

## Imageamento multifeixe de uma área da plataforma continental adjacente ao Estado do Rio Grande do Norte: Área Pirangi, Nordeste do Brasil.

João Paulo Ferreira da Silva GGEMMA DGEOF/UFRN, Helenice Vital GGEMMA/DG/PPGG/UFRN e DGEO/CNPQ, e Guilherme Cherem Schwarz Pierri GGEMMA/PPGG/UFRN

Copyright 2013, SBGf - Sociedade Brasileira de Geofísica

This paper was prepared for presentation during the 13<sup>th</sup> International Congress of the Brazilian Geophysical Society held in Rio de Janeiro, Brazil, August 26-29, 2013.

Contents of this paper were reviewed by the Technical Committee of the 13<sup>th</sup> 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

**This study focuses on the analysis of multibeam data from Brazilian Continental Shelf adjacent to Rio Grande do Norte State, NE Brazil. Aims of the paper is the geomorphological mapping of outcrops offshore Pirangi Beach, on the Brazilian continental shelf (NE Brazil), and the multibeam data processing itself for this kind of area.**

### Introdução

A ecobatimetria é uma técnica que usa pulsos acústicos na aquisição da medida de profundidade. Nesta técnica pulsos são emitidos na superfície do oceano e as reflexões oriundas do fundo marinho são captadas pelo equipamento (transdutor). Dessa forma, medindo-se o tempo duplo, emissão e recepção do pulso acústico, e sabendo por meio de medições a velocidade do som na água se consegue calcular a profundidade do fundo oceânico (Hydrographic survey management guidelines, 2008).

Os ecobatímetros podem ser ainda classificados quanto a quantidade de feixes em monofeixe, equipamento que mapeia um único ponto do assoalho oceânico, exatamente abaixo do navio, e multifeixe que mapeia mais de um ponto no assoalho oceânico, possibilitando assim um maior número de medidas e maior resolução espacial (Simões, 2007)

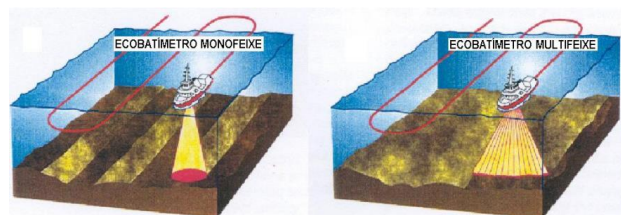


Figura 1 - Comparação entre ecobatímetros monofeixe e multifeixe (Jeck, 2006)

A área de estudo deste trabalho localiza-se, ao Sul de natal, Capital do Rio Grande do Norte, nas proximidades da praia de Pirangi – Parnamirim/RN (Figura 2). O interesse do estudo é identificar e mapear as feições de fundo nesta área, relacionadas a recifes submersos e

possíveis antigas linhas de costa. Áreas de relevância para atividades de pesca e mergulho recreacional, porém ainda não mapeadas por meio de técnicas geofísicas.

Situa-se no litoral oriental do Estado do Rio Grande do Norte, que compreende 166Km de extensão representando 41% do litoral do RN (Nimer, 1989). O clima é tropical quente, úmido e sub-úmido (Nimer, 1989). Ventos com velocidades variando entre 3,8 e 5 m/s e direção predominante SE, transportam sedimentos no sentido de Sul para Norte (Vital et al., 2005).

As ondas apresentam de 0,2 a 1,5 m de altura na zona de arrebentação e correntes costeiras em torno de 0,1 e 0,8 m/s quase sempre no sentido de sul para norte (Diniz e Domingues, 1999; Chaves 2000; Souza, 2004).

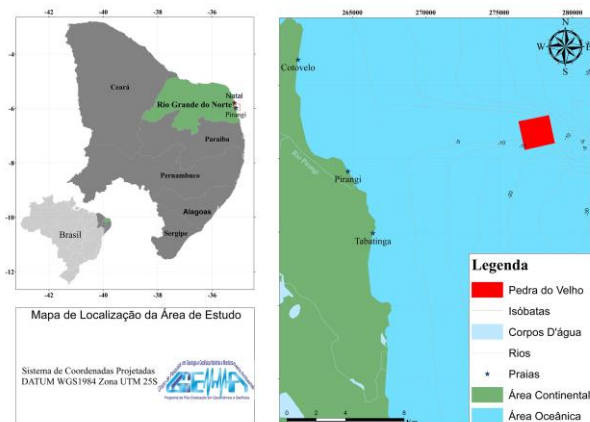


Figura 2 - Localização da área estudada (polígono vermelho).

### Métodos

Os dados adquiridos utilizando o sistema multifeixe são mais complexos que os adquiridos usando o sistema monofeixe. Necessitam portanto de um processamento mais complexo para se obter um resultado confiável.

Os dados de ecobatimetria multifeixe utilizados neste trabalho foram coletados no período de 11 a 14 de abril de 2012, a bordo da Embarcação Miami, do tipo Troller. O equipamento utilizado foi o *SeaBat 8124*, fabricado pela *RESON*, que possui uma área transversal, de varredura máxima, de 120° com 80 feixes na frequência 200 kHz, e uma resolução de 1,5°/750m.

Para o processamento dos dados coletados fez-se uso de uma rotina de processamento baseada nas informações do manual do usuário do *Software HYPACK*

e trabalhos anteriores (modificada de SILVA, 2011), que abrange desde o planejamento da malha a ser amostrada, como a configuração do projeto, o processamento dos dados propriamente dito até a elaboração dos produtos finais como mapas batimétricos. Utilizando para isto os *Softwares HYPACK/HYSWEEP*, Oasis Montaj (Geosoft), Surfer (Golden Software) e Arcgis (ESRI).

Na etapa de planejamento foi utilizada uma imagem retirada do Google Earth, onde foram inseridos os pontos de pesca e mergulho já conhecidos e as linhas planejadas para o levantamento. Paralelas à costa (Figura 3).

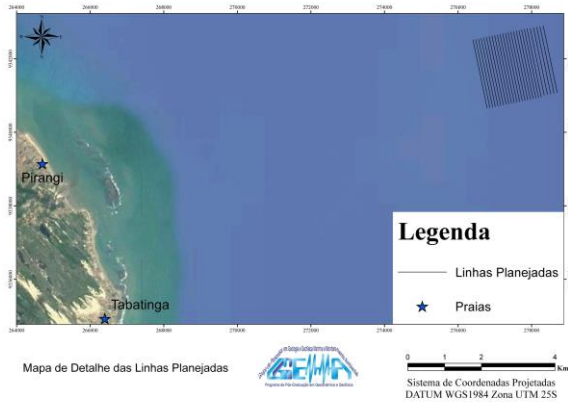


Figura 3 - Linhas planejadas para levantamento multifeixe (em preto) paralelas à costa. Imagem retirada do Google Earth em 08 de março de 2013.

Após a coleta dos dados foi realizada a edição e análise destes. Esse processo foi subdividido em três fases.

A primeira consistiu em examinar e editar (quando necessário) os gráficos que representam as correções de movimento da embarcação e o percurso.

Na fase seguinte, os dados da sondagem foram analisados, percorrendo as linhas de sondagem e executando as correções necessárias. Nesta etapa foram retirados os erros grosseiros ou sistemáticos (Figura 4A e 4B). Foram utilizados os seguintes filtros: Janela de profundidade, limite de distancia lateral,

Por último, foi possível refinar os dados, por meio de análise estatística. Esta análise se dá ao traçar-se um perfil no MDT de pré-visualização (Figura 4C), o qual é mostrado em detalhe na janela de perfil, que mostra a disposição dos pontos com relação à profundidade (Figura 4D) e a disposição dos pontos com relação a uma janela traçada no perfil (Figura 4E). Assim, analisando este conjunto de janelas, interconectadas, pode-se avaliar o método estático que será utilizado por meio de filtros.

Neste trabalho, foi feita a análise estatística dos dados através da mediana com limite superior e inferior de 0,5m.

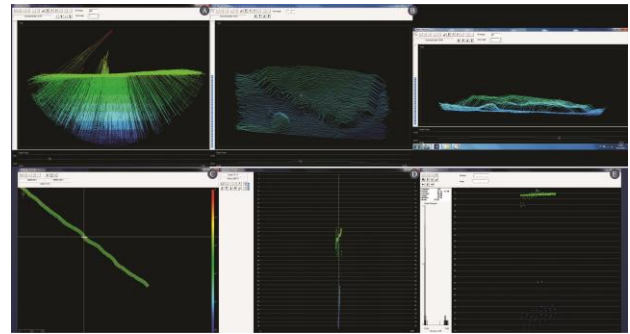


Figura 4 - Janelas do Software HYPACK/HYSWEEP para o processamento nas fases dois (A-B) e três (C-E).

**Resultados**

Para o processamento de dados foram utilizados diferentes *Softwares: HYPACK/HYSWEEP, OASIS MONTAJ e SURFER* (Figura 5).

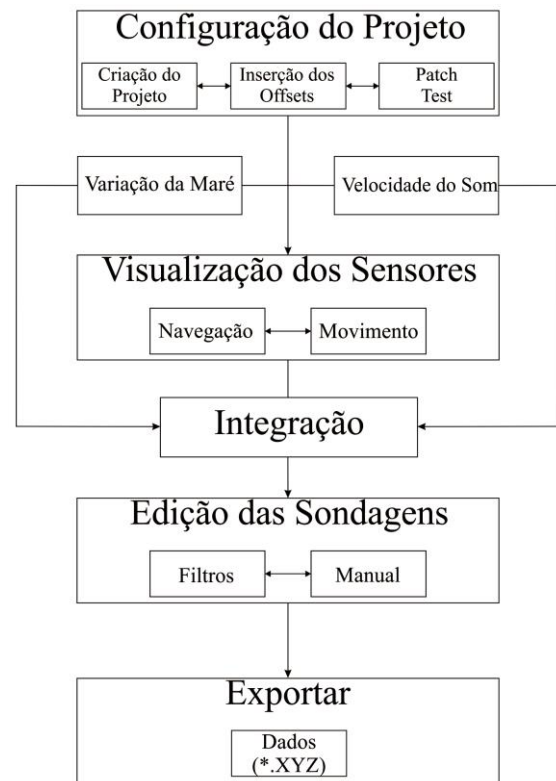


Figura 5 - Fluxograma da rotina utilizada no processamento (modificado de Silva 2011).

A primeira fase no processamento dos dados consistiu na configuração do projeto (criação do projeto e configuração da embarcação). Ainda em escritório foi realizado o planejamento das linhas a serem adquiridas (para tanto se configura o projeto), inserindo informações de projeção e de Datum (WGS 1984, Datum UTM 25S). Em seguida foi realizada a configuração da embarcação, através da adaptação do equipamento à embarcação, com a tomada de *offsets* e *patch test* para calibração. Esta fase teve como objetivo reproduzir a relação entre os sensores no momento da aquisição, em termos de distância, valores de latência (atraso em tempo de

gravação entre diferentes sensores), inserção do calado da embarcação e de correções em relação a inclinações do transdutor conforme já recomendado literatura (e.g. Jeck, 2006). Para tanto foi realizado, durante a montagem do equipamento as retiradas dos offsets entre o transdutor, antena do GPS, compensadores de movimento (TSS e Gyro), como também foi realizada a calibração do equipamento (*Patch Test*), para verificação dos parâmetros de balanceio (*Roll*), caturro (*Pitch*), e proa (*Yaw*) (Figura 6) e Latência (atraso entre as informações enviadas pelo transdutor e receptor GPS).

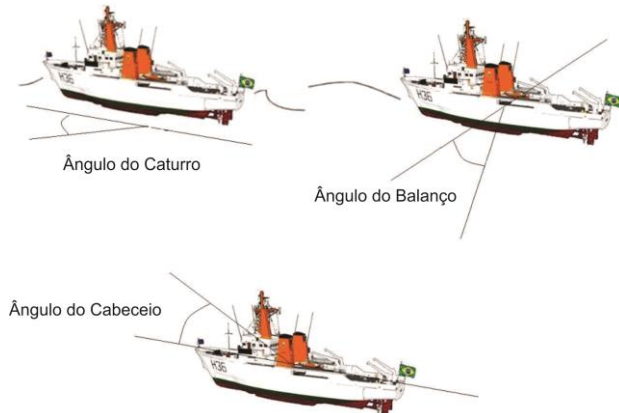


Figura 6 – Movimentos rotacionais do navio (SeaBeam Instruments, 1997).

Na segunda fase foi feita uma análise visual do percurso da embarcação e com o auxílio de um gráfico foram obtidas informações de velocidade da embarcação, da distância entre cada posição (ponto de posicionamento situado em cada extremidade da linha planejada), e da direção (rumo a partir do GPS) entre uma extremidade e outra da linha planejada.

Na fase de integração (3ª etapa) os dados do transdutor, posicionador (GPS) e dos sensores de movimento foram integrados, tendo como fator de indexação o instante em que cada um foi coletado, ou seja, o tempo e, assim, foi definido a posição de cada feixe no fundo do mar.

Por sua vez, na fase de edição das sondagens (4ª etapa), os dados batimétricos foram depurados, manualmente ou por meio de filtros.

E na quinta etapa os dados já depurados são exportados no formato \*.XYZ.

Na geração do produto final os dados exportados do *Software HYPACK* no formato \*.XYZ foram importados para o banco de dados do *Software OASIS MONTAJ* na forma de planilha.

Em seguida utilizando o método de interpolação bidirecional, gerou-se um GRID no OASIS MONTAJ. Este método de interpolação é ideal para dados com planejamento de linhas orientadas, uma vez que o processo de gridagem ocorre em função de dois passos básicos: Primeiro cada linha é interpolada ao longo da direção de aquisição e a segunda interpolação ocorre ao longo dos pontos de interseção de cada linha, que são interpolados perpendicularmente à direção de aquisição.

Para uma melhor visualização este GRID foi importado para o *Software SURFER* com o objetivo de gerar os modelos tridimensionais. Por fim fazendo uso do *Software Arcgis* foi confeccionado um mapa batimétrico (Figura 8).

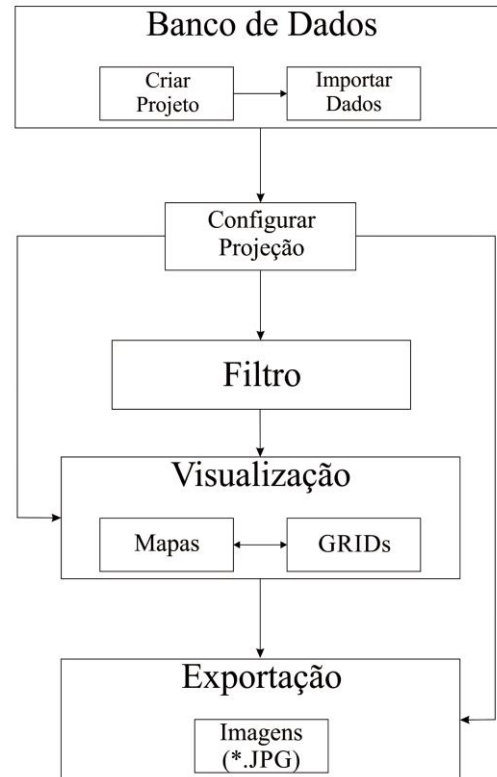


Figura 7 - Fluxograma utilizado na interpolação dos dados no Software Oasis Montaj.

Através da análise do mapa batimétrico (Figura 8), perfis (Figura 9) e modelos 3D (Figura 10) gerados como resultado deste trabalho, foi possível identificar diferentes feições. 1) Uma feição de direção preferencial NW-SE, com altura máxima de 4m e mínima de 1m e declividade de 0,53% e 0,64% respectivamente, cortando perpendicularmente a área de estudo, a qual foi interpretada como um corpo recifal. 2) Uma feição a Sudoeste da área com profundidade variando entre 21 e 24 metros, que poderia ser interpretada como uma linha de costa pretérita, uma vez que é uma feição linear e está na mesma cota da linha de costa pretérita reconhecida para o litoral norte do RN (e.g.Santos et al., 2007, Vital et al 2008),.

O mapeamento de feições desse tipo se mostra importante para uma melhor compreensão da formação e evolução da plataforma continental sul potiguar. Entretanto, Sugere-se a realização de um levantamento de detalhe com sonar de varredura lateral e mergulho in situ com filmagem submarina e coleta de amostras para melhor confirmação das interpretações obtidas neste trabalho.

### Conclusões

Os resultados obtidos, neste trabalho, possibilitaram o mapeamento em detalhe de uma área no litoral oriental

do Estado do Rio Grande do Norte, mostrando um corpo alongado com direção NW-SE e profundidade média entre 22 e 25 m e uma possível antiga linha de costa com profundidade que varia de 24m a 20m. Adicionalmente, a rotina de processamento desenvolvida para este estudo mostrou-se eficiente, podendo ser utilizada em áreas semelhantes.

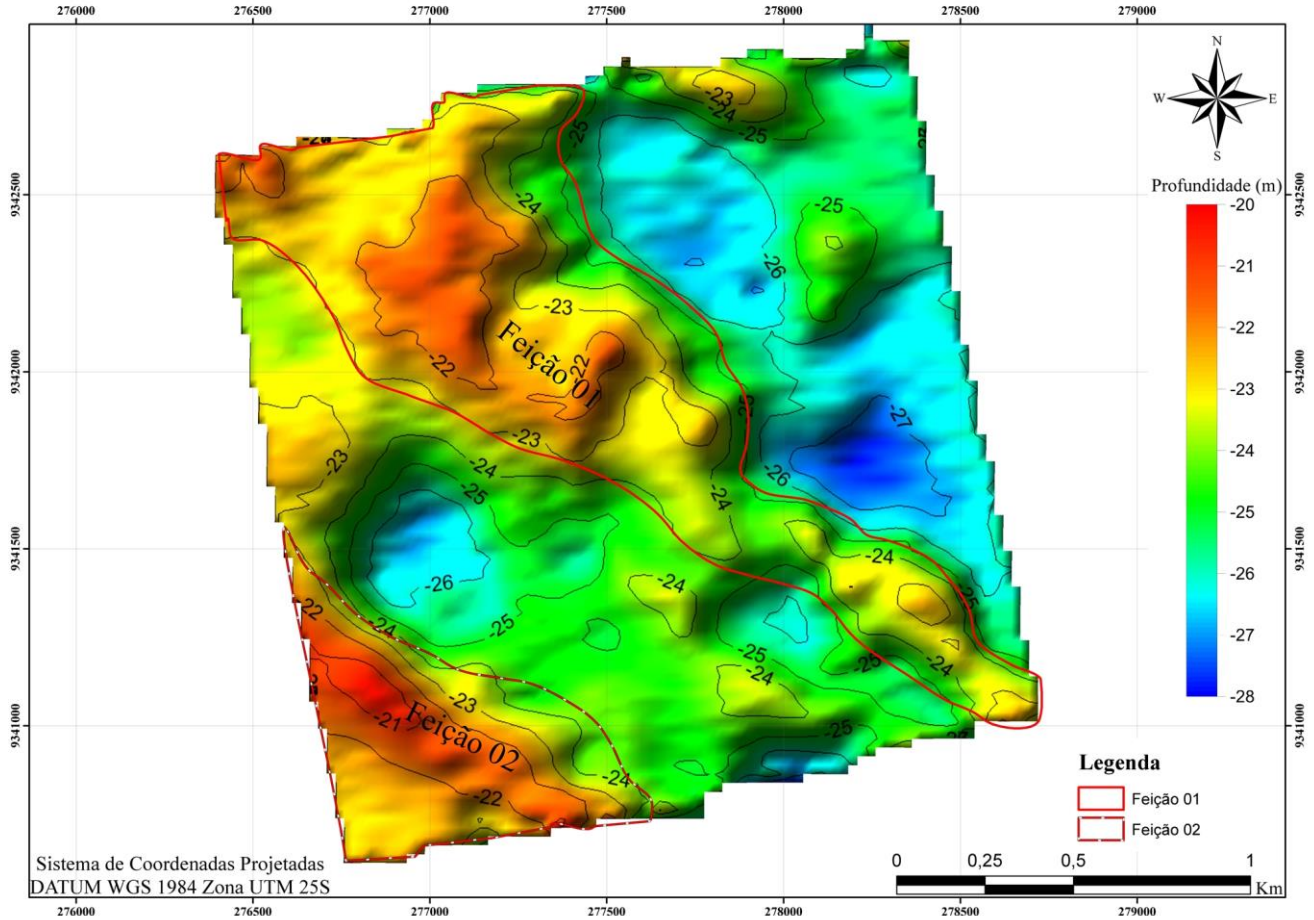


Figura 8 - Mapa batimétrico da área de estudo, mostrando as feições interpretadas.

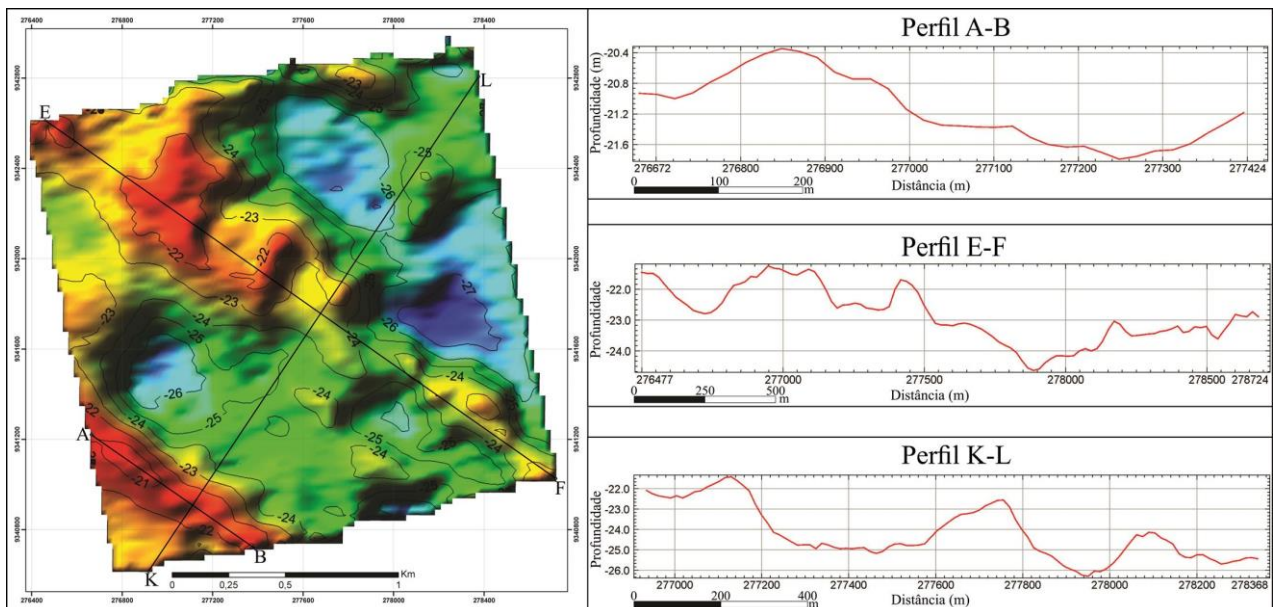


Figura 9 – Perfis batimétricos da área estudada.

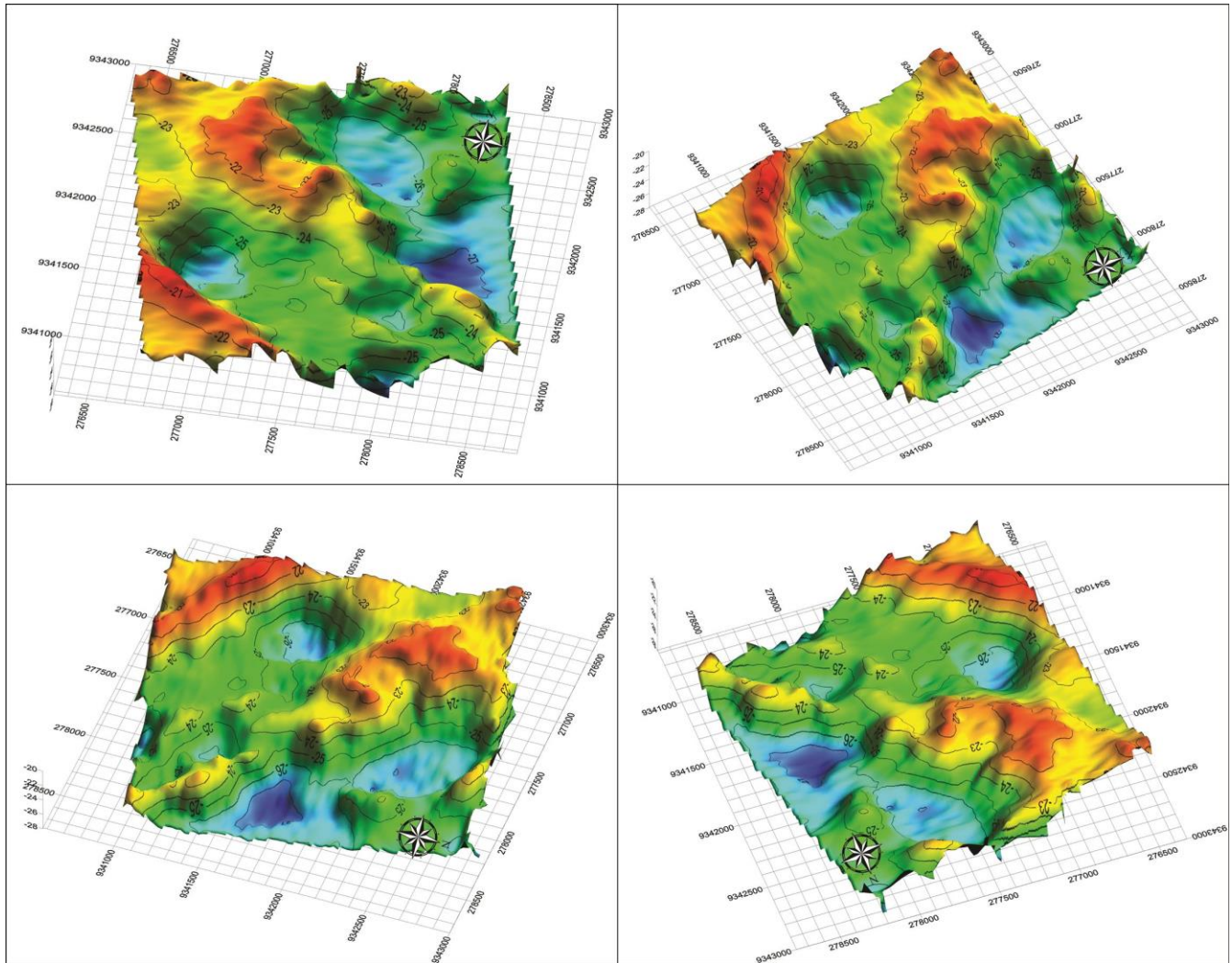


Figura 10 – Visualizações 3D da área mapeada sob diferentes ângulos de rotação.

### Agradecimentos

Agradecimentos são devidos ao projeto PLAT N-NE (REDE 05/FINEP/CNPQ), ao CNPq (Grant 303481/09-9) e PRH22/ANP/MCT (FINEP/CTPETRO) respectivamente, pela concessão de bolsas de IC, PQ e Doutorado ao primeiro, segundo e terceiro autor; além dos projetos anteriormente mencionados, contribuíram ainda com suporte financeiro ao desenvolvimento da pesquisa os projetos REDE RECIFES Ciências do Mar 207-2010 (CAPES) e PROBRAL 337-10 (CAPES/DAAD). Agradecemos ainda a UFRN, pela disponibilização da infraestrutura e aos colegas e técnicos que auxiliaram na coleta dos dados em campo.

### Referências

CHAVES, M.S. 2000. Vulnerabilidade Costeira entre as Praias da Redinha e Genipabu Natal/ RN. Dissertação de Mestrado. UFPE: 2000.

DINIZ, R.F. e DOMINGUEZ, J.M.L. 1999. Erosão costeira no litoral oriental do Rio Grande do Norte. VII Congresso da ABEQUA, Porto Seguro - BA, CD-ROM.

GEOISOFT. 2004. Manuals, Tutorials, and Technical Notes.

Hydrographic survey management guidelines. 2008.

JECK I.K. 2006. Detalhamento geomorfológico da região sul do platô de São Paulo e norte da bacia de pelotas a partir de dados batimétricos multifeixe. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-graduação em Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense. 91p.

Manual de Hidrografia. 2005.

NIMER, E. 1989. Climatologia do Brasil. IBGE, Rio de Janeiro, 2ª ed., 422 pp.

SANTOS, C.L.A.; VITAL, H.; AMARO, V.E.; KIKUCHY, R.K.P. 2007. Mapeamento de Recife Submersos Na Costa do Rio Grande Do Norte, NE BRASIL: MACAU A MARACAIAU. Revista Brasileira de Geofísica, Rio de Janeiro, v. 25, p. 27-36.

SEABEM INSTRUMENTS, I. 1997. Multibeam sonar – Theory of operation. Technology for advanced seafloor

mapping applications. MA, USA, L-3 Communications SeaBeam Instruments: 102p.

SILVA, J.P.F., MOREIRA, M.A., ROCHA, G.R., VITAL, H. 2011. Imageamento multifeixe de uma área da plataforma continental adjacente ao Alto de Touros – RN, Nordeste do Brasil – 12º Congresso Internacional da Sociedade Brasileira de Geofísica.

SIMÕES, I.C.V.P. 2007. Aplicação da batimetria multifeixe para definição da morfologia detalhada do fundo marinho ao largo da laguna de Araruama e Arraial do Cabo – RJ - Programa de Pós-graduação em Geologia e Geofísica Marinha da Universidade Federal Fluminense. 99p.

SOUZA, F.E.S. 2004. Evolução morfodinâmica da região de influencia estuarina do rio Curimataú/ RN, com ênfase nas alterações do ambiente deposicional de manguezal e a integração de geodados em SIG. Programa de pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Tese de Doutorado. 150p.

VITAL, H. e EQUIPE. 2005. Erosão e progradação do litoral do Rio Grande do Norte. In: Muehe, D. (Org.). Erosão e progradação do litoral brasileiro. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. v. , p. 159-176.

VITAL, H.; STATTEGGER, K.; AMARO, V. E.; SCHWARZER, K.; FRAZAO, E. P.; TABOSA, W. F.; SILVEIRA, I.M. 2008. A Modern High-Energy Siliciclastic Carbonate Platform: Continental Shelf Adjacent to Northern Rio Grande Do Norte State, Northeastern Brazil. In: Hampson, G.; Dalrymple, R.; Steel, R.. (Eds.). Recent Advances in Models of Siliciclastic Shallow-Marine Stratigraphy. Publicado pela Society for Sedimentary Geology SEPM, 2008, SP90 , p. 175-188.