



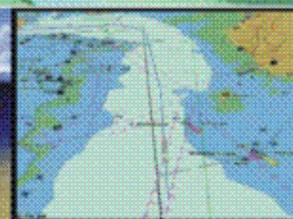
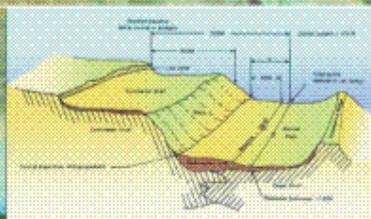
ORGANIZAÇÃO HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL
DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO



Especificações da OHI para Levantamentos Hidrográficos

5ª Edição, Fevereiro de 2008

Publicação Especial Nº 44



Versão original em inglês publicada pelo
Bureau Hydrográfico Internacional - Mônaco

Versão traduzida para o Português publicada pela
Diretoria de Hidrografia e Navegação - Brasil

ORGANIZAÇÃO HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO



ESPECIFICAÇÕES DA OHI PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS

5ª Edição, Fevereiro de 2008

Publicação Especial Nº 44

Versão original em inglês publicada pelo
Bureau Hydrográfico Internacional – MÔNACO

Versão traduzida para o português publicada pela
Diretoria de Hidrografia e Navegação - BRASIL

ORGANIZAÇÃO HIDROGRÁFICA INTERNACIONAL
DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO



**ESPECIFICAÇÕES DA OHI PARA
LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS**

5ª Edição, Fevereiro de 2008

Publicação Especial Nº 44

Versão original em inglês publicada pelo
Bureau Hidrográfico Internacional – MONACO
4, quai Antoine 1er
B.P. 445 - MC 98011 MONACO Cedex
Principauté de Monaco
Tel : (377) 93.10.81.00
Fax : (377) 93.10.81.40
E-mail: info@ihb.mc
Website: www.iho.int

Versão traduzida para o português publicada pela
Diretoria de Hidrografia e Navegação - BRASIL
Rua Barão de Jaceguai, s/nº
Ponta da Armação – Niterói – RJ – Brasil
Tel.: (+55 21) 2189.3014
Fax: (+55 21) 2620.2171
E-mail: int.rel@dhn.mar.mil.br
Website: www.dhn.mar.mil.br

Tradução: [Peter Esteves](#)
Revisão e formatação: [CMG\(RM1\) Wesley W. Cavalheiro](#)

ESPECIFICAÇÕES DA OHI PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS
5ª Edição, Fevereiro 2008

ÍNDICE

	Página
ÍNDICE.....	7
PREFÁCIO	1
INTRODUÇÃO	3
CAPÍTULO 1 – CLASSIFICAÇÃO DOS LEVANTAMENTOS	6
CAPÍTULO 2 – POSICIONAMENTO	8
CAPÍTULO 3 – PROFUNDIDADES	9
CAPÍTULO 4 – OUTRAS MEDIDAS	13
CAPÍTULO 5 – ATRIBUTOS DOS DADOS.....	15
CAPÍTULO 6 – ELIMINAÇÃO DE DADOS DUVIDOSOS	17
TABELA 1.....	18
GLOSSÁRIO	21
ANEXO A - INSTRUÇÕES PARA CONTROLE DE QUALIDADE.....	25
ANEXO B - INSTRUÇÕES PARA O PROCESSAMENTO DE DADOS	29

Observação: Os anexos A e B serão retirados deste documento quando as informações nele contidas forem totalmente incluídas na Publicação M-13 da Organização Hidrográfica Internacional (Manual de Hidrografia)

PREFÁCIO

Esta publicação, “Especificações para Levantamentos Hidrográficos” (S-44), é uma das séries de parâmetros desenvolvidos pela Organização Hidrográfica Internacional (OHI) com a finalidade de aprimorar a segurança da navegação.

Discussões formais sobre o estabelecimento de parâmetros para levantamentos hidrográficos tiveram início na VII Conferência Hidrográfica Internacional (CHI) em 1957. Cartas foram enviadas para os Estados Membros em 1959 e 1962 relatando as opiniões dos Estados Membros e a VIII CHI em 1962 estabeleceu um Grupo de Trabalho (GT) composto de 2 membros dos EUA, 1 do Brasil e 1 da Finlândia. O GT comunicava-se por correspondência e realizou duas reuniões juntamente com a IX CHI em 1967 e preparou o texto para Publicação Especial N° S-44.

A primeira edição do S-44 intitulada “Especificações de Precisão Recomendadas para Levantamentos Hidrográficos” foi publicada em Janeiro de 1968 e seu prefácio declarava que “... levantamentos hidrográficos eram classificados como aqueles conduzidos com o propósito de produzir cartas náuticas geralmente utilizadas por navios” e “O estudo limitava-se à determinação da densidade e precisão de medidas necessárias para descrever o fundo do mar e outras [feições](#) com [acurácia](#) suficiente para propósitos de navegação”.

Nos anos subseqüentes, tecnologias e procedimentos mudaram e a OHI designou outros GTs para atualizar a S-44 com a 2ª Edição publicada em 1982, a 3ª em 1987 e a 4ª em 1988. Através destas revisões os principais objetivos da publicação permaneceram substancialmente inalterados e o mesmo acontece com esta 5ª Edição.

Os Termos de Referência para o GT designado para preparar a 5ª Edição da S-44 incluíam *inter alia*: um desejo de orientação mais clara no que diz respeito às [feições](#) do solo marítimo e listava uma quantidade de preocupações abrangendo capacitações do sistema para detectar as [feições](#) e as características das [feições](#) a serem detectadas. O GT chegou à conclusão que a S-44 estabelece parâmetros mínimos para levantamentos conduzidos com vistas à segurança da navegação de superfície. O GT considerou ser a responsabilidade de cada autoridade hidrográfica nacional determinar as características específicas das [feições](#) a serem detectadas que sejam de relevância para sua organização e determinar a capacidade de sistemas específicos e seus procedimentos para detectar tais [feições](#). O GT também concluiu que o desenho e a construção dos alvos utilizados para a demonstração das capacitações de detecção do sistema seriam da responsabilidade das autoridades hidrográficas nacionais. A referência às [feições](#) de dimensão cúbica > 1 ou 2 metros utilizadas nestes Especificações propicia a base para a compreensão de que [feições](#) de pelos menos este tamanho deverão ser detectadas.

As principais mudanças efetuadas na 4ª Edição são:

ESPECIFICAÇÕES DA OHI PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS

5ª Edição, Fevereiro 2008

A divisão da Ordem 1 para 1a onde um [levantamento completo do solo marítimo](#) é exigido e 1b, onde este não é exigida. A remoção da Ordem 3, uma vez que se chegou à conclusão que não se faz mais necessário diferenciá-la da Ordem 2.

A substituição na maioria dos casos das palavras “[acurácia](#)”¹ e “[erro](#)” por “[incerteza](#)”. [Erros](#) existem e são as diferenças entre o valor medido e o valor real. Uma vez que o valor real nunca é conhecido, por conseguinte o [erro](#) em si mesmo não pode ser conhecido. [Incerteza](#) é uma avaliação estatística da magnitude provável deste [erro](#). Esta terminologia tem sido utilizada com uma frequência cada vez maior em medidas: veja ISSO/IEC98: 1995 “Guia para a expressão de incerteza em medida” (a ser atualizada em 2008) e ISSO/IEC 99:2007 “Vocabulário Internacional de Metrologia – Conceitos Básicos e Gerais e Termos Associados (VIM)”.

O Glossário foi atualizado e alguns termos que o GT considera fundamentais para estas Especificações são repetidos na Introdução.

O GT concluiu que informações sobre “Como Efetuar Levantamentos Hidrográficos” não eram apropriadas para estas Especificações e tais informações foram retiradas da 5ª Edição. Entretanto, o GT reconhece a utilidade desta orientação e as informações foram armazenadas em dois anexos. O GT recomenda que estas informações sejam transferidas para a Publicação da OHI M-13 (Manual sobre Hidrografia) assim que os anexos forem retirados do S-44.

Um espaçamento mínimo para varreduras com LIDAR² batimétrico foi incluído na [Tabela 1](#) para Levantamentos de Ordem 1b nos quais um [levantamento completo do solo marítimo](#) não seja necessário.

Finalmente, o GT chegou à conclusão que a S-44 fornece “Especificações para Levantamentos Hidrográficos” e que é responsabilidade individual dos Serviços Hidrográficos prepararem suas “Normas” baseadas nestas Especificações. As normas conterão informações mais detalhadas sobre o sistema e, como tais, serão altamente dinâmicas à medida que os sistemas forem mudando.

¹ Nota do Revisor (NR): em edições anteriores da versão em português, algumas vezes “acurácia” também foi traduzida como “precisão”. Para uma extensão do assunto, considerem-se também os seguintes conceitos:

Precisão é a quantidade, o montante de valor, que uma medida desvia-se de sua média. É calculada por intermédio de comparações entre valores considerados rigorosamente corretos e aqueles obtidos.

Resolução é a maior definição da grandeza medida pelo equipamento, representada pela leitura direta de seu último dígito significativo, sem que haja necessidade de uma estimativa.

Acurácia é o grau de aproximação de uma variável do seu real valor. Traduz a exatidão da operação efetuada. Nenhum equipamento, à luz de determinados propósitos, nos dará, sem interpretação humana, a certeza sobre a acurácia colimada.

² NR: LIDAR - *Laser Detection and Ranging*. Informações conceituais podem ser obtidas em http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2004/004.pdf

INTRODUÇÃO

Esta publicação foi idealizada com a finalidade de elaborar um conjunto de parâmetros para a execução de levantamentos hidrográficos de coleta de dados a serem utilizados primeiramente para a produção de cartas náuticas que serão utilizadas com vistas à segurança da navegação de superfície e à proteção de ambiente marítimo.

Deve-se levar em consideração que esta publicação estabelece somente os parâmetros **mínimos** que devem ser atingidos. Onde a batimetria e o tráfego de embarcações esperado assim exigir, os Serviços Hidrográficos que estejam interessados em coletar dados, podem definir padrões mais estritos. Além disso, esta publicação não contém procedimentos para a definição do equipamento necessário para a condução de levantamentos ou para o processamento dos dados resultantes. Tais procedimentos (que compõem uma parte fundamental do sistema de levantamento completo) devem ser desenvolvidos pelos Serviços Hidrográficos interessados em coletar dados que estejam em conformidade com estes Especificações. Há que se considerar a ordem do levantamento que se pretende atingir, o equipamento disponível, e o tipo de topografia que se pretende levantar. Os anexos A e B fornecem diretrizes para o [Controle de Qualidade](#) e Processamento de Dados e pretende-se que sejam transferidos para o Manual de Hidrografia (Publicação M-13 da OHI) que fornece orientações mais detalhadas sobre como realizar levantamentos hidrográficos.

Não há nada que impeça os usuários de adotarem estas Especificações para outras finalidades. Na verdade, a ampliação da utilização destas Especificações é bem-vinda. Porém, os usuários que desejem adotá-los para outros fins devem ter em mente o propósito para o qual eles foram escritos e o fato de que, por este motivo, nem todas as partes serão apropriadas para suas necessidades específicas.

Para estar em conformidade com uma Ordem da S-44, um levantamento precisa cumprir TODAS as especificações para aquela ordem incluídas nesta Publicação.

Também é importante ressaltar que a adequação de um levantamento para as finalidades a que se propõe é o produto final de todo um sistema de coleta de dados e processos utilizados durante a sua realização. As [incertezas](#) citadas nos próximos capítulos refletem o total das [incertezas](#) propagadas de todas as partes do sistema. Simplesmente fazer uso de um equipamento teoricamente capaz de fazer face à [incerteza](#) requerida, não é necessariamente o bastante para cumprir os requisitos destas Especificações. Fatores tais como a maneira como o equipamento é montado, utilizado, e o modo como ele interage com os demais componentes em todo o sistema do levantamento, todos devem ser levados em consideração.

Todos os componentes e **suas combinações** deverão ser capazes de fornecer dados de acordo com os padrões exigidos. O Serviço Hidrográfico precisa se certificar do cumprimento dos padrões através, por exemplo, da condução dos testes apropriados com o equipamento a ser utilizado e assegurando-se de que as calibrações adequadas

ESPECIFICAÇÕES DA OHI PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS

5ª Edição, Fevereiro 2008

serão realizadas antes, bem como durante e, caso necessário, depois da realização do levantamento. O pesquisador é uma peça essencial no processo da coleta de dados e deverá possuir a experiência e conhecimentos necessários para operar o sistema de acordo com os padrões exigidos. Esta certificação pode ser difícil, embora as qualificações do pesquisador (por exemplo: ter feito um curso de hidrografia reconhecido como Cat A/B da OHI) possa ser de grande utilidade para a realização desta avaliação.

É importante ressaltar que a publicação desta nova edição de Especificações não invalida levantamentos, ou as cartas e publicações náuticas nelas baseadas, conduzidas em conformidade com edições anteriores. Antes, tem o objetivo de estabelecer parâmetros para futuras coletas de dados para melhor responder às necessidades dos usuários.

Também deve ser objeto de consideração o fato de que o solo marítimo é dinâmico (por exemplo, ondas de areia). Levantamentos conduzidos em qualquer uma das Ordens dentro destas Especificações rapidamente tornar-se-ão obsoletos. Tais áreas necessitam ser novamente levantadas em intervalos regulares para garantir que as informações do levantamento permaneçam válidas. O intervalo entre levantamentos dependerá das condições do local e deve ser determinado pelas autoridades nacionais.

Um [glossário](#) dos termos utilizados nesta publicação é fornecido após o Capítulo 6. Os termos constantes no glossário estão sublinhados no texto e, em sua versão eletrônica, há uma remissão automática (hipertexto) às definições dos termos. As seguintes “Definições Fundamentais” do glossário serão consideradas essenciais à compreensão destas Especificações.

DEFINIÇÕES FUNDAMENTAIS

- Detecção de Feições:** A capacidade de um sistema detectar [feições](#) de um determinado tamanho. Estas Especificações estabelecem o tamanho das [feições](#) que, para a segurança da navegação, deverão ser detectadas durante o levantamento.
- Incerteza Horizontal Total (IHT):** O componente da [incerteza propagada total](#) (IPT) calculado no plano horizontal. Apesar de a IPT ser mencionada como um único numeral, a IHT é uma quantidade bidimensional. Presume-se que a [incerteza](#) é isotrópica (Ex.: Há uma correlação desprezível entre [erros](#) de latitude e longitude). Tal circunstância torna uma distribuição normal circularmente simétrica, permitindo que um único numeral possa descrever a distribuição radial de [erros](#) relativos ao valor real.
- Incerteza Propagada Total (IPT):** O resultado da [incerteza](#) propagada, quando todas as medidas que contribuem para as [incertezas](#), tanto

ESPECIFICAÇÕES DA OHI PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS
5ª Edição, Fevereiro 2008

aleatórias quanto sistemáticas, foram incluídas na propagação. A [incerteza](#) propagada combina os efeitos das [incertezas](#) de medição de várias fontes com as [incertezas](#) produzidas por parâmetros derivados ou calculados.

Incerteza Vertical Total (IVT):

O componente da [incerteza propagada total](#) (IPT) calculado na dimensão vertical. IVT é uma quantidade unidimensional.

Levantamento completo de solo marítimo:

Um método sistemático de exploração do solo marítimo realizada com o objetivo de detectar a maioria das [feições](#) especificadas na [Tabela 1](#); utilizando-se de sistemas de detecção e procedimentos apropriados e pessoal treinado. Na prática, é impossível atingir 100% de sonificação / 100% de cobertura batimétrica (a utilização de tais expressões deve ser desestimulada).

Profundidades Reduzidas:

Profundidades observadas incluindo todas as [correções](#) relacionadas ao levantamento e processamento posterior, bem como à redução do datum vertical utilizado.

CAPÍTULO 1 – CLASSIFICAÇÃO DOS LEVANTAMENTOS

Introdução

Este capítulo descreve as ordens de levantamentos que são consideradas aceitáveis, com a finalidade de permitir aos Serviços Hidrográficos a produção de produtos navegacionais que propiciem condições para que as embarcações esperadas para o tráfego possam navegar de maneira segura pelas áreas levantadas. Uma vez que os requisitos variam de acordo com a profundidade das águas e dos tipos de embarcação, quatro ordens diferentes de levantamentos são definidas, cada qual elaborada de maneira a atender à uma amplitude de necessidades específicas.

As quatro ordens são descritas abaixo, juntamente com uma indicação das necessidades que devam atender. A [Tabela 1](#) especifica os padrões mínimos para cada uma dessas ordens e **deverá** ser lida em conjunto com o texto detalhado nos capítulos seguintes.

A agência responsável pela contratação dos levantamentos deverá selecionar a ordem de levantamento mais apropriada aos requisitos de segurança para a navegação naquela área. É importante ressaltar que uma única ordem poderá não ser apropriada para a extensão inteira da área a ser levantada e, neste caso, a agência responsável pela contratação do levantamento deverá definir explicitamente onde as diferentes ordens deverão ser utilizadas. É importante também observar que a situação encontrada no campo por um pesquisador poderá diferir de tal maneira do que seria esperado, a ponto de exigir uma mudança de ordem. Por exemplo, em uma área cruzada por Navios Petroleiros de Alta Tonelagem (Arqueação Bruta entre 160.000 e 319.999 toneladas – VLCCs) cuja profundidade for maior que 40 metros, um levantamento de Ordem 1a pode ter sido determinado; entretanto, caso o pesquisador encontre bancos de areia que se estendam por menos de 40 metros, talvez seja mais apropriado realizar o levantamento destes bancos de areia como Ordem Especial.

Ordem Especial

É a ordem mais rigorosa de todas e só deverá ser utilizada naquelas áreas onde a lazeira de água abaixo da quilha for de importância crítica. Caso a lazeira de água abaixo da quilha seja de importância crítica, um [levantamento completo de solo marítimo](#) será necessário e o tamanho das [feições](#) a serem detectadas através deste levantamento será deliberadamente mantido pequeno. Devido ao fato da lazeira de água abaixo da quilha ser de importância crítica, é improvável que levantamentos de Ordem Especial sejam conduzidos em águas cuja profundidade ultrapasse os 40 metros. Exemplos de áreas que possam exigir a condução de levantamentos de Ordem Especial são: áreas de ancoragem, portos e áreas críticas de navegação em canais.

Ordem 1a

Esta ordem deverá ser utilizada naquelas áreas onde o mar seja tão raso que as [feições](#) naturais ou artificiais no leito marítimo tornem-se objeto de preocupação para o tipo de

ESPECIFICAÇÕES DA OHI PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS

5ª Edição, Fevereiro 2008

embarcação de superfície que deverá transitar na área; mas onde a lazeira de água abaixo da quilha a ser detectada seja maior que a de uma Ordem Especial. Uma vez que as [feições](#) naturais ou artificiais possam, de alguma maneira, por em risco a navegação de superfície, um [levantamento completo de solo marítimo](#) será necessário. Entretanto, o tamanho da [feição](#) a ser detectada será maior que o de uma Ordem Especial. A lazeira de água abaixo da quilha torna-se menos crítica à medida que a profundidade aumenta. Destarte, o tamanho da [feição](#) a ser detectada pelo [levantamento completo de solo marítimo](#) aumentará nas áreas onde a profundidade das águas for maior que 40 metros. Levantamentos de Ordem 1a podem ser limitados a águas com menos de 100 metros de profundidade.

Ordem 1b

Este tipo de ordem destina-se a áreas com profundidades menores que 100 metros, onde uma descrição geral do leito marítimo for considerada apropriada para o tipo de navegação de superfície que transitará na área. Um [levantamento completo do solo marítimo](#) não é requerido; o que implica na não detecção de certas [feições](#), apesar da linha de espaço máximo permitida limitar o tamanho das [feições](#) que provavelmente permanecerão não detectadas. Esta ordem de levantamento somente é recomendada onde a lazeira de água abaixo da quilha não for de grande importância. Um exemplo desta situação seria uma determinada área onde as características do leito marítimo são configuradas de tal maneira que a probabilidade de haver uma [feição](#) natural ou artificial que possa colocar em risco o tipo de embarcação que deverá navegar naquela área seja baixa.

Ordem 2

Esta é a ordem menos estrita e destina-se àquelas áreas onde a profundidade da água é tal que uma descrição geral do leito marítimo seja considerada adequada. Um [levantamento completo do solo marítimo](#) não é requerido. Recomenda-se que os levantamentos de Ordem 2 limitem-se a áreas com profundidade acima de 100 metros, uma vez que, depois dos 100 metros de profundidade, é improvável a existência de [feições](#) artificiais ou naturais grandes o bastante para afetarem a navegação de superfície e ainda assim permanecerem não detectadas por um levantamento de Ordem 2.

CAPÍTULO 2 – POSICIONAMENTO

2.1 - Incerteza Horizontal

A [incerteza](#) de uma posição é equivalente à [incerteza na posição](#) da profundidade sondada ou [feição](#) dentro do sistema de referência geodésico.

As posições devem ser estabelecidas em conformidade com um sistema de referência geocêntrico baseado no Sistema de Referência Terrestre Internacional (ITRS), como por exemplo, o WGS84. Se, excepcionalmente, as posições estejam referenciadas a um datum horizontal local, este dado deverá ser atrelado a um sistema de referência geocêntrico baseado no ITRS.

A [incerteza](#) de uma posição é afetada por vários parâmetros diferentes; a influência de cada um destes parâmetros na [incerteza horizontal total](#) (IHT) deverá ser levada em consideração.

Um método estatístico, incorporando todas as fontes de [incerteza](#) para a determinação da [incerteza](#) do posicionamento deverá ser adotado. A [incerteza](#) da posição em um [nível de confiança](#) de 95% deverá ser registrada juntamente com os dados da pesquisa ([veja também 5.3](#)). A capacidade do sistema de pesquisa deverá ser demonstrada através do cálculo da IHT.

A posição das profundidades sondadas, dos perigos, de outras [feições](#) significativas submersas, dos auxílios à navegação (fixos e flutuantes), das [feições](#) que afetem a navegação, da linha da costa e das [feições](#) topográficas, deverá ser determinada de modo que as [incertezas](#) horizontais estejam em conformidade com os requisitos estabelecidos na [Tabela 1](#). Isto inclui todas as fontes de [incerteza](#) e não apenas aquelas relacionadas com equipamento de posicionamento.

CAPÍTULO 3 – PROFUNDIDADES

3.1 - Introdução

A navegação de navios exige conhecimento preciso sobre a profundidade da água de maneira que a capacidade máxima de transporte de cargas possa ser explorada com segurança, bem como a disponibilidade máxima de extensão de águas para a navegação com segurança. Nos lugares onde a laxeira de água abaixo da quilha for um fator crítico, as [incertezas](#) de profundidade obrigatoriamente serão controladas com um rigor maior e conhecidas mais minuciosamente. Da mesma forma, os tamanhos das [feições](#) que o levantamento terá ou, mais importante ainda, possa deixar de detectar, deverão ser claramente definidos e entendidos.

As profundidades medidas e alturas acima do nível de redução³ deverão ser referenciadas com base em um datum vertical que seja compatível com os produtos a serem feitos ou atualizados a partir do levantamento, como por exemplo, o Zero Hidrográfico⁴. O ideal é que este datum de referência das profundidades sondadas⁵ também seja um datum vertical bem definido como, LAT, MSL, um sistema de referência geocêntrico baseado no ITRS ou um nível de referência geodésico.

3.2 - Incerteza Vertical

[Incerteza](#) Vertical deverá ser entendida como a [incerteza](#) com relação às [profundidades reduzidas](#). Para a determinação de [Incerteza](#) Vertical as fontes de [incertezas](#) individuais precisarão ser quantificadas. Todas as [incertezas](#) deverão ser combinadas estatisticamente com vistas à obtenção da [Incerteza Vertical Total](#) (IVT).

A [incerteza](#) vertical máxima permitida para [profundidades reduzidas](#) como as estabelecidas na [Tabela 1](#) determinará as [incertezas](#) que deverão ser atingidas para atender a cada ordem de levantamento. A [incerteza](#) relativa a 95% do [nível de confiança](#) refere-se à estimativa do [erro](#) derivado da conjunção de [erros](#) aleatórios e residuais resultante da correção de [erros](#) sistemáticos. A capacidade do sistema de levantamento deverá ser demonstrada através do cálculo da [IVT](#).

Reconhecendo a existência de [erros](#) que variam tanto de acordo com a profundidade como de [erros](#) que dela independem que afetam a [incerteza](#) das profundidades, a fórmula abaixo deverá ser utilizada para computação, em um [nível de confiança](#) de 95%, a [IVT](#) máxima permitida. Os parâmetros “a” e “b” para cada ordem, de acordo com a [Tabela 1](#), juntamente com a profundidade “d”, deverão ser inseridos na fórmula para possibilitar o cálculo da [IVT](#) máxima permitida para uma profundidade específica:

³ NR: drying heights – ficam a maior parte do tempo encobertas, expostas durante as baixa mares de sizígia

⁴ NR: chart datum

⁵ NR: Nível de Redução

$$\pm \sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$$

Na qual:

a representa aquela parcela da incerteza que não varia de acordo com a profundidade

b é um coeficiente que representa aquela parcela da incerteza que varia de acordo com a profundidade

d é a profundidade

b x d representa aquela parcela da incerteza que varia de acordo com a profundidade

A [incerteza](#) vertical em um [nível de confiança](#) de 95% deverá ser registrada juntamente com os dados do levantamento ([ver também 5.3](#)).

3.3 - Reduções de Marés / Observações do Nível do Mar

Deverão ser efetuadas observações suficientes para determinar variações no nível da água por toda a área do levantamento com a finalidade de reduzir as sondagens ao [datum de referência](#)⁶ apropriado. Estes poderão ser determinados através da medição direta do nível do mar (por exemplo, através do uso de um marégrafo) e, caso necessário, executado em toda a área do levantamento por meio de [correções](#) cotidianas⁷ ou ainda, por técnicas tridimensionais de posicionamento relacionadas ao [datum de referência](#)⁶ das profundidades sondadas por intermédio de um modelo adequado de separação.

As reduções de marés / do nível do mar não precisarão ser aplicadas no caso de profundidades maiores que 200 metros se a [IVT](#) não for significativamente afetada por esta aproximação.

3.4 - Medição de profundidade

Todas as [feições](#) anômalas na área do levantamento previamente relatadas, bem como aquelas detectadas durante o levantamento, deverão ser examinadas mais minuciosamente e, caso confirmadas, seu posicionamento e sua profundidade mínima deverão ser determinados. Caso uma [feição](#) anômala previamente relatada não seja detectada, consulte o [Capítulo 6](#) para requisitos para refutação. A agência responsável pela qualidade do levantamento poderá definir um limite de profundidade que dispense uma investigação do solo marítimo e, conseqüentemente, um exame de [feições](#) anômalas.

⁶ NR: Nível de redução.

⁷ NR: No caso, as relativas às marés, considerando a divisão de toda a área em partes e, caso pertinente, com interposição ou transportes de Nível de Redução.

Para destroços e obstruções que possuam menos que 40 metros livres acima deles e possam colocar em risco a navegação normal de superfície, o melhor método disponível deverá ser utilizado para determinar sua posição e a profundidade mínima acima deles, atendendo ao padrão de [incerteza](#) de profundidade **da ordem apropriada** conforme disposto na [Tabela 1](#).

O sonar de varredura lateral não deverá ser utilizado para a medição de profundidade, mas sim para a definição de áreas que exijam investigações mais minuciosas e precisas.

3.5 - Detecção de Feições

Quando um [levantamento completo do solo marítimo](#) for necessário, o equipamento utilizado para a execução do levantamento deverá ser indubitavelmente capaz de detectar [feições](#) com as dimensões especificadas na [Tabela 1](#). Adicionalmente, o equipamento deverá ser considerado parte de um sistema (incluindo levantamento / equipamento de processamento, procedimentos e pessoal) que garantirá uma alta probabilidade de detecção destas [feições](#). É responsabilidade do Serviço Hidrográfico encarregado de coletar os dados avaliar a capacidade de qualquer sistema proposto e, desta maneira, certificar-se que tal sistema seja capaz de detectar uma proporção alta o suficiente de tais [feições](#).

Os requisitos mínimos de [detecção de feições](#) para a Ordem Especial e a Ordem 1a serão de 1 metro e 2 metros cúbicos, respectivamente. Poderão existir [feições](#) menores que as definidas para uma determinada Ordem que representem, no entanto, perigo à navegação. Nestes casos, faz-se necessário que o Serviço Hidrográfico detecte as menores [feições](#) a fim de minimizar os de riscos de perigos à navegação de superfície não detectados.

É importante observar que, mesmo que o levantamento seja executado com um sistema apropriado, a detecção de 100% das [feições](#) nunca poderá ser assegurada. No caso de preocupação sobre a possibilidade da existência de [feições](#) dentro de uma área que não possam ser detectada pelo sistema de levantamento de dados utilizado, o uso de um sistema alternativo deverá ser considerado (por exemplo, uma varredura mecânica) para aumentar a confiança com relação à profundidade livre mínima dentro da área.

3.6 - Densidade da Sondagem / Espaçamento entre Linhas

Ao planejar a densidade das sondagens, tanto a natureza do leito marítimo na área e quanto os requisitos para a segurança de navegação de superfície deverão ser levados em consideração para assegurar um adequado [levantamento do solo marítimo](#).

Para levantamentos de Ordem Especial e Ordem 1a não há recomendação para espaçamento máximo de linha, uma vez que há um requisito predominante para a condução de um [levantamento completo de solo marítimo](#).

Dispensa-se o [levantamento completo de solo marítimo](#) para as Ordens 1b e 2. A [Tabela 1](#) recomenda o espaçamento máximo de linha (Ordens 1b e 2) e a máxima densidade

ESPECIFICAÇÕES DA OHI PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS
5ª Edição, Fevereiro 2008

dos pontos através de tecnologia de batimetria LIDAR (Ordem 1b). A natureza do leito marítimo precisa ser avaliada o mais cedo possível em um levantamento a fim de se determinar se o espaçamento de linha / a densidade dos pontos verificados através de tecnologia de batimetria LIDAR, como especificado na [Tabela 1](#), devam ser reduzidos ou aumentados.

CAPÍTULO 4 – OUTRAS MEDIDAS

4.1 - Introdução

As observações seguintes poderão não ser sempre obrigatórias. Entretanto, caso estejam especificadas no requisito do levantamento deverão atender aos seguintes parâmetros.

4.2 - Amostragens de Solo Marítimo

A natureza do solo marítimo deverá ser determinada em áreas potenciais de ancoragem; sua natureza será determinada através de amostragem física ou inferida através de outros sensores (por exemplo, ecobatímetro de tecnologia monofeixe, sonar de varredura lateral, perfilador de subfundo, vídeo, etc.). As amostras físicas deverão ser tomadas espaçadamente em função da geologia do leito marítimo e em conformidade com os requisitos para embasar a veracidade de qualquer técnica de inferência.

4.3 - Conexões de Datum Verticais de Levantamentos Cartográficos e Topográficos

Resolução Técnica da OH1 A2.5, como estabelecida na Publicação M-3 da OHI, exige que os datum utilizados para a previsão de marés sejam os mesmos utilizados como datum cartográficos. Para que os datum batimétricos possam ser plenamente explorados, os datum verticais utilizados em observações de marés deverão ser relacionados com o datum do levantamento geral topográfico através de marcas proeminentes nas proximidades do maregráfo/estação/observatório. As determinações de alturas elipsoidais de marcas de referência vertical utilizadas na observação de marés deverão ser relacionadas a um sistema geocêntrico de referência baseado no ITRS, preferivelmente o WGS84, ou outro nível de referência geodésico apropriado.

4.4 - Previsões de Marés

Os dados maregráficos poderão ser requeridos para análise visando uma futura previsão da altura das marés e produção de Tábua de Marés, razão pela qual a observação deverá cobrir um período de tempo o mais longo possível, preferencialmente não menor que 30 dias.

4.5 - Observações de Correntes de Maré e Correntes

A velocidade e a direção das correntes de marés e de correntes que excedam a 0.5 nós deverão ser observadas nas entradas de portos e canais, em qualquer mudança de direção de um canal, em pontos de ancoragem e adjacentes a áreas de cais. É também desejável a medição de correntes de marés e de correntes litorâneas e em alto mar, quando estes forem fortes o bastante para afetar a navegação de superfície.

As correntes de marés e correntes em cada posição deverão ser medidas em profundidades adequadas para atender às exigências de navegação normal de superfície na área do levantamento. No caso de correntes de marés, observações simultâneas da

ESPECIFICAÇÕES DA OHI PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS
5ª Edição, Fevereiro 2008

altura das marés e das condições meteorológicas deverão ser conduzidas e o período de observação ideal é de 30 dias.

A velocidade e direção da corrente de marés e correntes deverá ser medida à 0.1 nó e os 10° mais próximos, respectivamente, em um [nível de confiança](#) de 95%.

Nas áreas onde possam ocorrer descargas fluviais sazonais capazes de influenciar as correntes de marés e correntes, deverão ser feitas medições de modo que cubram o período completo de variabilidade.

CAPÍTULO 5 – ATRIBUTOS DOS DADOS

5.1 - Introdução

Para permitir uma avaliação abrangente da qualidade de dados do levantamento é necessário o registro ou a documentação de certos dados, juntamente com os dados do levantamento. Estas informações são importantes porque permitirão a exploração dos dados do levantamento por uma variedade de usuários com requisitos diferentes, principalmente porque estes requisitos talvez não sejam conhecidos no momento em que o levantamento de dados é efetuado.

5.2 - Metadados

Os [metadados](#) deverão ser abrangentes, mas deverão conter, no mínimo, informações sobre:

- o levantamento em geral. Por exemplo: propósito, data, área, equipamento utilizado, nome da plataforma do levantamento;
- o sistema de referência geodésico utilizado, como por exemplo:, datum horizontal e vertical, incluindo ligações com um sistema de referência geodésico baseado em ITRS (por exemplo, o WGS84) se um datum local é utilizado;
- procedimentos de calibração e resultados;
- método de [correção](#) pela velocidade do som;
- datum de maré e nível de redução;
- [incertezas](#) obtidas e os respectivos [níveis de confiança](#);
- qualquer circunstância especial ou excepcional;
- regras e mecanismos empregados para o enxugamento de dados.

Os [metadados](#) deverão ser, preferencialmente, uma parte integral do registro do levantamento digital e estar em conformidade com o “OHI S-100 - Padrão de Descobrimto de Metadados”, quando for adotado. Antes da adoção da S-100, a ISO 19115 poderá ser utilizada como um modelo para os [metadados](#). Caso não seja factível, informações similares deverão ser incluídas na documentação de um levantamento.

As agências responsáveis pela qualidade do levantamento deverão desenvolver e documentar uma lista de metadados utilizados em seu levantamento de dados.

5.3 - Atributos de dados de ponto

Todos os dados deverão possuir atributos com sua estimativa de [incerteza](#) em um [nível de confiança](#) de 95% para posicionamento e, caso relevante, para a profundidade. O fator de escala computado ou presumido aplicado ao desvio padrão para a determinação da [incerteza](#) em um [nível de confiança](#) de 95% e/ou a distribuição estatística presumida

da distribuição de [erros](#) deverá ser registrada nos [metadados](#) do levantamento. (Por exemplo, presumindo uma distribuição normal, uma quantidade unidimensional, como a profundidade, o fator de escala será 1.96 para 95% de confiança. Seria adequada a utilização de uma declaração como a seguinte nos metadados: “As incertezas foram computadas com um nível de confiança de 95%, presumindo-se um fator padrão de desvio de escala de 1.96 (1D) ou 2.45 (2D), correspondente à assunção de uma distribuição normal de erros”). No caso das sondagens, o procedimento deverá ser preferencialmente adotado para cada sondagem individual; porém uma única estimativa de [incerteza](#) poderá ser registrada para uma quantidade de sondagens ou mesmo para uma área, contanto que a diferença entre as estimativas individuais de [incertezas](#) e as estimativas de [incertezas](#) coletivamente indicadas seja desprezível. O atributo deverá ser capaz de, no mínimo, demonstrar que os requisitos destas Especificações foram atendidos.

5.4 - Modelo de atributos batimétricos

Caso um [Modelo Batimétrico](#) seja exigido, os [metadados](#) deverão incluir: a resolução do modelo; o método de computação; a densidade de dados subjacente; a estimativa de [incerteza](#) / [incerteza de superfície](#) para o modelo; e uma descrição dos dados subjacentes.

5.5 - Relatório do Levantamento

O Relatório do Levantamento é o principal meio pelo qual o Pesquisador-Chefe aprovará o conteúdo de todos os registros do levantamento. Ele deve conter uma descrição clara e abrangente sobre como o levantamento foi realizado, os resultados obtidos, as dificuldades encontradas e as falhas. O relatório deverá ressaltar a análise da acurácia dos dados e se as especificações do levantamento foram atendidas.

CAPÍTULO 6 – ELIMINAÇÃO DE DADOS DUVIDOSOS

6.1 - Introdução

Para aprimorar a segurança da navegação é desejável que os dados duvidosos sejam eliminados. Por exemplo: dados que são geralmente denotados nas cartas como PA (Posição Aproximada), PD (Posição Duvidosa), ED (Existência Duvidosa), SD (Sondagem Duvidosa) ou como "aviso de perigo". Para confirmar ou reprovar a existência de tais dados é necessário que a área a ser levantada seja cuidadosamente definida e que a área seja subsequente levatada em conformidade com os padrões descritos nesta publicação.

6.2 - Extensão da Área a ser Levantada

Nenhuma forma empírica para a definição da área dos levantamentos será capaz de cobrir todas as situações. Por esta razão, é aconselhável que o raio do levantamento seja pelo menos 3 vezes a [incerteza](#) estimada do posicionamento do risco relatado em um [nível de confiança](#) de 95%, determinado por um relatório completo sobre dados duvidosos por um pesquisador hidrógrafo qualificado.

Caso este relatório esteja incompleto ou não exista, a [incerteza](#) do posicionamento deverá ser estimada por outros meios como, por exemplo, uma avaliação mais generalizada do posicionamento e [incertezas](#) das medidas de profundidade durante o tempo em que os dados em questão foram reunidos.

6.3 - Conduzindo o Levantamento

A metodologia para a condução de um levantamento deverá se basear na natureza da [feição](#), na área na qual os dados duvidosos tenham sido relatados, e no potencial estimado de perigo causado à navegação de superfície. Uma vez que estes dados tenham sido estabelecidos, os procedimentos para levantamento deverão ser executados de acordo com as orientações apropriadas a um levantamento hidrográfico nos padrões definidos em 6.2, conforme as especificações estabelecidas nesta publicação.

6.4 - Apresentação dos Resultados do Levantamento

Os dados duvidosos deverão ser substituídos pelos dados reais obtidos durante o levantamento, caso o risco tenha sido detectado. Se não detectado, a agência responsável pela qualidade do levantamento deverá decidir se manterá o registro cartográfico do risco ou se irá retirá-lo.

ESPECIFICAÇÕES DA OHI PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS
5ª Edição, Fevereiro 2008

TABELA 1

Parâmetros Mínimos para Levantamentos Hidrográficos
(Para ser lido juntamente com o texto completo estabelecido neste documento.)

Referência	Ordem	Especial	1a	1b	2
Capítulo 1	Descrições das Áreas	Áreas onde a altura livre sob a quilha é de importância crítica	Áreas com profundidades menores que 100 metros nas quais a lazeira de água debaixo da quilha não é de importância crítica, mas onde há possibilidade de existirem feições que ponham em risco a navegação.	Áreas com profundidades menores que 100 metros nas quais a lazeira de água debaixo da quilha não é um fator de risco em virtude do tipo de embarcações que deverão transitar nelas.	Áreas com profundidades maiores que 100 metros nas quais uma descrição geral do solo marítimo é considerada apropriada
Capítulo 2	IHT máxima permitida. Nível de confiança 95%	2 metros	5 metros + 5% da profundidade	5 metros + 5% da profundidade	20 metros + 10% da profundidade
Parágr. 3.2 e Obs. 1	IVT máxima permitida. Nível de confiança 95%	a = 0.25 Metros b = 0.0075	a = 0.5 metros b = 0.013	a = 0.5 metros b = 0.013	a = 1.0 metros b = 0.023
Glossário e Obs. 2	Levantamento Completo de Solo Marítimo	Feições cúbicas > 1 metro	Feições cúbicas > 2 metros, em profundidades até 40 metros; 10% de profundidade acima dos 40 metros	Não Aplicável	Não Aplicável

ESPECIFICAÇÕES DA OHI PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS
5ª Edição, Fevereiro 2008

Referência	Ordem	Especial	1a	1b	2
Parágr. 2.1 Parágr. 3.4 Parágr. 3.5 e Obs. 3	Detecção de Feições	Exigido	Exigido	Não Aplicável	Não Aplicável
Parágr. 3.6 e Obs. 4	Recomendado máximo espaçamento de linha	Não definido como exigindo um Levantamento Completo de Solo Marítimo	Não definido como exigindo um Levantamento Completo de Solo Marítimo	3 x profundidade média ou 25 metros, a maior das duas. Para LIDAR batimétrico com um espaçamento de pontos de 5 x 5 metros	4 x profundidade média
Capítulo 2 e Obs. 5	Posicionamento de auxílios visuais à navegação fixos e topografia relevantes para a navegação. Nível de confiança 95%	2 metros	2 metros	2 metros	5 metros
Capítulo 2 e Obs. 5	Posicionamento da linha da costa e de topografia menos significante para a navegação. Nível de confiança 95%	10 metros	20 metros	20 metros	20 metros
Capítulo 2 e Obs. 5	Posicionamento médio de auxílios à navegação flutuantes	10 metros	10 metros	10 metros	20 metros

ESPECIFICAÇÕES DA OHI PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS
5ª Edição, Fevereiro 2008

Observações:

1. Reconhecendo que existem tanto constantes como [incertezas](#) de profundidade dependentes que afetam as [incertezas](#) de profundidade, a formula abaixo será usada para computar a [IVT](#) máxima permitida em um [nível de confiança](#) de 95%. Os parâmetros “a” e “b” para cada Ordem, como dado na [Tabela 1](#), juntamente com a profundidade “d” deverão ser introduzidos na formula para permitir o cálculo da [IVT](#) máxima permitida para uma profundidade específica:

$$\pm \sqrt{a^2 + (b \times d)^2}$$

Onde:

a – representa aquela parcela de [incerteza](#) que não varia de acordo com a profundidade

b – é um coeficiente que representa aquela parcela de [incerteza](#) que varia de acordo com a profundidade

d – é a profundidade

b x d – representa a parcela da [incerteza](#) que varia de acordo com a profundidade

2. Para propósitos relacionados com a segurança de navegação, para levantamentos de Ordem Especial e Ordem 1a, poderá ser considerado apropriado o uso de uma varredura mecânica detalhadamente especificada de tal modo a garantir uma área livre de profundidade mínima de segurança por toda a área.
3. Uma [feição](#) cúbica significa um cubo cujos lados possuem a mesma largura. É importante ressaltar que os requisitos de [deteccção de feições](#) de 1 metro e 2 metros cúbicos da Ordem Especial e da Ordem 1a da OHI, serão os requisitos mínimos exigidos, respectivamente. Em determinadas circunstâncias, poderá ser considerado necessário que os Serviços Hidrográficos detectem [feições](#) menores, com a finalidade de minimizar a possibilidade de perigos não detectados à navegação de superfície. Para a Ordem 1a, a flexibilização dos critérios de [deteccção de feições](#) a 40 metros reflete o calado máximo esperado de embarcações.
4. O espaçamento de linha poderá ser expandido caso os procedimentos para a garantia de uma densidade de sondagem adequada forem utilizados.
"Espaçamento Máximo de Linha" deverá ser interpretado como:
 - O Espaçamento de Linhas de Sondagem para ecobatímetro monofeixe, ou a
 - Distancia entre limites exteriores utilizáveis de áreas de varredura para sistemas de varredura.
5. Estes somente se aplicam onde estas medidas são exigidas para o levantamento.

GLOSSÁRIO

Observação: Os termos definidos abaixo são aqueles mais relevantes para esta publicação. Uma seleção muito maior de termos é definida na Publicação Especial S-32 da OHI (Dicionário de Hidrografia) que deverá ser consultada caso o termo a ser consultado não seja encontrado aqui. Caso um termo encontrado abaixo tenha uma definição diferente na S-32, a definição dada abaixo deverá ser utilizada em relação à estas Especificações.

Acurácia: A extensão que um valor medido ou enumerado está em conformidade com um valor presumido ou um valor aceito. Veja [incerteza](#), [erro](#).

Controle de Qualidade: Todos os procedimentos que asseguram que o produto satisfaz determinados parâmetros e especificações.

Correção: Uma quantidade que seja aplicada a uma observação ou função para diminuir ou minimizar os efeitos de [erros](#) e obter um valor aprimorado da observação ou função. Também será aplicado para reduzir a observação a um padrão arbitrário. A correção correspondente a um dado [erro](#) computado será da mesma magnitude, porém de sinal invertido.

Datum de Sondagem: O datum vertical para o qual as sondagens de um levantamento hidrográfico são reduzidas. Também chamado ‘datum’ para redução de sondagem.

Detecção de feições: A capacidade de um sistema detectar [feições](#) de um determinado tamanho. Estas Especificações estabelecem o tamanho das [feições](#) que, para a segurança da navegação, deverão ser detectadas durante o levantamento.

Erro Grave: O resultado de negligência ou um erro; poderá ser detectado através da repetição da medição.

Erro: A diferença entre um valor de uma quantidade observado ou computado e o valor real daquela quantidade. O valor real nunca poderá ser determinado com precisão, por esta razão o erro real também nunca poderá ser determinado com precisão. É legítimo falar sobre fontes de erros, porém os valores do que se tornou conhecido como previsão de erro e de análise de resíduos, são estimativas de incerteza, não erros. Veja [incerteza](#).

Feições: No contexto destas Especificações, qualquer objeto, artificial ou não, projetando-se acima do solo marítimo, que possa constituir-se em perigo para a navegação de superfície.

ESPECIFICAÇÕES DA OHI PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS
5ª Edição, Fevereiro 2008

Garantia de Qualidade:	Todas aquelas ações, planejadas e sistemáticas, necessárias para fornecer a segurança adequada para que um produto ou serviço possa satisfazer os requisitos de qualidade exigidos.
Incerteza:	O intervalo (sobre um dado valor) que conterà o valor real da medida em um nível de confiança específico. O nível de confiança do intervalo e a distribuição estatística presumida dos erros deverão também ser citados. No contexto destas Especificações, os termos incerteza e intervalo de confiança são equivalentes.
Incerteza de Superfície:	Um modelo, tipicamente em forma de gráfico, que descreve a incerteza de profundidade do produto de um levantamento sobre uma área contígua da superfície da terra. A incerteza de superfície deverá reter metadados suficientes para descrever de maneira inequívoca a natureza da incerteza sendo descrita.
Incerteza Horizontal Total (IHT):	O componente da incerteza propagada total (IPT) calculado no plano horizontal. Apesar de a IPT ser mencionada como um único numeral, a IHT é uma quantidade bidimensional. Presume-se que a incerteza é isotrópica (Ex.: Há uma correlação desprezível entre erros de latitude e longitude). Tal circunstância torna uma distribuição normal circularmente simétrica, permitindo que um único numeral possa descrever a distribuição radial de erros relativos ao valor real.
Incerteza Propagada Total (IPT):	O resultado da incerteza propagada, quando todas as medidas que contribuem para as incertezas , tanto aleatórias quanto sistemáticas, foram incluídas na propagação. A incerteza propagada combina os efeitos das incertezas de medição de várias fontes com as incertezas produzidas por parâmetros derivados ou calculados.
Incerteza Vertical Total (IVT):	O componente da incerteza propagada total (IPT) calculado na dimensão vertical. IVT é uma quantidade unidimensional.
Intervalo de Confiança:	Veja incerteza .
Levantamento Completo do Solo Marítimo:	Um método sistemático de exploração do solo marítimo realizada com o objetivo de detectar a maioria das feições especificadas na Tabela 1 ; utilizando-se de sistemas de detecção e procedimentos apropriados e pessoal treinado. Na prática, é impossível atingir 100% de sonificação / 100% de cobertura batimétrica (a utilização de tais expressões deve

ser desestimulada).

Levantamento de Solo Marítimo: Um método sistemático de exploração do solo marítimo para a detecção de [feições](#) tais como destroços, rochas e outras obstruções encontradas no solo marítimo.

Metadado: Informações descrevendo características de dados, como por exemplo, a incerteza de dados de um levantamento.
Definição da ISO: dado (descritivo) acerca de uma série de dados e aspectos de tratamento dos mesmos. Metadado é um dado implícito atado a uma coleção de dados. Os exemplos de metadado incluem qualidade em geral, títulos de dados estabelecidos, fonte, incerteza de posicionamento, e direitos autorais.

Modelo Batimétrico: Uma representação digital da topografia (batimetria) do solo marítimo através de coordenadas e profundidades.

Monitor de Integridade: Equipamento formado de um receptor de GNSS (Sistema Global de Navegação por Satélite) e de um rádio transmissor montado em um conhecido ponto do levantamento que será utilizado para o monitoramento da qualidade de um sinal diferencial GNSS = (DGNSS) (Sistema Diferencial Global de Navegação por Satélite). Discrepâncias de posicionamento deverão ser continuamente monitoradas e avisos cronometrados serão transmitidos aos usuários indicando quando o sistema não deverá ser utilizado.

Monitoramento de Integridade: É a capacidade de um sistema fornecer avisos cronometrados para os usuários quando o mesmo não deverá ser utilizado.

Nível de Confiança: A probabilidade em que o valor real de uma medida será situado dentro da [incerteza](#) especificada do valor medido. Devemos ressaltar que os níveis de confiança (por exemplo: 95%) dependerão da distribuição estatística presumida de dados e serão calculados diferentemente para quantidades unidimensionais (1D) e bidimensionais (2D). No contexto destas Especificações, que presume uma Distribuição Normal de Erro, o nível de confiança de 95% para quantidades 1D (por exemplo: profundidade) é definido como 1.96 x desvio padrão e o nível de confiança de 95% para quantidades 2D (por exemplo: posição) é definido como 2.45 x desvio padrão.

Profundidades Reduzidas: Profundidades observadas incluindo todas as [correções](#) relacionadas ao levantamento e processamento posterior, bem como à redução do datum vertical utilizado.

ESPECIFICAÇÕES DA OHI PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS
5ª Edição, Fevereiro 2008

ANEXO A - INSTRUÇÕES PARA CONTROLE DE QUALIDADE

NOTA: Ressalta-se que a informação contida nos Anexos A e B fornecem algumas instruções sobre [controle de qualidade](#) e processamento de dados. Estes Anexos não são parte integrante das Especificações da S-44 e deverão ser removidos quando as informações neles contidas forem totalmente incorporadas à Publicação M-13 da OHI.

A.1 - Introdução

Para garantir que as [incertezas](#) exigidas sejam satisfeitas, é necessário o monitoramento do desempenho. A conformidade com os critérios estabelecidos neste documento deverá ser demonstrada.

As técnicas padrão de calibração deverão ser executadas antes e depois da obtenção dos dados, bem como após a ocorrência de qualquer modificação significativa do sistema.

O estabelecimento de procedimentos de [controle de qualidade](#) deverá ser uma alta prioridade para os Serviços Hidrográficos. Tais procedimentos deverão abranger o sistema inteiro, incluindo os sensores de navegação, coleta de dados e equipamentos de processamento e operadores. Todos os equipamentos deverão ter o seu funcionamento dentro dos valores de calibração confirmados e o sistema deverá ser avaliado para garantir que as [incertezas](#) relevantes descritas na [Tabela 1](#) sejam satisfeitas. Outros parâmetros, tais como: movimento e velocidade da embarcação, que podem afetar a qualidade dos dados levantados, deverão ser igualmente monitorados.

Os procedimentos de processamento utilizados antes da introdução da Ecobatimetria Multifeixe (MBES) e sistemas de tecnologia batimétrica LIDAR são ineficientes, tanto em termos de força de trabalho quanto de tempo exigido para processar o alto volume de dados reunidos por estes sistemas. Serão necessários procedimentos de processamento capazes de reduzir, processar e produzir os dados finais estabelecidos dentro de limitações aceitáveis de tempo e pessoal, ao mesmo tempo preservando a integridade dos dados. À medida que os Serviços Hidrográficos continuem a ser responsáveis por seus produtos, estes procedimentos de processamento deverão ser bem documentados.

Os dados originais de levantamento (dados brutos de sensores diferentes) deverão ser adequadamente preservados antes do início do processamento dos dados. O conjunto final de dados processados também deverá ser preservado. O armazenamento de dados em longo prazo, nesta era de rápida mudança de sistemas eletrônicos, requer planejamento, execução e monitoramento cuidadosos.

Cada Serviço Hidrográfico será responsável pela definição de sua política de armazenamento de dados em longo prazo tanto para conjuntos de dados brutos como para conjuntos de dados processados.

A.2 - Posicionamento

O [monitoramento de integridade](#) para levantamentos de Ordem Especial e de Ordens 1a/ b é recomendado. Quando algum equipamento for instalado para determinar ou aprimorar o posicionamento de plataformas de levantamento de dados (por exemplo: [correções](#) do Sistema Global de Navegação por Satélite (GNSS), a [incerteza](#) da posição do equipamento em relação ao datum horizontal deverá ser incluída no cálculo da [IHT](#).

A.3 - Integridade de Dados de Profundidade

Linhas de verificação ou áreas de varredura sobrepostas indicam o nível de conformidade ou repetição das medidas; porém não indicam [acurácia](#) absoluta uma vez que há um grande número de fontes de [erros](#) comuns em potencial ([veja A.4](#)) entre os dados das linhas principais e das linhas de verificação. O procedimento de [controle de qualidade](#) deverá incluir a análise estatística das diferenças e deverá também considerar os [erros](#) comuns, para fornecer uma indicação de conformidade do levantamento com os parâmetros dados na [Tabela 1](#). Os efeitos de picos e [erros graves](#) deverão ser eliminados antes desta análise. Todas as discrepâncias deverão ser resolvidas, seja pela análise ou por novo levantamento durante a evolução da tarefa do levantamento.

A habilidade para comparar superfícies geradas pela reunião de novos dados em relação a informações históricas freqüentemente poderão ser úteis para a validação da qualidade das novas informações ou, de forma alternativa, para notificar a agência que estiver coletando os dados sobre [incertezas](#) sistemáticas não solucionadas que exijam atenção imediata.

A.3.1 - Ecobatímetros Monofeixe (SBES)

Linhas de verificação deverão ser conduzidas em intervalos discretos. Estes intervalos geralmente não deverão ser mais que 15 vezes o espaçamento das principais linhas de sondagem.

A.3.2 - Ecobatímetros de varredura de área

Uma avaliação apropriada da [incerteza](#) das profundidades para cada ângulo de incidência (dentro de cada feixe para um Ecobatímetro Multifeixe – MBES) deverá ser conduzida. Se qualquer das profundidades possuir incertezas inaceitáveis, os dados relacionados a ela deverão ser excluídos. Uma quantidade de linhas de verificação deverá ser efetuada. Onde as áreas de varredura adjacentes tiverem uma sobreposição significativa o espaçamento entre as linhas de verificação poderá ser ampliado.

A.3.3 - Sistemas de Área de Varredura (estruturas com multi-transdutores)

É indispensável que a distância entre transdutores individuais e a área acústica de sonificação estejam em conformidade com as profundidades sendo medidas para

garantir uma cobertura total do solo marítimo por toda a extensão da área de varredura. Uma quantidade de linhas de verificação deverá ser conduzida.

Incrementos devidos a movimentos verticais deverão ser cuidadosamente monitorados à medida que o estado do mar aumenta, especialmente onde os efeitos de deslocamento sobre os transdutores não sejam medidos diretamente (por exemplo: sistemas de incremento separados). Quando o deslocamento sobre os transdutores exceder o valor máximo permitido dentro da previsão de [incerteza](#), as operações de sondagem deverão ser interrompidas até que as condições do mar melhorem.

A.3.4 - Batimetria LIDAR

Riscos à navegação detectados pela batimétrica LIDAR deverão ser examinados através da utilização de um sistema batimétrico capaz de determinar o ponto mais raso de acordo com os parâmetros estabelecidos neste documento. Uma quantidade de linhas de verificação deverá ser conduzida.

A.4 - Fontes de Erros

Apesar do texto a seguir concentrar-se em [erros](#) de dados obtidos através de sistemas de varredura de área, é importante observar que os mesmos princípios são aplicáveis a dados obtidos através de qualquer sistema de medição de profundidade.

Com sistemas de varredura de área a distância entre a sondagem do solo marítimo e a antena do sistema de posicionamento poderá ser bem grande, especialmente em águas profundas. Por esta razão, a [incerteza](#) do posicionamento de sondagem é uma função dos [erros](#) do rumo/proa da embarcação, do ângulo do feixe e da profundidade da água.

[Erros](#) do sensor de movimentos horizontal e vertical (caturro e balanço) também contribuirão para a [incerteza](#) quanto à posição das sondas. Em geral, poderá ser difícil determinar a posição de [incerteza](#) para cada sondagem como uma função de profundidade. As [incertezas](#) são uma função não apenas do sistema de varredura de área, mas também da localização, compensações e da precisão dos sistemas auxiliares.

A utilização de feixes não verticais introduz [incertezas](#) adicionais causadas pelo conhecimento incorreto da orientação do navio no momento da transmissão e da recepção dos ecos dos sonares. [Incertezas](#) associadas com o desenvolvimento da posição de um determinado sonar devem incluir:

- a) Posicionamento de [erros](#) de sistema;
- b) [Erros](#) de alcance e de feixe;
- c) O [erro](#) associado com o modelo de trajetória de raio (incluindo o perfil da velocidade do som), e o ângulo de direção do feixe;
- d) O [erro](#) no rumo/proa de embarcação;
- e) [Erros](#) de direção do sistema resultantes do desalinhamento do transdutor;
- f) Localização do Sensor;
- g) [Erros](#) do sensor de movimentos da embarcação, como por exemplo o caturro e o balanço;

ESPECIFICAÇÕES DA OHI PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS

5ª Edição, Fevereiro 2008

- h) [Erros](#) de compensação da posição do sensor; e
- i) Sincronização do Tempo / latência.

Fatores que podem contribuir para a produção de [incerteza](#) vertical incluem:

- a) [Erros](#) de datum vertical;
- b) [Erros](#) do sistema de posicionamento vertical;
- c) [Erros](#) de medição de marés, incluindo [erros](#) cotidianos onde apropriado;
- d) [Erros](#) de instrumento;
- e) [Erros](#) de velocidade do som;
- f) [Erros](#) elipsoidais / [erros](#) de modelo de separação de datum vertical;
- g) [Erros](#) de movimento de embarcação, por exemplo: caturro e balanço;
- h) Calado de embarcação;
- i) Trim e banda de embarcação;
- j) Aclive do solo marítimo; e
- k) Sincronização de tempo / latência.

As agências responsáveis pela qualidade do levantamento são incentivadas a desenvolver previsões de [incertezas](#) para seus próprios sistemas.

A.5 - Propagação de Incertezas

A [IPT](#) é uma combinação de [incertezas](#) com bases aleatórias e influenciáveis. [Incertezas](#) aleatórias e de períodos curtos devem ser reconhecidas e avaliadas tanto na direção vertical como na direção horizontal.

A [incerteza](#) propagada poderá ser expressa como uma variação (em metros²) mas é mais freqüentemente relatada como uma [incerteza](#) (em metros) derivada da variância assumindo-se que a [incerteza](#) segue uma distribuição conhecida. Neste último caso, o nível de confiança (por exemplo: “em um [nível de confiança](#) de 95%”) e a distribuição assumida deverão ser documentados. [Incertezas](#) horizontais são geralmente expressas como um único algarismo em um [nível de confiança](#) de 95%, considerando-se uma distribuição isotrópica de [incerteza](#) no plano horizontal.

No processo de levantamento hidrográfico é necessário modelar certos períodos longos ou fatores constantes relacionados ao ambiente físico (por exemplo: marés, velocidade do som, dinâmica, trim e banda da embarcação que faz o levantamento). Modelos inadequados poderão induzir a certo tipo [incertezas](#) nos resultados do levantamento. Estas [incertezas](#) deverão ser avaliadas separadamente das [incertezas](#) do tipo aleatório.

A [IPT](#) é o resultante destas duas [incertezas](#) principais. A maneira conservadora de calcular o resultado é a soma aritmética, apesar do fato que os usuários deverão ter consciência que isto poderá superestimar significativamente a [incerteza](#) total. A maioria dos especialistas, e o parâmetro da ISO apropriado, recomendam soma quadrática (por exemplo: o somatório das variâncias em escala apropriadas).

ANEXO B - INSTRUÇÕES PARA O PROCESSAMENTO DE DADOS

NOTA: Ressalta-se que a informação contida nos Anexos A e B fornecem algumas instruções sobre [controle de qualidade](#) e processamento de dados. Estes Anexos não são parte integrante das Especificações da S-44 e deverão ser removidos quando as informações neles contidas forem totalmente incorporadas à Publicação M-13 da OHI.

O texto deste anexo origina-se da CL 27/2002 do BHI intitulada “Diretrizes para o processamento de grandes volumes de dados batimétricos” datada de 08 de Agosto de 2002. As seções 2, 3.1 e 4 destas diretrizes foram incorporadas ao corpo principal da 5ª edição da S-44, enquanto as seções remanescentes, com algumas emendas, são reproduzidas abaixo.

B.1 - Introdução

As diretrizes de processamento a seguir concentram-se em princípios e descrevem **requisitos mínimos**. As etapas de processamento descritas abaixo deverão ser interpretadas apenas como uma indicação, também com relação à sua seqüência, e não, necessariamente, esgotam o assunto. Adaptações poderão ser necessárias em virtude da configuração do levantamento, bem como do sistema de processamento efetivamente utilizado. Em geral, o processamento deverá esforçar-se para utilizar todas as fontes de informação disponíveis para a confirmação da presença de sondagens significativas para a navegação.

O seguinte fluxo de trabalho deverá ser empregado:

B.1.1 - Posição

Esta etapa deverá compreender a combinação de dados de posicionamento de sensores diferentes (caso necessário), dados de posicionamento qualificados, e a eliminação de saltos de posicionamento. Dados duvidosos deverão ser sinalizados e não apagados.

B.1.2 - Correções de profundidades

[Correções](#) deverão ser aplicadas para mudanças do nível do mar, sensores de medidas de movimentação e mudanças do calado da embarcação que conduz o levantamento (por exemplo: mudança de trim com a velocidade; mudança com o tempo causada por consumo de combustível). Pode ser possível o reprocessamento dos dados para os quais foram aplicadas [correções](#) em tempo real.

B.1.3 - Dados de atitude

Dados de atitude (rumo/proa, deslocamento, trim e banda) deverão ser qualificados e saltos de dados deverão ser eliminados. Dados duvidosos deverão ser sinalizados e não apagados.

B.1.4 - Correção da velocidade do som

[Correções](#) em virtude de tempo de viagem de ida e volta e refrações deverão ser calculadas e aplicadas durante esta etapa. Caso estas correções já tiverem sido aplicadas em tempo real durante o levantamento, pode ser possível superá-las através do uso de outro perfil de velocidade do som

B.1.5 - Latências do Sistema de Tempo

Latências de tempo no sistema de levantamento poderão incluir tanto componentes constantes como variáveis. O sistema de aquisição ou o sistema de processamento deverá verificar latências e eliminá-las sempre que esta remoção seja factível.

B.1.6 - Combinação de posições e profundidades

Para esta operação, a compensação de tempo (latência) e as compensações geométricas entre sensores, deverão ser levadas em consideração.

B.1.7 - Análise do sinal de retorno

Quando uma representação da série de tempo da amplitude do sinal de retorno estiver disponível, esta informação poderá ser utilizada para verificar a validade das sondagens.

B.1.8 - Limpeza automática de dados (não-interativa)

Durante este estágio, as coordenadas (por exemplo: posições e profundidades) obtidas deverão ser controladas automaticamente por um programa que utilize algoritmos estatísticos apropriados que tenham sido documentados, testados e demonstrados para produzir resultados acurados e repetíveis. Ao seleccionar um algoritmo, técnicas de estimativas robustas deverão ser consideradas quando forem confirmadas como adequadas. Muitos pacotes batimétricos de alta intensidade de processamento possuem ferramentas de processamento embutidas para a detecção e demonstração de discrepâncias. De modo geral, conjuntos de dados de densidade maior com grandes quantidades de sobreposição entre as linhas ensejam uma maior probabilidade de detecção de [erros graves](#). Além das estatísticas, valores mínimos para levantamento de dados poderão ser utilizados para facilitar a detecção de [erros graves](#). Cada agência será responsável pela validação do algoritmo utilizado e dos procedimentos adotados.

Todos os [erros graves](#) e dados errados e duvidosos deverão ser sinalizados para o controle subsequente do operador. O tipo de sinalização utilizada deverá indicar que eles foram estabelecidos durante o estágio automático.

B.1.9 - Limpeza manual de dados (interativa)

Após os procedimentos de processamento automatizados, há a exigência de que um hidrógrafo experiente e responsável reveja os resultados automatizados e valide estes resultados e/ou resolva quaisquer ambigüidades remanescentes.

Para este estágio, o uso de ferramentas de visualização 3-D é fortemente recomendado. A tomada de decisão sobre a aceitação de sondagens aparentemente espúrias poderá freqüentemente ser aprimorada através da visualização de conjuntos de dados combinados em três dimensões. Estas ferramentas deverão permitir a visualização de dados através da utilização do recurso de zoom. O sistema interativo de processamento deverá também oferecer modos diferentes de exibição para a visualização, como por exemplo: curva de profundidade, curva de [incerteza](#), perfil único, monofeixe, imagens de provas fotomecânicas, etc. e deverá permitir a visualização dos dados do levantamento em conjunto com outras informações úteis; por exemplo: litoral, destroços, auxílios à navegação, etc. A edição dos dados deverá ser possível em todos os modos e incluir uma trilha de auditoria. Quando dados de sondagem forem editados, eles poderão freqüentemente ser úteis para a compreensão do contexto espacial dos pontos de dados examinados. O que pode parecer como sondagens ruins ([erros graves](#)), fora do contexto poderá ser reconhecido como artefatos reais do solo marítimo (pilhas submersas, destroços, etc.) quando vistos no contexto do pano de fundo de um mapa, por exemplo. Caso seja factível, a exibição de dados deverá ser geo-referenciada. A habilidade para comparar superfícies de novos dados coletados com aqueles gerados de informações históricas, pode freqüentemente ser útil na validação da qualidade da nova informação, ou alternativamente, para notificar à agência que coleta os dados sobre [incerteza](#) sistemática não resolvida que requeira atenção imediata.

Caso seja factível, estas ferramentas deverão incluir a verificação da concordância de imagens fotomecânicas normalizadas com a batimetria e, caso ferramentas de detecção automatizadas de objetos sejam utilizadas, a exibição de dados sinalizados de ambos os modos de dados será possível.

As regras a serem observadas pelos operadores durante este estágio deverão ser documentadas.

As sinalizações estabelecidas durante o estágio automático, que correspondem a profundidades menores que as da área circundante, deverão exigir ações explícitas do operador, pelo menos, para levantamentos de Ordem Especial e Ordens 1 a/b. Caso o operador desconsidere sinalizações estabelecidas durante o estágio automático, este fato deverá ser documentado. Se uma sinalização for definida pelo operador, o tipo de sinalização utilizada deverá indicar este fato.

B.2 - Uso de [incerteza de superfícies](#)

Muitos pacotes estatísticos de processamento de batimetria também têm a capacidade de gerar uma [incerteza de superfície](#) associada com a batimetria utilizando tanto estimativas de [erro](#) de entrada quanto gerando estatísticas espaciais dentro de uma matriz de células. A exibição e codificação destas [incertezas de superfícies](#) constituem um método para determinar se a área inteira de um levantamento satisfaz as especificações exigidas. Caso algumas áreas estejam fora das especificações, estas áreas poderão ser um alvo para uma futura coleta de dados ou para o uso de sistemas alternativos para reduzir a [incerteza](#) dentro de uma tolerância aceitável. Quando

ESPECIFICAÇÕES DA OHI PARA LEVANTAMENTOS HIDROGRÁFICOS
5ª Edição, Fevereiro 2008

executada em tempo real, a estratégia de amostragem poderá ser adaptada à medida que o levantamento evolui, assegurando que os dados coletados são de uma qualidade aceitável para o uso proposto. Cada agência será responsável pela validação destas capacitações de processamento antes de sua utilização.

B.3 - Procedimentos de Validação

Os dados finais deverão ser sujeitos a validações internas independentes, empregando procedimentos documentados de [controle de qualidade](#).
