

ELABORAÇÃO DE DATUM VERTICAL E LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO PARA CONSTRUÇÃO DE PLATAFORMA OFF- SHORE

FILIPE MODESTO DA ROCHA

Petróleo Brasileiro S.A. - PETROBRAS
E&P-SERV/US-SUB/GDS/PLG
fmodesto@petrobras.com.br

RESUMO - Para a elaboração do projeto das plataformas fixas de produção de petróleo sobre jaquetas a qualidade na determinação da profundidade é fator crítico. Para a construção da plataforma de Badejo, na Bacia de Campos, buscou-se a melhor acurácia possível através de metodologia pioneira, substituindo os marégrafos costeiros por sensores em alto mar no referenciamento vertical. Foram efetuados Levantamentos Hidrográficos através de sensores Multi-feixe e Digiquartz, com o monitoramento local do nível do mar. Os dados levantados, juntamente com os dados monitorados por estação oceanográfica fixa na plataforma continental, foram processados para correção dos efeitos de maré. Ao final, foram obtidas as profundidades da região com qualidade superior, e com o controle de incertezas dentro dos valores especificados.

ABSTRACT - To elaborate the design of fixed platforms for oil production, the depth survey's quality is critical. To build the Badejo Platform, in the Campos Basin, we sought the most accurate way using a methodology pioneered by replacing the coastal tide gauges by sensors at sea. Hydrographic surveys were conducted by Multi-beam and Digiquartz sensors with local monitoring of sea level. The data collected, together with the data monitored by oceanographic station fixed on the continental shelf, were processed to correct the effects of tide. In the end, we obtained the depths values of the region with superior quality control and uncertainty within the specified values.

1 INTRODUÇÃO

Para a construção de plataformas de produção apoiadas sobre estruturas fixas, conhecidas como jaquetas, a determinação da profundidade do leito marinho é um fator crítico. Um dos componentes para esta determinação é a maré, cujo efeito em alto mar vem sendo obtido por modelos matemáticos oceânicos, de forma preditiva, ou a partir de referenciais terrestres. Ambos os métodos de correção de maré não retratam a dinâmica marinha e não possuem o devido controle de incertezas em aplicações em alto mar.

Para a construção da jaqueta de PBD-2 - Plataforma de Badejo 2, buscou-se a acurácia vertical de meio metro através de metodologia inovadora na PETROBRAS e com o devido controle das incertezas. Para isso foram feitos Levantamentos Hidrográficos por Multi-feixe e Digiquartz, associados a um datum vertical regional off-shore, definido a partir de um sensor oceanográfico em plataforma fixa. Este artigo abordará a metodologia empregada na coleta e no tratamento desses dados bem como as possibilidades de aprimoramento desse método de correção da variação de maré.



Figura 01 – Localização e jaqueta de Badejo: representação.

2 LEVANTAMENTO HIDROGRÁFICO

O levantamento de profundidades relativas na região da PBD-2 foi realizado a bordo da embarcação CBO Campos. Durante o serviço foi feito o registro da variação da maré por um sensor DQZ (sensor de pressão Digiquartz Paroscientific) associado a um transponder. Para controle dos métodos foram realizados dois Levantamentos: Um por MBES (ecobatímetro Multi-feixe), ao longo da região de instalação da PBD-2, e outro exclusivamente por DQZ em cinco pontos de controle.

2.1 Sistemas de Posicionamento

O levantamento de profundidades foi realizado por técnicos da PETROBRAS e das empresas contratadas Fugro e Fototerra, a bordo do navio CBO Campos. O CBO Campos é um RSV (Navio de Apoio ROV) dotado de um ROV (Veículo de Operação Remota) Fugro FCV 3000.

O posicionamento do CBO Campos é feito por DGNSS (Sistema Global de Navegação Diferencial por Satélite) Fugro Skyfix e software integrador Fugro StarFix. O posicionamento planimétrico do ROV em relação à embarcação é feito acusticamente pelo sistema SSBL (Super Short Base Line) Kongsberg HiPap 500, enquanto que o altimétrico é feito por DQZ em relação à superfície.

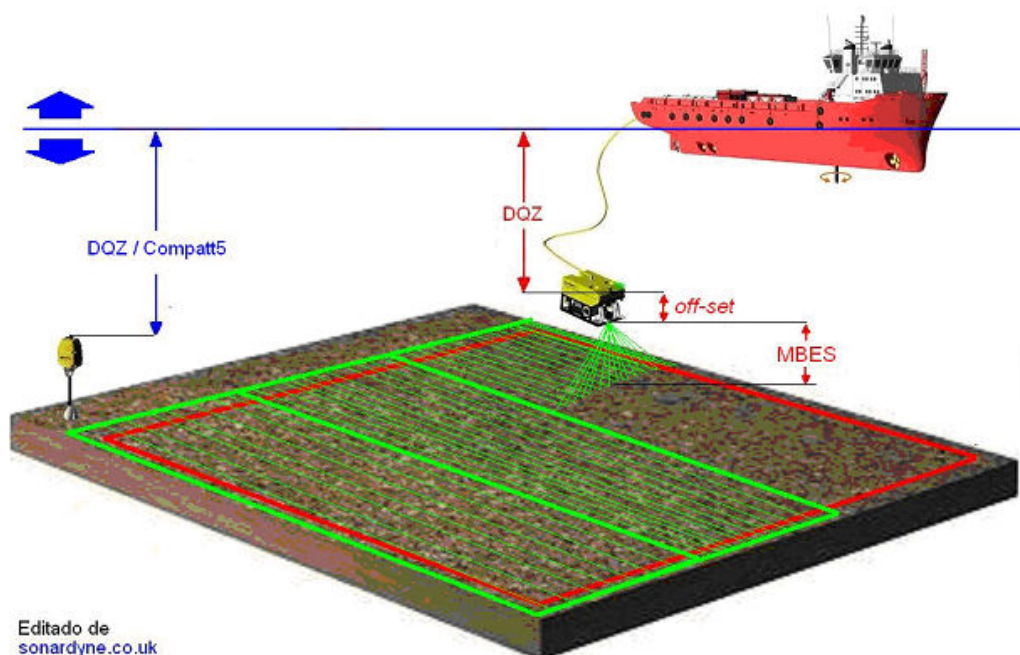
2.2 Registro Local de Maré

Antes dos Levantamentos por MBES e DQZ, foi posicionado próximo à região de trabalho um sensor de pressão DQZ associado a um transponder Compatt 5 como referência local para aferição da variação de maré. Para calibração das leituras DQZ, foram inseridos no StarFix o valor observado de pressão atmosférica, e o valor de gravidade calculado em função da latitude. Os registros de maré foram feitos sempre através de cinco leituras de profundidade em sequência, dez minutos antes de cada hora cheia, até o final dos trabalhos.

2.3 Levantamento Multi-Feixe

O sensor MBES usado na ecobatimetria é um Kongsberg EM 2000, montado no ROV. Antes do Levantamento foram realizadas perfilagens da velocidade do som e densidade da água, até a profundidade de trabalho por um perfilador 2D ACM / CTD da Falmouth Scientific, além de procedimento de calibração do MBES no ROV.

O Levantamento por MBES foi realizado em uma área quadrada de 150m de lado utilizando uma frequência de 200kHz. A navegação do ROV foi feita em 07 faixas, com recobertura de 50% e manutenção de altura de 10m sobre o leito marinho através do sistema DVL (Doppler Velocity Log).



Editado de
sonardyne.co.uk

Figura 02 – Localização e jaqueta de Badejo: representação.

2.4 Levantamento Multi-Feixe

O Levantamento Hidrográfico de controle por DQZ consistiu no estacionamento do ROV em cinco pontos no solo marinho: sobre a posição de projeto das quatro pernas da jaqueta, além do ponto central. Em cada ponto o ROV efetuou 30 leituras do sensor DQZ, obtendo assim as profundidades dos pontos mais críticos para o projeto. Com este método, buscou-se a garantia de qualidade do Levantamento MBES, visto que atualmente o sensor DQZ é o instrumento de medição de profundidades de maior precisão em uso na PETROBRAS.

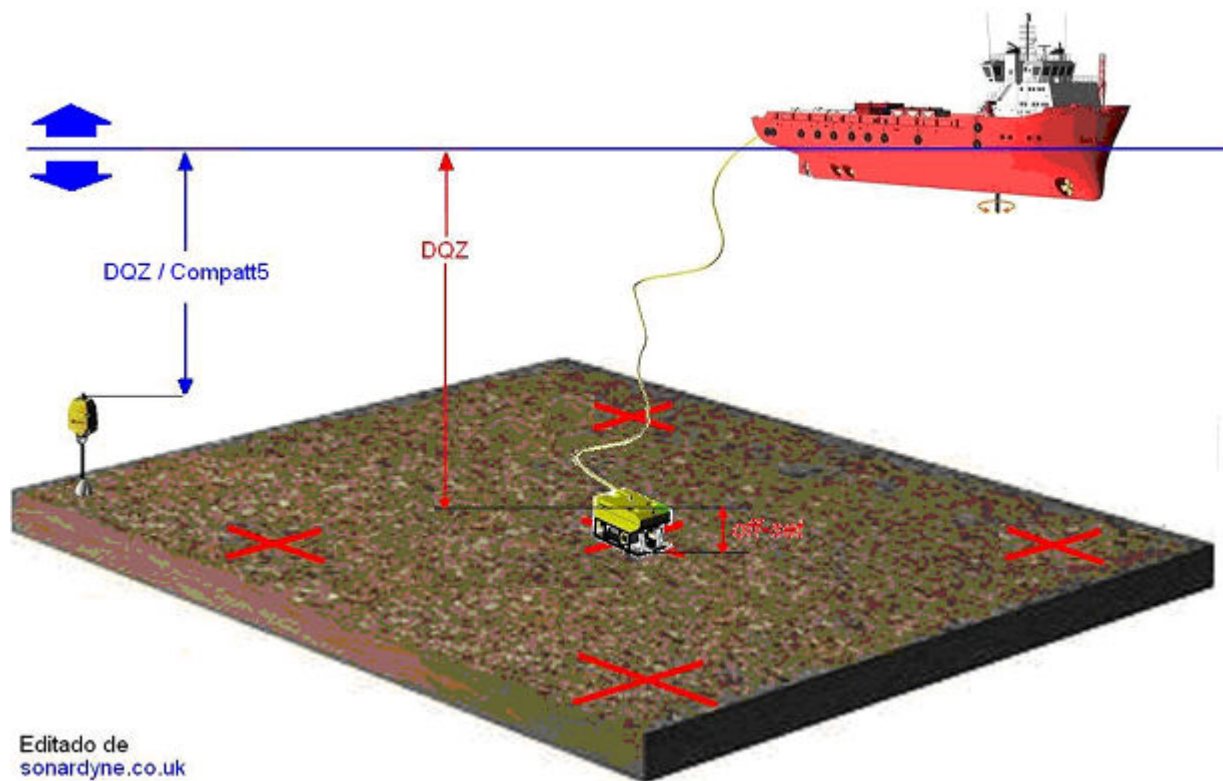


Figura 03 – Representação do Levantamento de Controle.

3 CORREÇÃO DE MARÉ

Para este trabalho, a correção de maré foi subdividida nas fases de Definição do Datum Vertical, através do uso da estação oceanográfica de PCH-2 (Plataforma de Cherne - 2), e de Redução do Levantamento, onde os dados do registro local de maré e dos Levantamentos Hidrográficos foram injuncionados aos dados de PCH-2

3.1 Datum Vertical

Para a definição de um datum vertical para a região central da Bacia de Campos foi utilizado o sensor FSI 3D-ACM Wave (medidor acústico de corrente e onda) instalado na jaqueta de PCH-2. A plataforma PCH-2 está situada a cerca de 46 quilômetros da região de estudo, também na plataforma continental. Para este trabalho, os registros de altura da superfície da água, continuamente feitos pelo ACM, foram delimitados no período de dois ciclos lunares, entre os dias 12 de abril e 8 de junho de 2011. Cada registro é uma média dos últimos 20 minutos de cada hora, com leituras a cada segundo.

O sensor ACM está posicionado em altura arbitrária, porém fixa no período. A média das alturas registradas no período foi calculada e em seguida subtraída dos mesmos, obtendo-se valores de maré referentes a uma superfície média e representados na Figura 4. A superfície média do período foi definida como o Nível Médio (NM), que pode ser considerado similar ao Nível Médio dos Mares (MSL), com a exceção de que o segundo é derivado de 19 anos de leitura de um marégrafo padrão.

3.2 Redução do Levantamento

Para a redução da variação local de maré durante o levantamento as características da curva de maré, observada pelo DQZ/Compatt5, foram estudadas em função do tempo. Esta curva foi segmentada em dois intervalos, de forma que tivesse um comportamento próximo ao linear durante cada um dos dois Levantamentos, conforme ilustrado na Figura 5. No processamento local das profundidades DQZ, a redução foi feita a partir de uma interpolação linear simples. O processamento local das profundidades MBES foi realizado pela Fugro a partir dos dados adquiridos e utilizando-se os pontos de controle do Levantamento DQZ.

Após a redução local de maré, os dados levantados e já processados deveriam ser ajustados ao Nível Médio. Para isso, a curva local de maré foi comparada à curva de maré reduzida em PCH-2, considerando-se que na região central da plataforma continental da Bacia de Campos a maré possua poucas diferenças de amplitude. A diferença de amplitude entre as duas curvas foi calculada, e seu valor utilizado para efetuar a redução do levantamento.

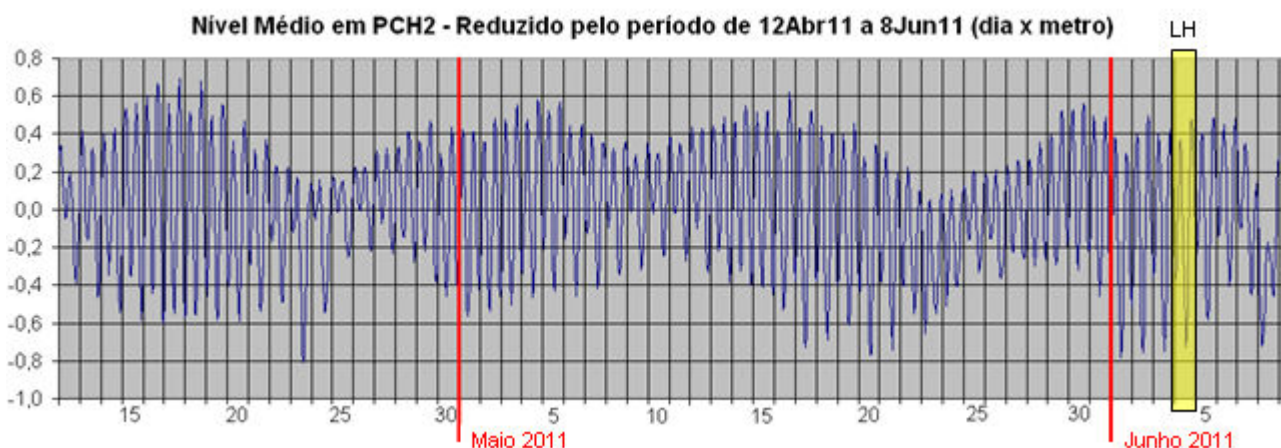


Figura 04 – Gráfico de maré em PCH-2, reduzido durante dois ciclos lunares

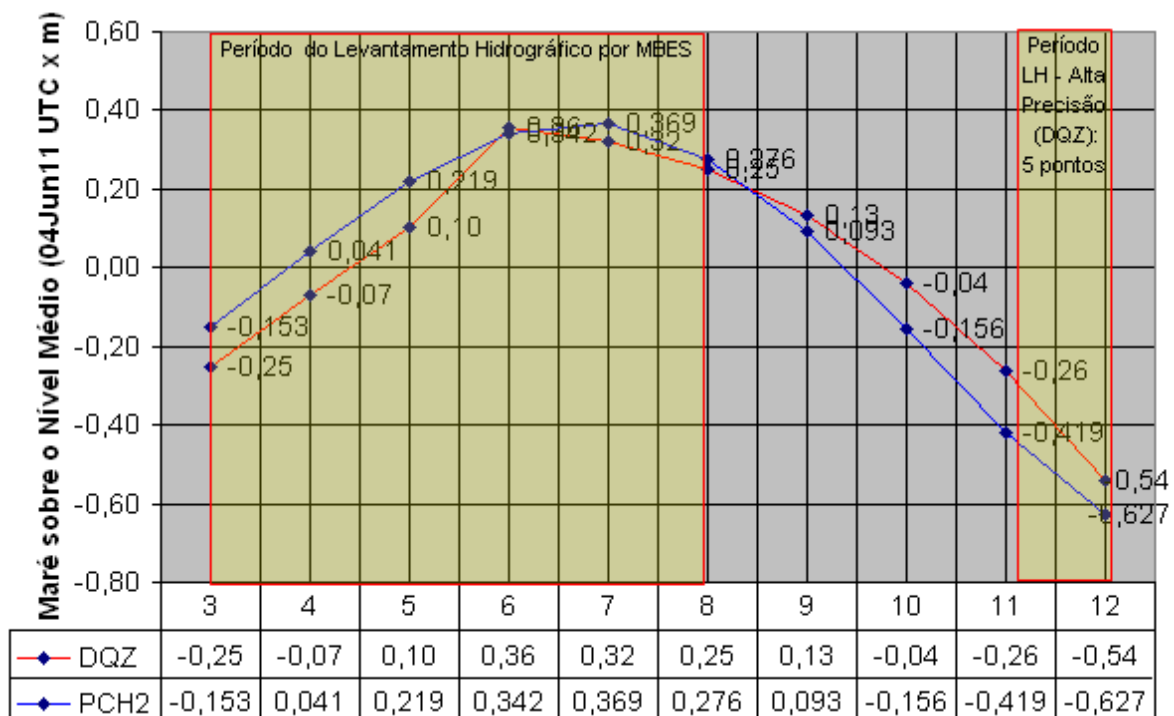


Figura 05 – Gráfico comparativo de maré, durante o Levantamento

4 RESULTADOS

4.1 Controle de incertezas

Todo levantamento ou medição possui incertezas associadas que são provenientes dos métodos utilizados e principalmente da qualidade dos instrumentos. Um dos principais objetivos deste trabalho foi a busca pelo controle das incertezas, quantificadas para cada equipamento, conforme a Tabela 1. Para avaliar a incerteza da amplitude regional de maré, os dados de PCH2 foram comparados aos dados de PCE1 (Plataforma Central de Enchova), obtidos de forma análoga, e que está a 13 quilômetros da área levantada. A soma das incertezas calculadas para o Levantamento MBES é de 33 cm, enquanto que a soma das incertezas calculadas para o Levantamento DQZ é de 23 cm.

4.2 Profundidades determinadas

Após os Levantamentos de profundidades e processamento para redução de maré, foram gerados dois produtos principais: um mapa batimétrico e uma tabela com cinco coordenadas. O mapa batimétrico foi elaborado pela Fugro, a partir do processamento dos dados MBES, em escala de 1:200. A Figura 6 demonstra um extrato desse mapa, de forma editada.

TABELA 01 - Incertezas dos sensores e método

Sensor	Intervalo	Incerteza	Fonte
DQZ	90 m	5 cm	Desvio padrão máximo (pontos levantados/ROV e Compatt5)
MBES	10 m	0,1 m	Dados processados: Fugro
ACM	10 m	0,1 m	Processamento de maré: estimativa US-SUB/GDS/OCN
Método			
Amplitude de Maré	36 km	8 cm	Desvio padrão (2 dias) entre sensores ACM: PCH2 - PCE1

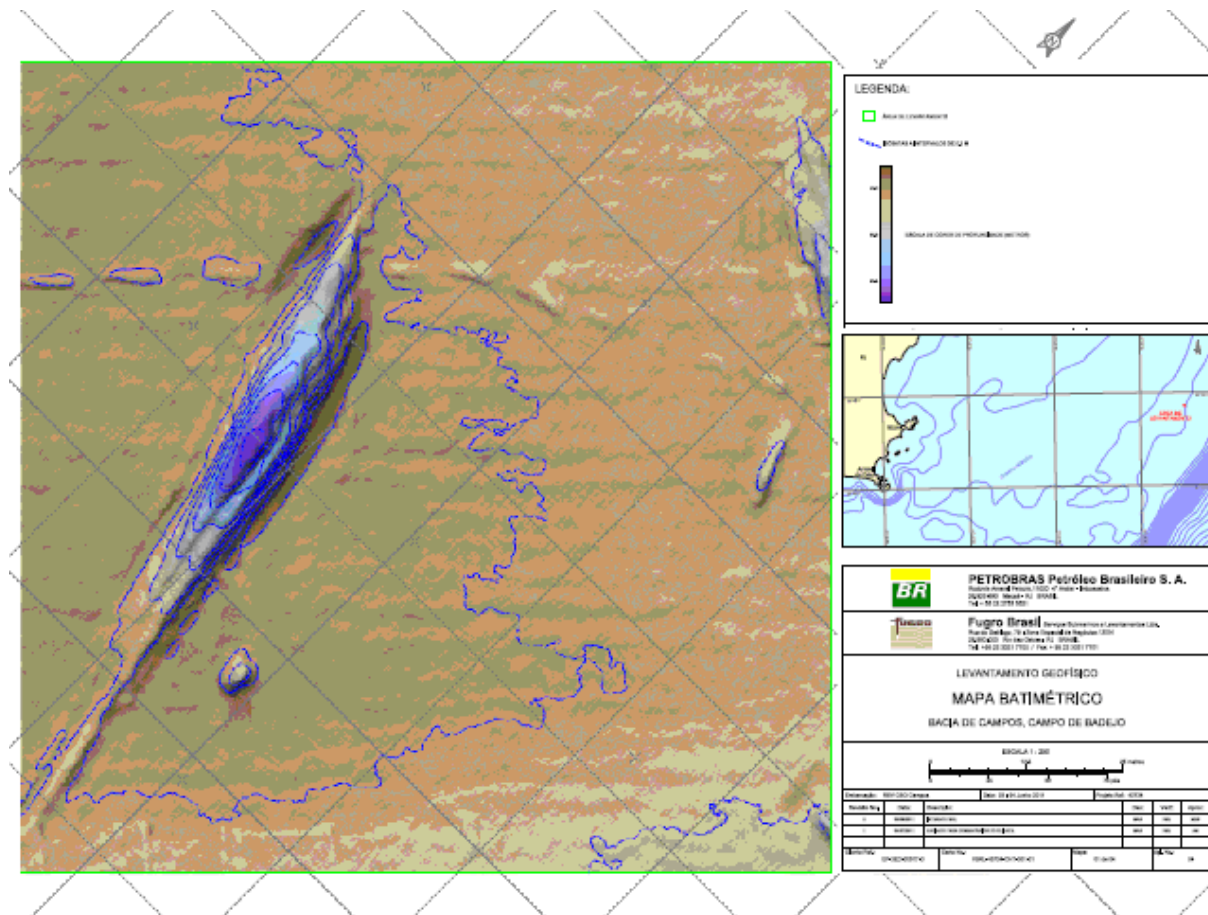


Figura 06 – Edição do Mapa Batimétrico resultante do Levantamento MBES

REFERÊNCIAS

O Levantamento DQZ gerou como resultado as coordenadas geodésicas dos pontos de projeto das quatro pernas da jaqueta de PBD-2 e de seu ponto central. A Tabela 2 descreve essas coordenadas, bem como algumas das etapas para obtenção das mesmas.

O levantamento geodésico para determinação de profundidade na locação da futura unidade PBD-2, na Baía de Campos, foi concluído com sucesso. As profundidades referidas ao Nível de Médio variam entre 94 e 96 metros, com incerteza inferior a 0,4 metro e dentro das especificações. Este trabalho dará subsídios à PETROBRAS no dimensionamento da nova unidade do Bloco de Badejo.

TABELA 02 - Profundidades dqz em pbd-1 e etapas de redução (medidas em metro)

Ponto	DQZ ROV (30 leituras)	DQZ/Compatt (05 leituras)	Maré Local (Período Lev)	Prof Relativa (Redução Local)	Profundidade Redução ao NM
PBD-C	94,99	93,71	-0,38	94,89	94,80
PBD-E	94,96	93,66	-0,43	94,91	94,81
PBD-S	94,79	93,56	-0,53	94,84	94,74
PBD-W	95,63	93,55	-0,54	95,69	95,59
PBD-N	94,70	93,57	-0,52	94,74	94,65

5 POSSIBILIDADES DE APRIMORAMENTO

Este trabalho foi realizado, buscando-se um máximo de acurácia para um levantamento hidrográfico em regiões distantes da costa. Esta metodologia, que já é o desenvolvimento de outro método implementado anteriormente também em Badejo, pode ser aprimorado com algumas ações. Uma proposta seria uma melhor definição das incertezas dos sensores, que poderia inclusive levar em conta as precisões nominais dos mesmos ou o resultado de um conjunto de experimentos. Outra possibilidade seria a criação de uma rede de estações oceanográficas em jaquetas, possibilitando uma modelagem bidimensional da maré e a aplicação de técnicas de ajustamento.

No que se refere a sensores, uma possibilidade seria a utilização de um equipamento específico para a referência fixa, como um marégrafo, ao invés de um ACM. Outra possibilidade seria a utilização de um DQZ para águas rasas ao invés do utilizado para 4.100m, pois teoricamente a incerteza é proporcional ao alcance ou fundo de escala. Outras possibilidades também existiriam para outros modelos de sensores MBES.

Este método também pode ser expandido, aplicando reduções do NM regional a outros referenciais altimétricos como a RMPG, Imbituba, NR/DHN, ou simplesmente comparando-o a referenciais preditivos como o GOT99.2. Outra possível expansão seria o desenvolvimento do método e da disponibilização dos dados de maré para que possa atender à maioria dos levantamentos hidrográficos em alto mar

REFERÊNCIAS

International Federation of Surveyors, 2006, **FIG Guide on the Development of a Vertical Reference Surface for Hydrography**, The International Federation of Surveyors, Frederiksberg, Denmark, 28 páginas

LEKKERKEN, H.J.; VELDEN, R.v.d; HAYCOCK, T; JANSEN, P; VRIES, R.d; WAALWIJK, P.v e BEEMSTER, C., 2006, **Handbook of Offshore Surveying**, Clarkson, London, England, 313 páginas

International Marine Contractors Association, 2011, **Guidance on Vessel USBL Systems for Use in Offshore Survey and Positioning Operations**, IMCA, London, England, 27 páginas

International Hydrographic Organization, 2005, **Water levels and flow**, In Manual on Hydrography (ed) International Hydrographic Bureau, Monaco, pp. 253-300.