação.

#### *f. Fiadas de Contorno*

Deverão ser efectuadas fiadas de contorno paralelas aos cais acostáveis, de modo a definir com maior exactidão a batimetria o mais próximo possível dos cais.

Com SFS, se a largura do feixe acústico, ou se por qualquer outro motivo, não for possível efectuar a medição de profundidades suficientemente próximas dos cais, a sondagem deverá ser complementada com medições com prumo ou varas graduadas, com inspecção visual (por mergulhadores ou veículos de controlo remoto, por exemplo) ou com rocega. A investigação de possíveis obstruções utilizando SL é desejável.

Também deverão ser efectuadas fiadas de contorno para delimitação de zonas de rochas emersas, destroços ou infra-estruturas no mar com partes emersas e, em geral, de qualquer estrutura com partes emersas.

### *g. Espaçamento dos Dados*

Em geral, nos LH com SFS, o espaçamento base dos dados de profundidade não deverá ser superior à profundidade média da área de sondagem. Contudo, deverão ser sempre adquiridos os dados correspondentes às sondas mínimas e às zonas de inflexão do fundo, pelo que o referido espaçamento poderá ser alterado em conformidade.

Em LH com SMF, o espaçamento base dos dados de profundidade deve proporcionar a busca total do fundo (quer longitudinalmente, quer transversalmente às fiadas) e satisfazer os critérios de detecção da Tabela A.

A velocidade média da sondagem deverá ser ajustada de forma a satisfazer os requisitos anteriores.

### *h. Sondas Anómalas*

Por sondas anómalas entendem-se aquelas cujos valores diferem mais de 5% relativamente aos valores das sondas circundantes, em LH de Ordem Especial, ou aquelas cujos valores diferem mais de 10% relativamente aos valores das sondas circundantes, em LH de Ordem 1 e Ordem 2.

As áreas com sondas anómalas, quer as detectadas em LH anteriores, quer as que forem detectadas durante o LH em curso, devem ser investigadas com maior detalhe, a fim de confirmar a sua existência, melhor definir a batimetria e determinar as profundidades mínimas associadas (*vide* 2. alínea b. e ver 4.8).

### *i. Selecção de Métodos e Equipamentos*

Para cada LH, a selecção dos métodos e equipamentos a serem utilizados deve basear-se na Ordem, na profundidade média e características gerais da área de sondagem e nas condições ambientais esperadas.

### *j. Levantamentos Topo-Hidrográficos*

Poderão ser utilizados métodos de topografia, para completar o LH, nomeadamente para efectuar a ligação mar-terra em zonas de espraiado ou de rocha que cobre e descobre, por exemplo.

Qualquer que seja o método topográfico utilizado, deve procurar-se que sejam, no mínimo, respeitados os requisitos da Ordem do LH em causa, em conformidade com a Tabela A.

Na aquisição dos dados, por métodos topográficos, os dados podem ser referidos a um sistema geo-cartográfico diferente do sistema do LH. É necessário conhecer a relação entre os dois sistemas para que estes dados sejam adequadamente convertidos para o sistema geo-cartográfico do LH.

### *I. Registo de Campo*

Os registos de campo deverão ser feitos em impressos criados para o efeito, devendo o seu preenchimento ser feito a tinta e conter sempre, além da data, o nome dos executantes. Quando os registos de campo forem feitos directamente em formato digital deverão ser elaborados relações dos ficheiros de dados, os quais devem fazer parte da documentação final do LH. O conteúdo dos ficheiros de dados e os elementos registados em impresso, deverão permitir a verificação posterior do trabalho executado.

## **3. Posicionamento**

As posições obtidas durante um LH devem ser referidas a uma Rede Geodésica adequada, devidamente estabelecida e referenciada. De preferência, todas as posições deverão estar referidas a um referencial geocêntrico. Quando tal não for possível, deverão ser conhecidas as relações do referencial utilizado com pelo menos um referencial geocêntrico (de preferência o elipsóide de referência GRS80).

### **3.1 Incerteza Horizontal**

Neste capítulo, a incerteza horizontal refere-se à incerteza na posição da sonda. Esta incerteza é afectada por diferentes fontes de incerteza, tais como:

- a) Incerteza do sistema de posicionamento;
- b) Incerteza do feixe e da distância;
- c) Incerteza associada ao modelo de trajectória do feixe (incluindo a velocidade de propagação do som na água) e o ângulo do feixe;

- d) Incerteza na determinação da proa da embarcação;
- e) Incerteza do alinhamento do transdutor ou dos transdutores;
- f) Incerteza da localização e alinhamento dos diferentes sensores;
- g) Incerteza da determinação dos movimentos da embarcação (i.e. balanço e cabeceio);
- h) Incerteza dos *offsets* do sistema de posicionamento;
- i) Incerteza na sincronização em tempo dos sistemas de posicionamento, de medição de profundidades e da determinação dos movimentos da embarcação.

Todas estas fontes contribuem para a *Total Horizontal Uncertainty* (THU). Um modelo estatístico deve ser adoptado de forma a combinar todas as fontes de incerteza com o intuito de determinar a incerteza no posicionamento. A incerteza nas posições obtidas deverá ser calculada para um nível de confiança de 95% e deverá ser registada juntamente com os dados.

No caso de serem instalados em terra equipamentos que permitam determinar ou melhorar o posicionamento no LH (v.g. DGPS), a incerteza da posição do equipamento relativamente ao sistema geodésico deve ser tida em conta no cálculo do THU.

### **3.2 Triangulação Local**

O posicionamento num LH deve apoiar-se em pontos de uma Rede Geodésica adequada, devidamente estabelecida e referenciada (Vértices Geodésicos), ou em pontos específicos coordenados para o efeito e derivados dessa Rede (Pontos de Apoio).

Antes da realização dos trabalhos de coordenação de novos pontos, deverá ser efectuado um reconhecimento adequado da área, nomeadamente no que respeita à identificação e estado de conservação dos pontos já existentes, bem como da respectiva intervisibilidade e visibilidade para a área do trabalho a que se destinam.

Os Pontos de Apoio subdividem-se em Pontos de Apoio Principais, Pontos de Apoio Secundários e Pontos de Apoio Auxiliares, conforme a exactidão obtida e os fins a que

prioritariamente se destinam.

Os Pontos de Apoio Principais servem para expandir a Rede Geodésica para a área de trabalho, a fim de iniciar a construção ou verificação de uma Rede Local. Devem ser coordenados através de observações redundantes, que terão origem em pelo menos dois Vértices Geodésicos ou dois Pontos de Apoio Principais anteriormente coordenados. Os novos pontos deverão apresentar um Raio de Incerteza, a 95% de nível de confiança (RI95) inferior a 0,10 m.

Os Pontos de Apoio Secundários servem para adensar a Rede Local. Devem ser coordenados através de observações redundantes, referidas a pelo menos dois Vértices Geodésicos, dois Pontos de Apoio Principais ou dois Pontos de Apoio Secundários anteriormente coordenados. Os novos pontos deverão apresentar um RI95 inferior a 0,20 m.

Os Pontos de Apoio Auxiliares servem para complementar e detalhar a Rede Local e, nomeadamente, para serem utilizados directamente nos LH ou como posições de controlo em levantamentos topográficos. Devem ser coordenados através de observações redundantes, referidas a pontos da Rede Local já coordenados. Os novos pontos deverão apresentar um RI95 inferior a 0,50 m.

No caso de coordenação por métodos clássicos deve observar-se o seguinte:

Pontos de Apoio Principais – coordenados com pelo menos seis linhas de posição;

Pontos de Apoio Secundários – coordenados com pelo menos quatro linhas de posição;

Pontos de Apoio Auxiliares – coordenados com pelo menos três linhas de posição.

Em geral, além de serem utilizadas observações redundantes, deverão ser periodicamente efectuadas verificações e/ou calibrações dos equipamentos utilizados.

Todas as informações relacionadas com a execução das observações e com as actividades de campo efectuadas, incluindo as verificações, calibrações e cálculos devem ser adequadamente registadas juntamente com a identificação dos executantes, conforme referido em 2.1.

Os Pontos de Apoio Principais e Secundários devem ser devidamente perenizados,

através de marcos ou tacos incrustados no terreno e devidamente identificados. Os Pontos Secundários Auxiliares deverão, caso possível, ser perenizados ou, pelo menos, ser devidamente identificados para posterior utilização.

Para cada ponto perenizado deverá ser preenchida uma **Ficha de Ponto Coordenado (FPC)**. Nesta Ficha deverão constar obrigatoriamente os seguintes dados:

- coordenadas geográficas no *Datum* utilizado;
- método de coordenação;
- altitude e nível de referência;
- pontos utilizados para a coordenação e, no caso de observações tradicionais, os valores dos azimutes, ângulos e distâncias observados;
- descrição do ponto;
- situação;
- acessos;
- esquema de localização;
- parâmetros da qualidade.

Para além dos dados referidos, deverão ser registados nas FPC quaisquer dados adicionais considerados relevantes para futuras utilizações dos pontos e, preferencialmente, fotografias dos pontos ou de vistas que auxiliem na sua identificação. Sempre que se verificar alguma alteração relativamente às informações constantes das FPC, esse facto deverá ser devidamente registado, nomeadamente nas FPC em causa.

Sempre que possível, os Pontos de Apoio deverão ser cotados relativamente a um *Datum* vertical adequado.

### **3.3 Pontos Hidrográficos**

Por Pontos Hidrográficos (PH) entendem-se todos os pontos utilizados directamente na

execução de um LH, nomeadamente para instalação de estações do sistema de posicionamento da sondagem, ou de estações de verificação do referido sistema.

A incerteza horizontal da coordenação de um PH deverá ser tal que não comprometa a THU do posicionamento das profundidades medidas durante o LH, de acordo com os valores da Tabela A. Por regra, deve procurar-se que o RI95 de um PH seja inferior a 0,50 m.

Sempre que possível, os PH deverão ser cotados relativamente a um *Datum* vertical adequado.

### **3.4 Pontos Notáveis e Ajudas à Navegação**

Consideram-se Pontos Notáveis todos os pontos, em terra, que merecem ser representados nas Cartas Náuticas, ou, constar em Publicações Náuticas.

Os pontos considerados como Ajudas à Navegação são aqueles cujas coordenadas constam das Listas Oficiais de Ajudas à Navegação, por exemplo, bóias, balizas, etc.

### **3.5 Pontos Topográficos**

Por Pontos Topográficos (PT) entendem-se todos os pontos coordenados para definição da topografia da zona costeira, quer como complemento dos LH, quer durante a execução de levantamentos exclusivamente topográficos.

O THU da coordenação dos PT deve ser conforme com os valores apresentados na Tabela B. Por regra, deve procurar-se que o RI95 dos PT seja inferior a 0,50 m.

Nos levantamentos topográficos, no caso de o método base de coordenação não utilizar redundância de observações, os equipamentos deverão ser periodicamente verificados e/ou calibrados. Adicionalmente, deverão ser coordenados Pontos de Apoio Auxiliares para controlo da execução dos referidos levantamentos. Estes procedimentos tomam especial importância no caso de coordenação de poligonais (irradiações sucessivas) que, sempre que possível, devem ser devidamente fechadas e as irradiações compensadas.

Para a coordenação de cada tipo de ponto está definida a incerteza máxima admissível conforme o disposto na tabela seguinte:

**Tabela B – Incerteza máxima admissível na coordenação de Ajudas à Navegação, Pontos Notáveis e Pontos Topográficos**

	ORDEM ESPECIAL	ORDEM 1a e 1b	ORDEM 2
<b>Ajudas à Navegação Fixas e Pontos Notáveis</b>	2 m	2 m	5 m
<b>Linha de Costa Natural</b>	10 m	20 m	20 m
<b>Ajudas à Navegação Flutuantes</b>	10 m	10 m	20 m
<b>Acidentes Topográficos</b>	10 m	20 m	20 m

A incerteza máxima admissível deverá ser calculada para 95% de nível de confiança.

#### **4. Profundidades**

A navegação marítima implica, cada vez mais, o conhecimento exacto das profundidades de forma a explorar com segurança a máxima capacidade de transporte e a água disponível, mantendo a segurança da navegação. Em zonas onde o resguardo ao fundo é uma condicionante deve haver um melhor conhecimento e restrição das incertezas associadas às profundidades. Da mesma forma, as dimensões das estruturas que um LH pode detectar, ou mais importante pode não detectar, devem ser definidas e compreendidas.

##### **4.1 Incerteza Vertical**

A incerteza vertical é a incerteza da profundidade reduzida. De forma a determinar a incerteza vertical é preciso quantificar as fontes de incerteza individuais. As fontes de incerteza individuais são:

- a) Incerteza do *Datum* vertical;
- b) Incerteza vertical do sistema de posicionamento;
- c) Incerteza da medição de maré, incluindo erros na propagação da onda de maré quando apropriado;

- d) Incertezas instrumentais;
- e) Incerteza na velocidade de propagação do som na água;
- f) Incerteza do modelo de relação entre elipsóide e *Datum* vertical;
- g) Incerteza do movimento da embarcação, i.e. balanço, cabeceio e arfagem;
- h) Incerteza no calado da embarcação;
- i) Incertezas no assentamento (*Settlement*) e no caimento dinâmico (*Squat*) da embarcação;
- j) Declive do fundo;
- k) Incerteza da sincronização em tempo (latência).

Todas estas fontes contribuem para a *Total Vertical Uncertainty* (TVU). A incerteza vertical máxima admissível para as profundidades reduzidas é especificada na Tabela A para cada Ordem de LH. A incerteza calculada a um nível de confiança de 95% corresponde a estimar a contribuição conjunta dos erros aleatórios e residuais na correcção dos erros sistemáticos. A capacidade do sistema de sondagem deve ser demonstrada pelo cálculo do TVU (*vide* 1.2).

Caso sejam utilizados ecogramas (em papel ou digitais) a escala vertical do registo deve ser escolhida de modo a que os valores das profundidades possam ser lidos com a discriminação de um decímetro até aos 40 m de profundidade, de dois decímetros até aos 200 m de profundidade e de 1% da profundidade em fundos superiores a 200 m.

A incerteza nas profundidades obtidas a um nível de confiança de 95% deve ser reportada na documentação técnica.

#### **4.2 Calibração dos Equipamentos**

Os equipamentos para medição das profundidades (genericamente, os sondadores) devem ser sujeitos a verificações e/ou calibrações frequentes, quer no campo, quer em oficina.

Em LH em áreas com profundidades superiores a 100 m, os SFS podem ser calibrados

para um valor nominal da velocidade de propagação do som na água correspondente à velocidade de 1500 m/s, através da utilização conjunta de velocímetros e de transdutores de calibração (ou de reflectores de calibração).

Em LH em áreas com profundidades inferiores a 100 m, os SFS podem ser calibrados, através de transdutores de calibração, para um valor nominal da velocidade média de propagação do som ao longo da coluna de água, ou através da utilização do perfil de propagação do som na água. Os perfis de velocidade de propagação do som na água devem ser efectuados até uma profundidade superior à máxima profundidade da área a sondar.

Os valores nominais para a velocidade média de propagação do som na água, obtidos durante as calibrações, devem ser introduzidos nos SFS e utilizados durante a sondagem, até à realização de nova calibração. Caso esses valores nominais sejam muito diferentes dos valores reais da velocidade de propagação do som na água, os sondadores deverão ser verificados em oficina.

Os SFS devem ser calibrados para a velocidade de propagação do som na água pelo menos uma vez por dia ou no início e fim de cada sessão de sondagem, conforme o menor período.

Os SMF devem ser sujeitos a calibrações para os efeitos do balanço, do cabeceio, da proa e do atraso em tempo entre o sondador e o sistema de posicionamento. Estas calibrações devem ser efectuadas no início e no fim de cada LH, após docagem ou paragem prolongada do navio (ou embarcação) e após qualquer intervenção técnica ou modificação dos componentes do sistema.

#### **4.4 Velocidade de Propagação do Som na Água**

Em LH com SFS em áreas de profundidades inferiores a 100 m, os valores obtidos em cada medição do perfil da velocidade de propagação do som na água (PVPS), depois de verificados e limpos de dados anómalos, serão utilizados em tempo real ou na fase de processamento para correcção dos dados de profundidade.

Em LH de Ordem Especial e 1 com SMF, os valores da velocidade de propagação do som na água devem ser obrigatoriamente medidos até uma profundidade superior à máxima profundidade da área a sondar.

Caso se suspeite de grande variabilidade espacial e/ou temporal dos valores dos PVPS, a frequência espacial e/ou temporal das respectivas medições deve ser aumentada.

Os dados dos PVPS de cada LH devem ser adequadamente arquivados, para que possam ser posteriormente consultados, quer para controlo de qualidade dos dados, quer para auxiliar o planeamento de novos LH na mesma área.

#### **4.5 Marés**

As profundidades medidas, depois de devidamente verificadas e corrigidas de todos os outros factores de incerteza, devem ser reduzidas, da altura de maré, para um *Datum* vertical. Em geral, o *Datum* vertical utilizado deverá ser o Zero Hidrográfico (ZH.) definido para a área.

Em LH em áreas com profundidades superiores a 200 m, as profundidades medidas podem não necessitar de ser reduzidas da altura de maré se o TVU não for significativamente afectado por essa aproximação.

#### **4.6 Movimentos da Plataforma**

Nos LH com SFS deverão ser utilizadas, sempre que possível, Unidades de Referência Vertical (URV), a fim de corrigir as profundidades medidas do efeito da arfagem. Nos LH de Ordem Especial é obrigatório efectuar este tipo de correcções.

Quando os dados de profundidade forem obtidos por digitalização dos ecogramas em papel (rolo de sondador) e não tiver sido utilizada uma URV, a selecção dos dados deve ser precedida por uma análise detalhada dos registos e de toda a metainformação disponível. Esta análise deverá permitir identificar os efeitos do balanço e da arfagem no registo das profundidades e definir se é necessária e como deverá ser efectuada a interpolação (desempolamento) do registo original, antes de se efectuar a selecção dos dados a digitalizar. Isto deverá ser efectuado o mais cedo possível, de preferência ainda durante a realização dos trabalhos de campo, pois poderá ser necessário refazer a sondagem.

Nos LH com SMF é obrigatória a utilização de URV, sendo aplicadas às profundidades medidas as correcções devidas ao balanço, cabeceio e arfagem.

Para que estas correcções sejam devidamente aplicadas, é necessário que as posições

de todos os sensores sejam adequadamente conhecidas e referidas a um sistema de eixos triortogonais com origem num ponto de referência, situado o mais perto possível do centro de gravidade do navio ou embarcação. Caso não se conheça o centro de gravidade, a URV deve ser instalada, preferencialmente, na vertical do transdutor. Durante a execução dos LH deverão ser evitadas situações que provoquem valores elevados de aceleração horizontal (guinadas grandes e/ou prolongadas, ou variações bruscas da velocidade, por exemplo), pois os sensores poderão desestabilizar. Dever-se-á ter especial cuidado durante as manobras para entrar/sair das fiadas.

Dever-se-á ter especial cuidado à parametrização da URV, com especial ênfase ao período da ondulação.

#### **4.7 Variações dos Calados**

As profundidades medidas deverão ser corrigidas da imersão dos transdutores, a fim de as referir inicialmente à superfície livre da água. Para isso deverá a imersão dos transdutores ser perfeitamente conhecida, nomeadamente por relação com os calados do navio ou embarcação de sondagem.

Os referidos calados deverão ser objecto de frequentes leituras, principalmente em situações em que se prevêem alterações significativas. Estas alterações poderão ser de natureza estática (consumo de combustível ou da aguada, variação da densidade da água, etc.) ou dinâmica (assentamento ou caimento dinâmico). Assim, para além de serem efectuadas leituras de calado em situação estática, deverá ser conhecido o comportamento dinâmico do navio ou embarcação para um conjunto de velocidades seleccionadas. Sempre que possível, deverão ser usados sensores de leitura automática dos calados.

#### **4.8 Perigos e Obstruções**

Independentemente da Ordem do LH, as profundidades relativas a perigos e obstruções para a navegação devem ser determinadas com uma exactidão correspondente, pelo menos, à Ordem 1a.

Obstruções e infra-estruturas no mar que possam ter sondas reduzidas inferiores a 40 m e possam ser perigosas para a navegação de superfície típica devem ser detalhadamente examinadas. A respectiva profundidade mínima deverá ser

determinada, quer com o auxílio de SL de alta resolução, quer por inspecção visual (recorrendo a mergulhadores ou veículos de controlo remoto, por exemplo), ou através de rocega.

## **5. Outras observações**

Neste capítulo são abordadas algumas observações que indirectamente influenciam a qualidade do LH e exactamente por isso, merecem ser referidas.

Para além dos dados fundamentais resultantes dos LH (profundidades reduzidas e respectivo posicionamento), outros dados poderão ser adquiridos se assim for especificado.

### **5.1 Amostras de Fundo**

A natureza geológica do fundo deverá ser conhecida, principalmente em áreas de fundeadouros e de grande actividade piscatória. Para isso, pode-se recorrer a amostras físicas (através de colhedores de amostras de fundo, por exemplo) ou a métodos indirectos (associados a SMF, SL, ou outros).

A utilização de métodos indirectos deverá ser devidamente verificada e os respectivos equipamentos adequadamente calibrados. A calibração dos sistemas que utilizem métodos indirectos deverá ser efectuada através da recolha de dados em zonas de natureza geológica bem conhecida e, sempre que possível, por comparação com amostras físicas. Também, sempre que possível, os dados de tais sistemas deverão ser confrontados com imagiologia acústica do fundo (registos de SL ou imagem SONAR de SMF, por exemplo).

Em geral, o espaçamento base das posições com dados da natureza do fundo deverá ser regular dependendo da homogeneidade do fundo e da profundidade. Este espaçamento, em profundidades inferiores a 200 m, deve ser entre 1 a 1,7 km. Em casos de fundeadouros de grande importância esse espaçamento deverá ser reduzido.

### **5.2 Ligação entre os *Data* verticais (ZH. e Nível Médio adoptado)**

A relação entre os *Data* verticais usados na cartografia hidrográfica, usualmente o Zero

Hidrográfico para os dados batimétricos e o Nível Médio adoptado para a informação em terra, deve estar bem definida para a área cartografada.

Os diversos objectos representados devem ser devidamente identificados em relação ao *Datum vertical* a que são referidos.

### **5.3 Alturas de Maré**

As observações das alturas de maré destinam-se à redução das profundidades medidas. Os pontos de referência usados devem ser Marcas de Nivelamento (MN) da Rede Nacional de Nivelamento de Alta Precisão ou MN delas derivadas, obrigatoriamente por nivelamento geométrico. Sempre que se efectuar o nivelamento de uma MN (nova ou já existente, neste caso para efeitos de verificação) deverá ser efectuado o respectivo contra-nivelamento.

A diferença entre a cota do nivelamento e a do contra-nivelamento não poderá ser superior a

$$4\sqrt{L(km)} (mm)$$

onde  $L$  é o comprimento do percurso utilizado.

Para cada nova MN deverá ser elaborada uma **Ficha de Marca de Nivelamento (FMN)**. Em cada FMN deverá constar sempre o esquema vertical e de localização da nova MN, relativamente aos níveis de referência e a outras MN nas proximidades e, sempre que possível, as coordenadas geográficas da nova MN no *Datum* local.

As alturas de maré podem ser obtidas através de marégrafos (com registo digital ou em papel), fitas de contacto ou escalas de maré. Caso sejam efectuadas observações com fitas de contacto ou com escalas de maré, o intervalo de aquisição deverá ser igual a 6 minutos.

Os períodos de observação deverão começar 30 minutos antes do início da sessão da sondagem e terminar 30 minutos depois do fim da sessão.

A incerteza nas observações das alturas de maré, a um nível de confiança de 95%, deverá ser melhor do que 0,10 m para qualquer Ordem e não deverá comprometer o TVU máximo admissível para o LH.

Se os pontos disponíveis para a medição das alturas de maré se situarem todos longe da área de sondagem, poderá ser necessário efectuar observações em mais do que um ponto, ou utilizar as concordâncias em tempo e amplitude para um único ponto.

Caso seja necessário estabelecer um novo *Datum* vertical, ele deverá estar relacionado com a mais baixa baixa-mar prevista (devida apenas a factores astronómicos).

#### **5.4 Perigos para a Segurança da Navegação**

No LH, caso seja detectado algo que possa constituir um perigo para a segurança da navegação, esse facto deverá ser comunicado o mais rapidamente possível às autoridades competentes.

Se o perigo for detectado durante a aquisição dos dados em enfiamentos e canais de navegação, mesmo que não contemplem a área do LH, deverão, sempre que possível, ser adquiridos os respectivos dados de profundidade e posicionamento, para disponibilizar ao IH.

### **6. Metainformação**

Para permitir uma adequada avaliação da qualidade dos dados de um LH é necessário registar e documentar informação adicional sobre os dados. Esta informação, designada por metainformação, poderá ser adquirida quer na fase de execução do LH, quer na fase do respectivo processamento.

A metainformação dos dados hidrográficos deverá incluir, pelo menos, o seguinte:

- dados administrativos (datas, áreas, nome dos navios ou das embarcações, etc.);
- definição do sistema geo-cartográfico (*Datum*/Elipsóide, Sistema de Projecção) e do *Datum* vertical;
- equipamentos utilizados;
- procedimentos de calibrações e resultados das verificações;
- perfis da velocidade de propagação do som na água e o método usado para a sua correcção;

- tipo de observações de maré, fuso horário e *Datum* vertical a que se referem;
- condições ambientais médias (vento, vaga, ondulação, etc.);
- circunstâncias especiais ou excepcionais;
- incerteza dos resultados, a um nível de confiança de 95%;
- mecanismos e procedimentos usados para processamento dos dados.

Dever-se-á ter especial cuidado com a metainformação sobre o cálculo das incertezas na determinação do posicionamento e profundidade das sondas e das características dos modelos batimétricos, construídos a partir dos dados processados.

Todos os dados adquiridos devem ter a sua exactidão determinada a um nível de confiança de 95% tanto para a sua posição como para a profundidade. Na ficha de metainformação deve estar registado o factor de escala associado ao desvio padrão a 95% de nível de confiança e respectiva distribuição estatística assumida (por exemplo: assumindo uma distribuição Normal a uma dimensão (1D), no caso da profundidade, o factor escala associado é 1,96 a um nível de confiança de 95%, para o mesmo nível de confiança e distribuição no caso do posicionamento, duas dimensões (2D) o factor escala será 2,45).

Para as sondas, este cálculo deve ser feito individualmente para cada uma delas; no entanto, a incerteza pode ser calculada para um grupo de sondas numa determinada área, desde que a diferença entre as incertezas individuais possa ser desprezada. A atribuição das incertezas deve ser tal que fique suficientemente demonstrado que os requisitos mínimos para cada tipo de levantamento foram alcançados.

No caso de ser requerido um Modelo Batimétrico (MB), a ficha de metainformação deve incluir a resolução desse modelo, o modelo computacional, a densidade de dados em cada camada, a incerteza estimada / incerteza de superfície do modelo e uma descrição dos dados das diversas camadas.

Depois dos dados de um LH serem devidamente validados, deverá ser elaborada a respectiva **Ficha de Metainformação de Levantamento Hidrográfico (FMLH)**, que deverá incluir a data de aprovação e a assinatura do responsável.

## 7. Documentação Técnica

Todos os dados com interesse para a avaliação final dos resultados de um LH deverão ser registados. Estes dados deverão ser continuamente registados, quer no campo, durante a execução do LH, quer durante o processamento em gabinete.

A Documentação Técnica engloba todos os documentos associados às várias fases do LH, nomeadamente:

- na fase de planeamento: documentos com as especificações técnicas do cliente (caderno de encargos, por exemplo) para o LH e/ou a PTLH (que permitirão avaliar a conformidade entre os resultados finais e as especificações técnicas definidas inicialmente para o LH);
- na fase de execução: cópia das FPC e das FMN utilizadas no LH, registos de campo a tinta, registos originais de metainformação, cópia dos ficheiros de configuração dos sistemas/equipamentos, ficheiros ASCII dos PSVP e das Leituras de Maré utilizados no processamento dos dados;
- na fase de processamento e criação dos produtos finais: FMLH, esquema das Implantações Gráficas (IG) e dos Modelos Batimétricos (MB) e da área sondada, cópia do relatório final entregue ao cliente.
- assim como outros documentos/ficheiros relevantes para a verificação posterior do trabalho executado.

A documentação técnica deve ser arquivada, por um período mínimo de 10 anos, a partir da data de aprovação do LH, que consta da FMLH, conforme o exposto no n.º 2 do artigo 13.º do Decreto-Lei n.º 202/2007 de 25 de Maio.

Em anexo são apresentados modelos das FMLH, FMN, FPC cuja utilização é recomendada e pode servir de orientação em termos de conteúdo para a criação de fichas personalizadas.

## 8. Controlo da Qualidade

Para assegurar que as incertezas máximas admissíveis não são ultrapassadas, nas componentes vertical e horizontal, é necessário avaliar periodicamente e monitorizar o

desempenho dos sistemas utilizados.

Técnicas de calibração padrão devem ser efectuadas antes e depois da aquisição de dados e sempre que exista uma modificação do sistema de aquisição.

Os procedimentos de controlo da qualidade devem cobrir todos os sistemas incluindo os sensores de navegação, equipamentos de aquisição e de processamento e respectivos operadores. Todos os equipamentos devem estar a funcionar dentro dos seus parâmetros de calibração e o sistema deve ser avaliado de forma a cumprir os requisitos mínimos especificados na Tabela A. Parâmetros como a atitude da embarcação e velocidade devem ser monitorizados pois afectam a qualidade dos dados adquiridos.

Os procedimentos de processamento de dados recolhidos por sistemas com elevadas taxas de aquisição, como o multifeixe, devem estar devidamente documentados.

Os dados brutos dos diferentes sensores devem ser adequadamente conservados (antes de começar a sua manipulação) e os dados processados também.

### **8.1 Integridade do Posicionamento**

A monitorização da integridade é recomendável para levantamentos de Ordem Especial e Ordem 1a/1b. Quando é instalado equipamento para determinação ou melhoria do posicionamento das plataformas utilizadas no levantamento (por exemplo, correcções Global Navigation Satellite Systems (GNSS)), a incerteza do equipamento relativamente ao *Datum* deve ser incluída no cálculo do THU.

Todos os dados relativos às verificações e calibrações devem ser adequadamente registados e arquivados na Documentação Técnica do LH.

### **8.2 Integridade das Profundidades**

As fiadas de verificação e os dados de sobreposição das faixas adjacentes dão uma boa indicação da integridade e da repetibilidade das medições, mas não indicam a exactidão absoluta dessas medições devido às potenciais fontes de incerteza comuns entre as fiadas principais e as de verificação (ver 8.3). Os procedimentos de controlo de qualidade devem incluir análises estatísticas das diferenças (entre as fiadas principais e as de verificação) e consideração dos erros comuns de forma a dar a indicação de que

o levantamento cumpre os requisitos mínimos estabelecidos para a ordem do LH. Antes desta análise, os erros sistemáticos e grosseiros devem ser eliminados. As restantes discrepâncias devem ser examinadas cuidadosamente e eliminadas através da análise ou através de um novo levantamento.

A comparação entre superfícies geradas com dados novos com superfícies geradas com dados antigos, pode muitas vezes servir para validar a qualidade da nova informação, ou como alternativa servir para salientar que os erros sistemáticos requerem atenção imediata.

Para LH com SMF, para cada um dos feixes deve ser estimada a incerteza na medição da profundidade tendo em conta o ângulo do feixe. Se para alguns dos feixes a incerteza estimada for inaceitável, os respectivos dados devem ser excluídos.

### **8.3 Fontes de Incerteza**

As fontes de incerteza especificadas no posicionamento e profundidades (*vide* 3.1 e 4.1) dizem respeito em particular aos sistemas de varrimento, mas os princípios básicos de aquisição são comuns a qualquer sistema de sondagem.

Nos sistemas de varrimento a distância entre o fundo do mar e a antena do sistema de posicionamento pode ser grande, especialmente em águas profundas. Por isso a incerteza da posição da sonda é uma função dos erros da proa da embarcação, do ângulo do feixe e da profundidade.

Factores como o balanço e o cabeceio também contribuem para a incerteza do posicionamento da sonda. De forma geral é muito difícil determinar a incerteza individualizada de cada sonda como função da profundidade.

As incertezas não são unicamente uma função do sistema multifeixe mas também uma função da localização, dos *offsets* e das incertezas das medições dos sistemas auxiliares. A utilização de feixes não verticais introduz fontes adicionais de incerteza causadas pelo conhecimento menos preciso da orientação da embarcação na altura da transmissão e recepção do sinal do sonar.

### **8.4 Propagação das Incertezas**

A TPU é a combinação dos desvios e das incertezas aleatórias. As incertezas aleatórias

e de curto período têm de ser reconhecidas e avaliadas tanto na componente horizontal como na vertical. A incerteza propagada pode ser expressa como variância ( $m^2$ ) mas muitas vezes é reportada como incerteza (em metros) derivada da variância com a assunção de que a incerteza segue uma distribuição conhecida. No caso da incerteza deve estar documentada o nível de confiança e a distribuição.

Num LH existem fenómenos constantes e de longo período que é preciso modelar e que estão relacionados com o envolvimento físico (exemplo: marés, velocidade do som, *squat* da embarcação de sondagem). Um inadequado modelo destes fenómenos pode levar a um desvio nas incertezas do LH. Este tipo de incertezas deve ser avaliado separadamente das incertezas aleatórias.

A TPU é o resultado destes dois tipos de incerteza e pode ser calculado de diferentes formas. A forma mais conservadora é a soma aritmética das incertezas, este procedimento pode sobrestimar as incertezas. O procedimento previsto pelos standards da ISO é a utilização da soma quadrática (i.e. somatório dos factores escala das variâncias).

## IV. SIGLAS E DEFINIÇÕES

As abreviaturas usadas no presente documento são as descritas na tabela abaixo:

FMLH	Ficha de Metainformação de Levantamento Hidrográfico
FMN	Ficha de Marca de Nivelamento
FPC	Ficha de Ponto Coordenado
HI	Divisão de Hidrografia do Instituto Hidrográfico
IG	Implantações Gráficas
IH	Instituto Hidrográfico
ISO	<i>International Standards Organization</i>
LH	Levantamentos Hidrográficos
MB	Modelo Batimétrico
OHI	Organização Hidrográfica Internacional
PH	Pontos Hidrográficos
PT	Pontos Topográficos
PTLH	Proposta Técnica do Levantamento Hidrográfico
PVPS	Perfil de Velocidade de Propagação do Som na água
RI95	Raio de Incerteza no posicionamento a 95% de nível de confiança
SFS	Sondador de Feixe Simples
SL	Sonar Lateral
SMF	Sondador Multifeixe
THU	<i>Total Horizontal Uncertainty</i>
TPU	<i>Total Propagated Uncertainty</i>
TVH	<i>Total Vertical Uncertainty</i>
URV	Unidade de Referência Vertical
ZH.	Zero Hidrográfico

## V. GLOSSÁRIO

**Assentamento (*Settlement*):** é o assentamento da quilha do navio em movimento em relação ao nível que teria se ele estivesse parado. Este assentamento é devido à depressão regional na superfície da água, quando o navio se move em águas pouco profundas. Não deve ser confundido como aumento do deslocamento.

**Busca total do fundo:** Método sistemático de exploração do fundo do mar com o intuito de detectar os objectos especificados na Tabela A, utilizando sistemas de detecção, procedimentos e pessoal treinado considerados adequados para esse fim. Na prática é impossível alcançar 100% insonificação / 100% cobertura batimétrica.

**Caimento Dinâmico (*Squat*):** Variação de calados à proa e popa do navio em relação ao seu calado quando pairar como resposta à elevação e depressão da superfície da água em redor do casco resultante das ondas de proa e de popa.

**Detecção de objectos:** Capacidade do sistema para detectar objectos de determinadas dimensões. Este documento especifica as dimensões dos objectos que devem ser detectados durante um LH por razões de segurança da navegação.

**Profundidade reduzida:** Profundidades obtidas depois de efectuadas as devidas correcções em pós-processamento e relacionadas com o *Datum* vertical.

**Proposta Técnica do LH (PTLH):** Documento com especificações e orientações técnicas para a execução de um LH.

**RI95:** Raio de incerteza a um nível de confiança de 95% representa o raio de uma área circular, centrada na posição calculada, que contém a posição verdadeira com uma probabilidade de 95%.

**Total Horizontal Uncertainty (THU):** é a componente do *Total Propagated Uncertainty* (TPU) calculada para o plano horizontal. O THU é uma quantidade a duas dimensões (2D). É assumido que a correlação entre as incertezas de latitude e longitude é desprezável. Este pressuposto permite que a representação da distribuição radial das incertezas seja simétrica em torno do valor verdadeiro e que possa ser representada por um número.

**Total Propagated Uncertainty (TPU):** é o resultado das incertezas propagadas, após todas as incertezas aleatórias e sistemáticas das medições tenham sido incluídas na propagação. A propagação das incertezas combina o efeito das incertezas nas medições de diferentes fontes com as incertezas dos parâmetros sejam elas derivadas ou calculadas.

**Total Vertical Uncertainty (TVU):** é a componente do *Total Propagated Uncertainty* (TPU) calculada para o plano vertical. O THV é uma quantidade de uma dimensão (1D).

**Zero Hidrográfico (ZH.):** Superfície em relação à qual são referidas as sondas e as linhas isobatimétricas. Em Portugal o ZH. fica situado abaixo do nível da Maré Astronómica Mais Baixa (BMmín).

## VI. REFERÊNCIAS

*IHO Standards for Hydrographic Surveys*, Publicação S - 44, 5.<sup>a</sup> Edição, Organização Hidrográfica Internacional, Fevereiro de 2008.

*Manual on Hydrography*, Publicação M-13, Organização Hidrográfica Internacional, 1.<sup>a</sup> Edição, Maio de 2005.

*Decreto-Lei n.º 202/2007 de 25 de Maio*, Diário da República, 1.<sup>a</sup> série – N.º 101

## VII. ANEXOS

ANEXO A – Modelo da Ficha de Metainformação do Levantamento Hidrográfico.

ANEXO B – Modelo da Ficha de Ponto Coordenado.

ANEXO C – Modelo da Ficha de Marca de Nivelamento.

## **ANEXO A**

**Modelo da Ficha de Metainformação do Levantamento Hidrográfico.**

**(Identificação da empresa)****FICHA DE METAINFORMAÇÃO DO LEVANTAMENTO  
HIDROGRÁFICO****(Designação do LH)****1 - Identificação**

- Título:
- Executante(s):
- Ordem:
- Tipo:

*(SMF; SFS, ou SFS+SL)*

- Ficheiros:

*Identificação e localização dos ficheiros de dados associados.*

**2 - Datas de Início/Fim**

- Levantamento: AAAA.MM.DD (início) / AAAA.MM.DD (fim)
- Trabalho de campo: AAAA.MM.DD (início) / AAAA.MM.DD (fim)
- Processamento: AAAA.MM.DD (início) / AAAA.MM.DD (fim)
- Aprovação: AAAA.MM.DD Aprovado por: \_\_\_\_\_

**3 - Datum/Elipsóide**

- Aquisição e processamento:
- Produtos finais:

**4 - Sistema de Projecção**

- Aquisição e processamento:
- Produtos finais:

**5 - Datum Vertical/Diferença entre ZH. e NMA**

- 

**6 - Marégrafo/Marca de Nivelamento/Cota de Referência (ZH.)**

- 

**7 - Limites da Área Sondada (ou das sub-áreas)**

*Deve ser definido o Sistema Geo-cartográfico a que se encontram referidas as coordenadas que delimitam as sub-áreas.*

- Sub-área 1:
- Sub-área 2:

**8 - Velocidade Média da Sondagem (m/s - nós)**

-

**9 - Espaçamento Base/Verificação (m)**

- Sub-Área 1:
- Sub-Área 2:

**10 - Espaçamento Médio dos Dados (Long. / Transv.) (m)**

- Sub-Área 1:
- Sub-Área 2:

**11 - Navio/Embarcação**

- 

**12 - Sistema de Aquisição do Posicionamento**

- Tipo:
- Equipamentos:

**13 - Sistema de Aquisição das Profundidades**

- Sondador acústico:
- Frequência(s):
- Unidades Adicionais:
- Transdutores:

**14 - Sistema de Aquisição dos Dados Maregráficos**

- 

**15 - Posições Utilizadas**

- Nome / Coordenadas / Cota (ZH.) / Tipo de utilização

**16 - Equipamentos Adicionais**

- Sensor de Movimentos: (Marca e Modelo)
- Girobússula: (Marca e Modelo)
- Sonar Lateral: (Marca e Modelo)
- Interfaces:
- etc.

**17 - Parâmetros de Calibração do Sondador Acústico**

- Velocidade de propagação do som na água inserida no sondador:
- Atraso em tempo:
- Desvio em pitch:
- Desvio de orientação do transdutor em relação à proa da embarcação:
- Desvio em roll:
- Tipo de calibração efectuada no sondador:

**18 - Correção para o Perfil Vertical da Velocidade de Propagação do Som**

- Equipamentos:
- Periodicidade:

- Profundidade Máxima:
- 19 - Condições Ambientais predominantes durante a aquisição de dados**
- Vento:
  - Vaga:
  - Ondulação:
  - Corrente:
  - Balanço Médio (rolo):
  - Balanço Médio (cabeceio):
  - Arfagem Média:
  - etc.
- 20 - Sistema de Processamento**
- 
- 21 - Sistema de Controlo da Qualidade**
- 
- 22 - Incerteza na Medição das Profundidades**
- TVU (95%)
- Ex: As incertezas foram calculadas a um nível de confiança de 95% assumindo um desvio padrão com o factor de escala 1, 96 (1D), adoptando assim uma distribuição normal dos erros.*
- 23 - Incerteza no Posicionamento das Profundidades**
- THU (95%)
- Ex: As incertezas foram calculadas a um nível de confiança de 95% assumindo um desvio padrão com o factor de escala 2,45 (2D), adoptando assim uma distribuição normal dos erros.*
- 24 - Dados Estatísticos Adicionais**
- 
- 25 - Produtos Associados em Suporte Digital**
- 
- 26 - Produtos Associados em Suporte Analógico**
- 
- 27 - Análise Sumária dos Dados**
- 
- 28 - Documentação técnica associada**
- 

**Anexo:** Cópia dos ficheiros de configuração dos sistemas/equipamento.

**ANEXO B**

**Modelo da Ficha de Ponto Coordenado.**



**Esquema e Fotografia:**

**ANEXO C**

**Modelo da Ficha de Marca de Nivelamento.**

*(Identificação da empresa)*

## Identificação do local

FICHA das MARCAS DE NIVELAMENTO  
ESQUEMA VERTICAL E DE LOCALIZAÇÃO

Esquema de localização horizontal da(s) marca(s) de nivelamento (incluindo a MN a partir da qual foram determinadas as novas marcas de nivelamento)

REFERIDO a \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ (data)

Esquema vertical da(s) marca(s) de nivelamento, referidas ao ZH. e ao Nível Médio Adoptado.

Nivelamento Geométrico a partir da Marca de Nivelamento ....(nome da MN e Entidade), de ..... (ano), colocada em ....(descrição da localização).