



Padrões de retroespalhamento (backscatter) no vale Inciso do Rio Açu (Plataforma Externa) com ênfase em ambientes recifais (NE Brasil)

Flávia Valânea Souza Belchior DGEF/UFRN; Moab Praxedes Gomes DG/PPGG/UFRN; Luzia Liniane do Nascimento Silva DGEF/UFRN; Helenice Vital DG/PPGG/UFRN

Copyright 2015, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 14th International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 3-6, 2015.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 14th International Congress of the Brazilian Geophysical Society and do not necessarily represent any position of the SBGf, its officers or members. Electronic reproduction or storage of any part of this paper for commercial purposes without the written consent of the Brazilian Geophysical Society is prohibited.

Abstract

Multibeam data provide a detailed seafloor topography and mapping of the acoustic character of the seabed. This study deals with the hydroacoustic mapping of the outer shelf of the Potiguar Basin, northeastern Brazil. The study area is 30 km offshore, at depths between 20m and 70m (shelf-break), where the Açu incised valley and fields of patch reefs were investigated. Backscattering data of a multibeam sonar system (Reson SeaBat 8124 model) was acquired, with operating frequency of 200 kHz. The results are: a high resolution bathymetric map; map of backscatter patterns; and seafloor features. A 3-D model display a straight and narrow (500 m) valley in between reef fields. Outer shelf lithology is suggested as the major control to the valley morphology and reef evolution.

Introdução

Segundo Kurland & Woodly (2008) o mapeamento de habitats marinhos pode ser definido como o conjunto e síntese dos dados geológicos, físicos e biológicos necessários para diferenciar características ambientais que sejam relevantes para organismos marinhos, as características que fazem uma determinada área adequada ou preferível para o básico da vida, como alimentação, reprodução e proteção contra predadores.

A pesquisa geofísica geológica marinha é uma ferramenta essencial no mapeamento de geohabitats e na investigação dos riscos ambientais. A partir dos métodos geofísicos, especialmente hidroacústicos, pode ser obter seções de subsuperfície, a topografia do fundo oceânico e o mapeamento das características acústicas do fundo marinho, este último pode ser estabelecido com riqueza de detalhes pela sonografia (Blondel, 2009).

O interesse pela existência de recifes aumentou devido a avanços nos conhecimentos sobre sua origem, estrutura e importância econômica e ambiental, bem como sua relação com a dinâmica costeira. O mapeamento sonográfico na área de Macau foi feito com a necessidade de estudar a distribuição e a morfologia dos recifes existentes e os diferentes padrões de fundo relacionados com a cobertura dos sedimentos. Este trabalho tem a finalidade fazer um mapeamento geofísico, por meio de dados de um sistema batimétrico multifeixe, de ambientes recifais em regiões da plataforma continental adjacente a Bacia Potiguar (Área Macau) como subsídio para estudos ambientais em áreas de atividade de exploração de petróleo e gás e fornecer dados para estudos posteriores. Os objetivos específicos são o processamento e análise das informações de retroespalhamento (*backscatter*) e de morfologia dos recifes, bem como a relação dos tipos de fundo marinho encontrados para o mapeamento de geohabitats.

A área estudada se encontra na região da plataforma continental adjacente a Bacia Potiguar a uma distância da costa de 30 km, no litoral de Macau-RN (Figura 1).

A área possui aproximadamente 4,7 km de largura por 9,6 de extensão, logo sua área corresponde a 45,12 km².

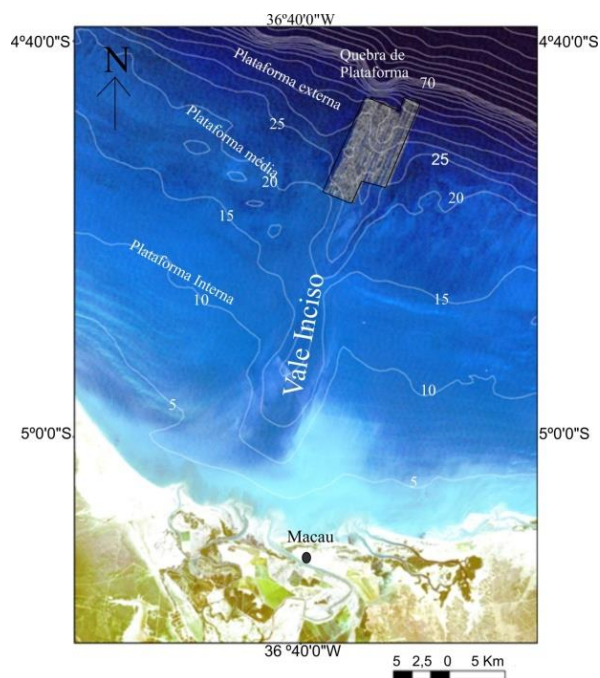


Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo. O mosaico representa a área do levantamento geofísico.

Metodologia

A geofísica aplicada ao estudo de regiões submersas tem utilizado largamente os métodos hidroacústicos (e.g. Blondel, 2009; Parnum *et al.*, 2009; Tian, 2011; Hellequin *et al.*, 2003). Os principais métodos de investigação da superfície e subsuperfície marinha que utilizam a propagação de ondas acústicas são a sísmica convencional e de alta resolução, a sonografia, a batimetria monofeixe e a batimetria multifeixe. Todos esses métodos citados funcionam de acordo com o mesmo princípio: a emissão, transmissão da onda e reflexão de ondas acústicas entre dois ou mais meios físicos de propriedades elásticas distintas (Ayres Neto, 2000). Levantamentos hidroacústicos utilizando ecobatímetro multifeixe são realizados na exploração geológica e geofísica, no mapeamento geomorfológico, sedimentológico e de habitats marinhos (Harris & Baker, 2012; Kurland & Woodyly, 2008; Brown & Blondel, 2009).

A ecobatimetria é um método hidroacústico que possibilita a medição, com alta precisão, da espessura da coluna d'água pelo o tempo de percurso da onda no meio aquoso e assim obter a profundidade batimétrica (Waite, 2002). Os sistemas batimétricos podem utilizar um único feixe ou vários feixes para realizar as medições pontuais de profundidade (Figura 2). Um sistema de batimetria multifeixe é composto de um arranjo de transdutores, que emitem e recebem vários feixes direcionados lateralmente ao fundo que permite a determinação da profundidade em uma faixa maior em relação ao sistema monofeixe (Lurton, 2002).

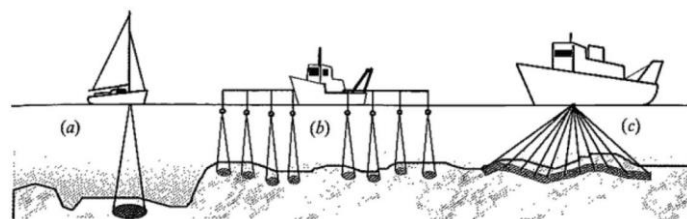


Figura 2 - Diferentes tipos de sondas batimétricas. Em (a), mostra o sistema monofeixe, em (b) sondas de linha e em (c) sistema multifeixe (compilado de Lurton, 2002).

Segundo Blondel (2009), o retroespalhamento ou *backscatter* do fundo do mar é definido como a quantidade de energia acústica refletida que volta em direção do sonar. Parte dessa energia emitida será perdida por espalhamento, refração, reflexão, dependendo da topografia e do tipo de material do fundo oceânico. Essa informação pode ser utilizada para classificar o tipo de fundo (Kurland & Woodyly, 2008). O *backscatter* do multifeixe fornece informações importantes sobre a geomorfologia do fundo marinho e as suas propriedades físicas (Fonseca & Calder, 2005). Assim, é possível conhecer e classificar o tipo de fundo marinho existente.

Os dados utilizados neste trabalho foram adquiridos no âmbito do Projeto POTMAR (REDEOS/FINEP/PETROBRAS/MARINHA DO BRASIL) no período de 09 a 16/06/2009. A embarcação utilizada foi o Navio Balizador Comandante Manhães (H20), sob direção do Serviço de Sinalização do Nordeste (SSN-3), Marinha do Brasil. O equipamento usado foi o ecobatímetro multifeixe Reson SeaBat 8124 (Figura 3), operando em uma frequência de 200 kHz e com varredura lateral de 35 m, possui um ângulo de 1,5° de distância para cada feixe, com uma taxa de transmissão de pulso de 30 Hz. No mosaico adquirido as linhas estão aproximadamente perpendiculares a linha de costa e possuem uma distância entre si de aproximadamente 132m.



Figura 3 - Equipamento ecobatímetro multifeixe Reson SeaBat 8124.

O processamento do dado sonográfico do sistema multifeixe tem a finalidade, através de filtros, ganhos e correções, melhorar o dado, mostrando os detalhes do fundo marinho, realçando as feições existentes,

diferenciando os tipos de *backscatter* e destacando com clareza a morfologia.

O *software* usado para o processamento dos dados foi o *SonarWiz 5*. Quatro etapas foram seguidas para o processamento e a construção do mosaico. (Ver fluxograma na Figura 4). Assim, ao final desta etapa foi gerado o mapa de padrões de *backscatter* da área.

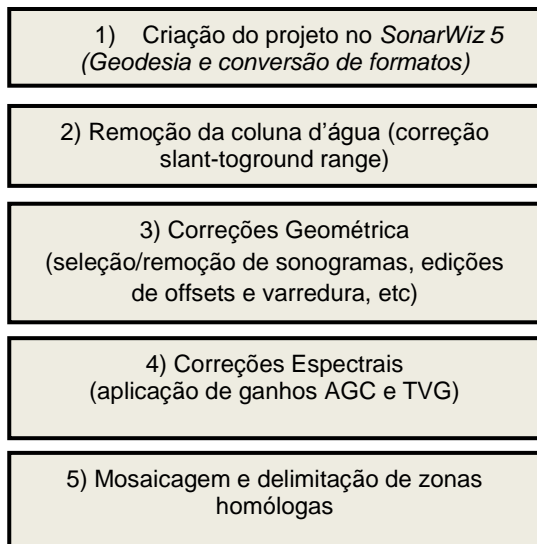


Figura 4 - Fluxograma do tratamento do dado utilizando o software *SonarWiz 5*.

A criação do projeto é a primeira etapa a ser feita, que permite configurar parâmetros geodésicos para o ambiente SIG onde todas as informações contidas no dado estarão salvas neste novo projeto. A segunda etapa é importar os dados, cujo formato de aquisição é do tipo *.RAW. O dado é convertido para o formato *.CSF assim que é importado pelo software.

A ferramenta *Bottom Track* permite mapear a primeira reflexão de fundo registrada no sonograma e junta os lados da linha que estavam separados. O *bottom track* identifica o primeiro retorno acústico estabelecendo, assim, a altitude do peixe acima do fundo do mar. Através desse procedimento o programa faz a correção de projeção inclinada para projeção horizontal (slant-to-ground range).

As linhas do mosaico apresentam aspectos que dificultam a construção do mosaico como: linhas com grande extensão; uma mesma linha com larguras de varredura diferentes; distorções posicionamento devido a falha da aquisição do GPS, offsets, intervalos nulos de dados ou posicionamento, ruídos de frequência, etc.

Um exemplo de correção geométrica é a função de dividir longitudinalmente o sonograma selecionado (Figura 5).

Os arquivos novos criados podem ser trabalhados independentemente.

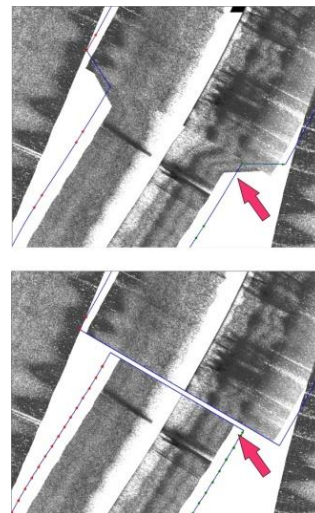


Figura 5- (A) o dado bruto (B), dado com a aplicação do *Split*.

Devido a atenuação da intensidade do *backscatter* com a distância ao longo do alcance da varredura do sonar (provocada pelo aumento do espalhamento com a distância devido o arranjo geométrico dos feixes e ângulo de incidência), as regiões externas do sonograma podem representar retornos atenuados ou nulos (Figura 6). A delimitação da varredura lateral (*range*) é usada com o objetivo de remover as regiões que não tem bons retornos do sonar e é particularmente útil para retirar regiões com ruídos nas bordas da linha.

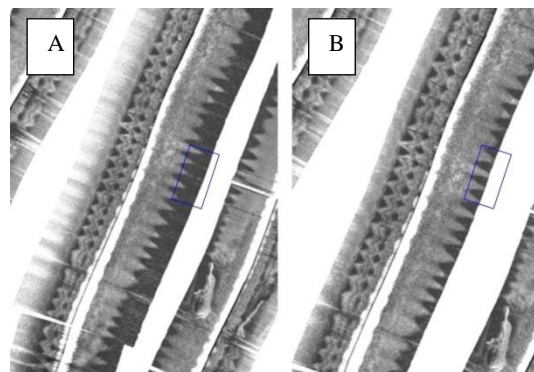


Figura 6 – Aplicação da ferramenta *Range*. A), a imagem está sem a aplicação do *Range* e B), com a aplicação do *Range*.

A aplicação de ganhos tem como finalidade aumentar a amplitude da intensidade de *backscatter* que se perde por espalhamento geométrico, absorção, refração.

Neste trabalho, o ganho usado foi o UGC (*User Defined Gain Control*) no modo TVG (*Time Varying Gain*). A função do ganho TVG é multiplicar as amostras de sonar

por um valor de ganho que aumenta com o tempo decorrido desde a transmissão de impulsos.

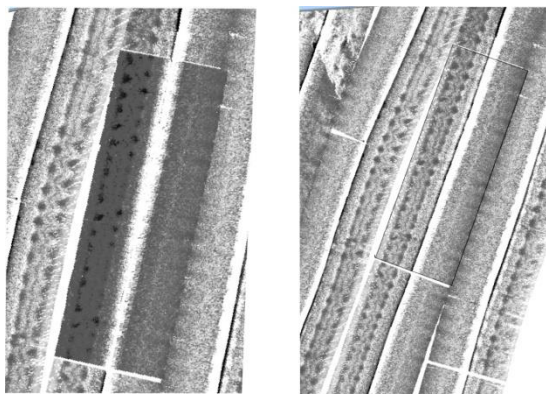


Figura 7 - Sonograma sem aplicação do ganho TVG em A e B, a linha com o ganho aplicado.

Resultados

O produto final após o processamento de todas as linhas de sonogramas, tem como resultado o mosaico (Figura 8 e 9). A partir do mosaico é possível visualizar e analisar todos os tipos de *backscatters* e as feições morfológicas mais proeminentes, o vale do Rio Açu e os campos de recifes. O mosaico apresenta em sua área cinco tipos de *backscatter* e para cada tipo há um diferente índice de cor.

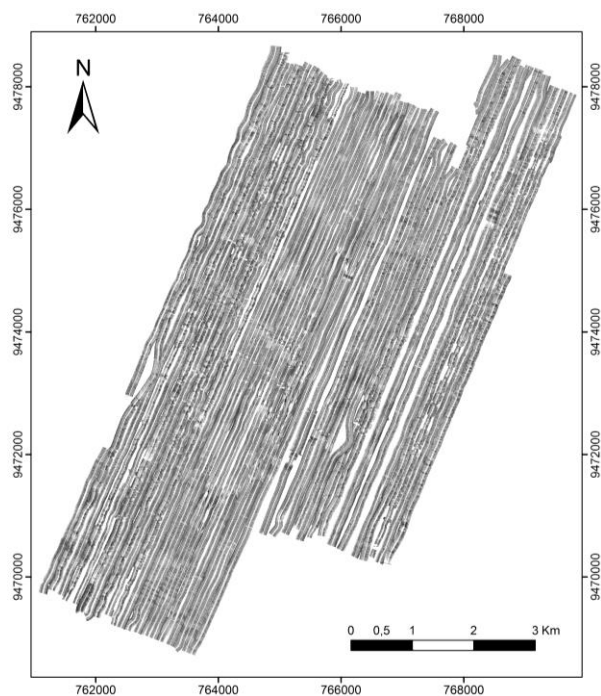


Figura 8 – Mosaico sonográfico da área de estudo

Os padrões de fundo vistos neste trabalho foram analisados comparativamente de acordo com a

quantidade de energia acústica recebida/registrada pelo sonar. Cada padrão é representado, por uma 'paleta' de tons de cinza. Os tons mais claros são os *backscatters* mais fortes e os *backscatters* mais escuros são os mais fracos (a exemplo da coluna d'água que é escura nos sonogramas). Dentre essas variações, foram classificados cinco tipos de padrões de fundo.

- Padrão de fundo P1: *backscatter* muito forte (tons muito claros) relacionados aos recifes;
- Padrão de fundo P2: *backscatter* muito forte (tons muito claros);
- Padrão de fundo P3: *backscatter* forte (tons claros);
- Padrão de fundo P4: *backscatter* fraco (tons escuros);
- Padrão de fundo P5: *backscatter* muito fraco (tons muito escuros).

A partir da classificação dos padrões de *backscatter* foi feito um mapa de padrões de fundo (Figura 10). O padrão P1 são os *backscatters* com os recifes (região azul no mapa). Os recifes se concentram em três campos A, B e C (Figura 10). O padrão P1 se concentra na parte superior do mosaico, especificamente na região nordeste da área de estudo em duas porções, uma parte mais a cima (Campo A) e outra mais abaixo no mosaico (Campo B). Na região central do mosaico ocorrem alguns recifes com morfologia diferente (Campo C). O padrão P2 representa *backscatters* muito forte de tonalidade muito clara (região amarela no mapa). Este padrão não está em grande quantidade no mosaico e se encontra em alguns pontos isolados. O P3 é caracterizado por *backscatter* forte e está bem distribuído no mosaico. Os padrões P2 e P3 podem estar associados possivelmente, com um fundo arenoso, com granulometria grossa. O P4 é o padrão de *backscatter* fraco (região marrom claro no mapa), está bem distribuído e em algumas regiões o P4 se alterna com o P3. O padrão P5 caracteriza o *backscatter* muito fraco (região marrom escuro no mapa), ou seja, pouca reflexão de *backscatter* e está distribuído em grande parte do mosaico. O P4 e o P5 mostram uma pequena porção que se alinha com vale inciso do Rio Açu, na parte central do dado (Figura 10). Os padrões de fundo fracos possivelmente estão associados a fundo mais lamoso, com granulometria fina.

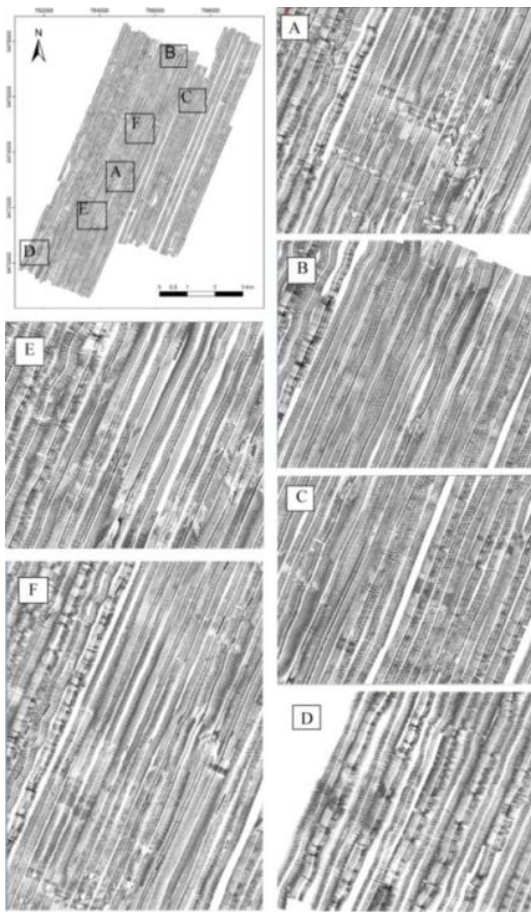


Figura 9- Destaque em algumas áreas do mosaico para melhor visualização do *backscatter*. A) P1: recifes; B) P3 e P5; C) P3 e P5; D) P2 e P5; E) P3 e P4; F) P3 e P4.

O mapa batimétrico foi gerado com a finalidade de conhecer o relevo da plataforma e associar as interpretações dos padrões de fundo. De acordo com a análise do mapa batimétrico foi possível concluir que a tendência do gradiente da plataforma é perceptível na variação batimétrica existente para a área de estudo, no qual a região norte possui valores de profundidade maiores em relação as outras regiões, apenas uma parte na região central se assemelha com a porção norte que é a região do vale inciso do Rio Açu, a profundidade é maior neste local. Na região central e sul os valores das isóbatas vão diminuindo, chegando até valores de 20, 25 m.

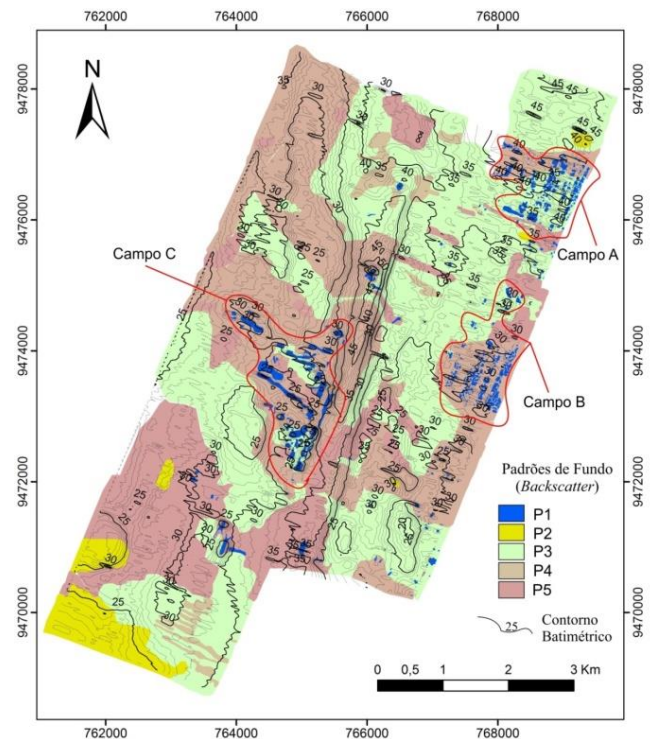


Figura 10- Mapa batimétrico dos Padrões de Fundo, indicando três campos recifais (Campo A, campo B, campo C).

Conclusão

A aplicação do método hidroacústico, em especial a batimetria multifeixe se mostrou eficiente na identificação dos diferentes tipos de *backscatters*, no mapeamento da distribuição e morfologia dos recifes.

As duas feições de maior interesse na área são, os recifes e o vale inciso do Rio Açu. De acordo com as características dos recifes desta área, podem ser classificados como recifes do tipo manchas, uma vez que são pequenos e isolados. Os recifes estão associados ao *backscatter* de alta intensidade. O vale inciso é retilíneo, orientado a NNE, estreito com relevo de 10 a 15 m e possui recifes em suas margens.

O mapa gerado nesse estudo contribui para um conhecimento melhor na área da plataforma continental brasileira, adjacente a Macau, especialmente na confirmação da existência e a localização de ambientes recifais.

Referências

Blondel, P. 2009. The Handbook of Sidescan Sonar. Spring-Praxis Book in Geophysical Sciences. 326p.

Brown, C.J. & Blondel, P. 2009. Developments in the application of multibeam sonar backscatter for seafloor habitat mapping. Centre of Coastal and Marine Research. *Applied Acoustics* 70:1242–1247

Fonseca, L. & Calder, B. 2005. Geocoder: An Efficient Backscatter Map Constructor. Center for Coastal and Ocean Mapping, University of New Hampshire Duham, NH 03824.

Harris, P.T & Baker, E.K. 2012. Chapter 1: Why Map Benthic Habitats? In: Harris P.T. & Baker E.K. eds., *Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat*. London, pp. 3-22.

Hellequin, L.; Boucher, J-M.; Lurton, X. 2003. Processing of High-Frequency Multibeam Echo Sounder Data for Seafloor Characterization. *IEEE Journal of Oceanic Engineering*, **281**:1-12.

Kurland, J & Woody, D. 2008. Marine Habitat Mapping Technology for Alaska. J.R. Reynolds and H.G. Greene eds. *Alaska Sea Grant for North Pacific Research Board*. 13-27.

Lurton, 2002. An Introduction to Underwater Acoustics: Principles and Applications. In: Praxis Publishing Ltd, Chichester, UK, 2002. pp.347.

Parnum, I.M & Gavrilov, A.N. 2011. High-frequency multibeam echo-sounder measurements of seafloor backscatter in shallow water: Part 1 – Data acquisition and processing. *International Journal of the Society for Underwater Technology*, **301**:3-12.

SONARWIZ 5 User Guide, 2011. Chesapeake Technology. 743 p.

Tian, W.M. 2011. Side-scan sonar techniques for the characterization of physical properties of artificial benthic habitats. *Brazilian Journal of Oceanography* **59**: 77-90.

Waite, A.D, 2002. *Sonar for Practising Engineers*. John Wiley & Sons Ltd. pp. 298