

Caracterização de feições oceanográficas e sedimentares na região dos bancos Royal Charlotte e dos Abrolhos (BA, Brasil), através de dados SAR/ERS-1/2, AVHRR/NOAA, Difusômetro/ERS-2, Topex/Poseidon e TM/Landsat 5

ALEXANDRE P. CABRAL¹

MARLOS C. BAPTISTA¹

FERNANDA HARGREAVES²

DOUGLAS F.M.GHERARDI³

MANLIO MANO²

¹OCEANSAT - Tecnologia Espacial para o Monitoramento Ambiental S/C Ltda
Caixa Postal 68568 – 21945-970 – Rio de Janeiro - RJ, Brasil
oceansat@inc.coppe.ufrj.br

²COPPE – Centro de Tecnologia – Cidade Universitária UFRJ
Caixa Postal 68552 – 21949-900 – Rio de Janeiro - RJ, Brasil

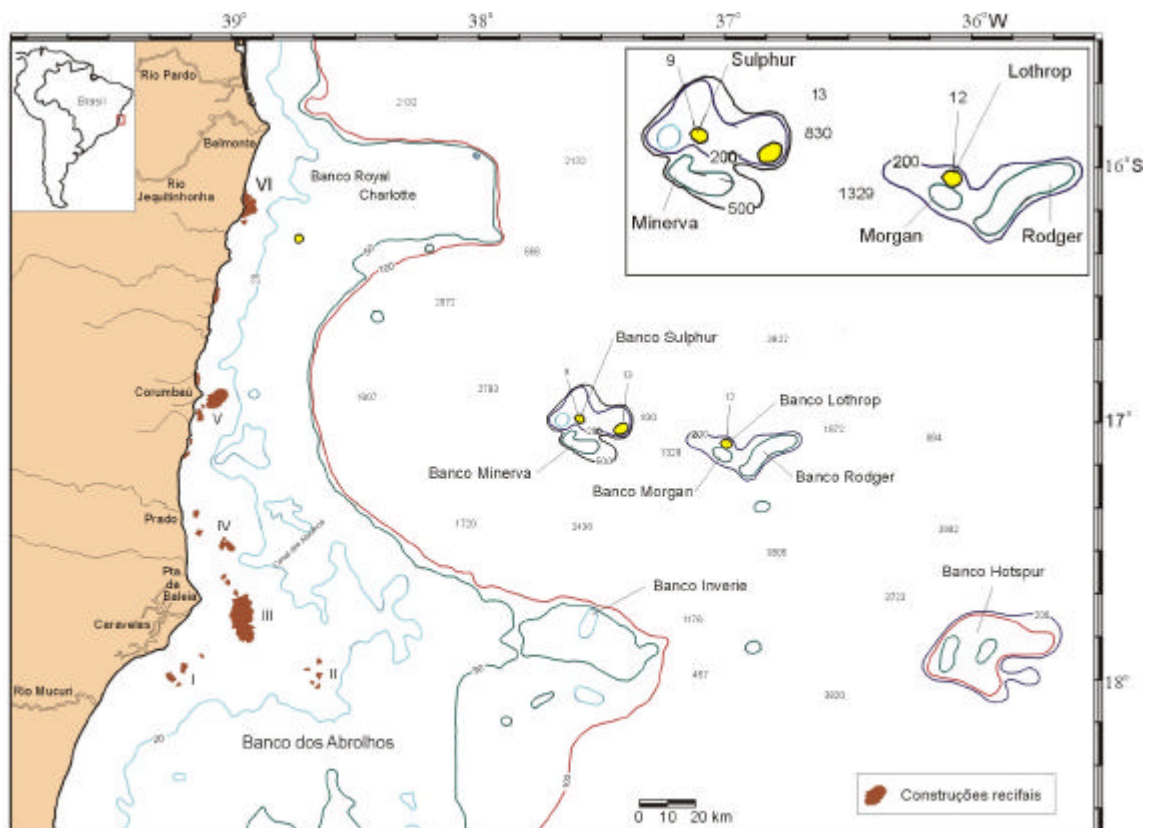
³INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
Programa Oceanografia – OBT
Caixa Postal 515 - 12201-097 - São José dos Campos - SP, Brasil
douglas@ltd.inpe.br

Abstract This paper presents the first results related to the use of multi-temporal and multi-sensor approach to characterize the oceanographic and sedimentary features in the Abrolhos Bank region, NE Brazil, as a part of the two projects in association with the European Space Agency. Data from the satellites ERS-1 and ERS-2 satellites (SAR, Wind Scatterometer, Radar Altimeter), TOPEX/POSEIDON (radar altimeter), NOAA 12 and 14 (AVHRR) QuikScat (Wind Scatterometer) and Landsat 5 (Thematic Mapper) were used. SAR data showed the presence several oceanographic features, as a conspicuous and quasi-permanent tidal front and the surfactant films in the continental shelf. Sea surface temperature data derived from AVHRR attested the influence of bottom topography on the surface circulation, with the formation of meanders and eddies. Wind data (derived from wind scatterometry) and wave data (derived from radar altimetry and modelling) allowed the characterization of the seasonal differences, which have strong influence on local circulation and water turbidity. Landsat 5 imagery allowed for the first time the visualization of the bottom features in the continental shelf and the analysis of main sedimentary pattern. The results presented here are the first step in a three years project.

Keywords: satellite oceanography, coastal processes, oceanographic features, sedimentary processes.

1 Introdução

O conhecimento acerca dos ecossistemas costeiros e oceânicos tropicais brasileiros ainda é fragmentado, sendo particularmente evidente na região dos bancos Royal Charlotte (BRC) e dos Abrolhos (BA), localizados ao largo da costa sul do Estado da Bahia. Esta região se distingue pela sua plataforma larga (40 a 160 km), por abrigar as maiores construções recifais da costa brasileira, incluindo dois parques nacionais marinhos, sendo também um região de produtividade pesqueira. Além disso, a topografia submarina na região adjacente do BRC e BA caracteriza-se pela presença de um grupo de montes submarinos associados à zona de fratura da Cadeia dos Abrolhos (França 1979) que apresentam nos seus topos os bancos submersos, posicionados à aproximadamente 60 km do talude continental (**Figura 1**).



I - Recifes de Viçosa e Coroa Vermelha; II - Parcel e Arquipélago dos Abrolhos; III - Parcel das Paredes; IV - Recifes das Timbebas, Guaratiba, Prado e Calções de Fora; V - Recifes Itacolomis; VI - Recifes Araripe e Coroa Alta. Detalhe dos bancos submersos no canto superior direito. (Fonte: adaptado de DHN, 1974 e 1994).

Figura 1 – Área de estudo.

Correntes de contorno oeste, quando passam por regiões de montes submarinos sofrem perturbações, que podem ser visualizadas na topografia dinâmica (Roden 1987) e nos trajetos de bóias de deriva rastreadas por satélite (Vastano et al. 1995). Indicações dessas perturbações podem ser evidenciadas na Corrente do Brasil (CB) na área de estudo, através de dados TOPEX/POSEIDON. Dados de trajetórias de bóias de deriva do mostram evidências de recirculação na área de estudo a partir da deflexão do trajeto de bóias de deriva (PNBOIA, 1999). A dinâmica da interação corrente-topografia-sedimentos na plataforma continental e dos montes submarinos adjacentes na área deste estudo é muito pouco conhecida.

O presente trabalho mostra os primeiros resultados ligados a dois projetos com duração de 3 anos, iniciados neste ano de 2000, que estão sendo desenvolvidos junto à Agência Espacial Européia (ESA): (1) Projeto AO-389 'Brazil current interactions with bottom topography at the vicinity of Abrolhos Bank, Brazil' e (2) Projeto AO-ID860 'Characterization and monitoring of oceanographic features around seamounts and adjacent areas at Abrolhos and Rocas Atoll region, Brazil'. O projeto tem como objetivos principais:

- 1- Identificar a presença de vórtices, frentes oceânicas, rastros de ilhas, ondas internas, filmes de surfactantes, através de imagens SAR e AVHRR, estabelecendo a relação destas feições com a presença dos bancos Sulphur, Minerva, Lothrop, Rodger e Morgan;
- 2- Através de dados orbitais caracterizar as variações sazonais e anuais da temperatura da superfície do mar (de 1992 à 2000);
- 3- Caracterizar os padrões de direção, período, e espectro de energia de ondas através de dados sensor SAR e do radar altímetro;
- 4- Caracterizar os padrões de vento e sua influência na circulação local, através de dados dos satélites ERS-2 e QuikScat;
- 5- Caracterizar os padrões de sedimentação até a isóbata de 25 m, e a geomorfologia costeira através imagens TM Landsat 5 e 7.

2 A área de estudo

A área de estudo localiza-se entre 15°50' S e 18° 30' S de latitude e 036° 30' W e 039° 00' W de longitude, podendo ser dividida em duas porções distintas: a plataforma continental do BRC e a do BA, e os montes submarinos localizados a leste destes bancos (ver **Figura. 1**). Na área do BRC a plataforma continental possui cerca de 100 km de largura e no BA ela se estende a 160 km.

Entre o BRC e o BA a plataforma continental se estreita e apresenta uma largura média de 55 km. Os montes submarinos são de origem vulcânica (Asmus 1970) e alinham-se perpendicularmente à costa à uma distância de 140 km, entre o BRC e o BA, ascendendo de profundidades em torno de 2500 m. No topo dos montes submarinos estão os bancos Sulphur (9m), Minerva (34 m), Lothrop (12m), Rodger (44m), Morgan (48 m) e Hotspur (45 m) (**Figura 1**).

3 Dados orbitais

Neste trabalho foram empregadas 16 imagens SAR/ERS-1/2 obtidas entre 1994 e 1999, junto à ESA. Os procedimentos de ingestão, visualização, geo-referenciamento, inserção de grade geográfica e contornos batimétricos foram executados no IDL/ENVI® (Interactive Data Language/Environment for Visualizing Images). Vórtices, frentes, filmes de surfactantes, ondas internas e outras feições foram analisadas individualmente (extração de perfis, cálculo de áreas,

diâmetros, aplicação de filtros para realce de feições), de acordo com (Johannessen et al.1991). No caso de ondas internas foi empregada a metodologia desenvolvida em Silva (1997).

Os espectros de onda, calculados a partir do SAR 'Modo Onda' foram analisados no IDL® e Statistica, através de gráficos polares, contendo direção e comprimento de onda. Juntamente com dados de altura significativa de onda obtidos pelos altímetros TOPEX/POSEIDON e pelo radar altímetro do ERS-2, obteve-se séries temporais e climatologia de altura significativa, direção e período de ondas, ao longo de 3 anos de dados (1995 à 2000).

Os dados de médias semanais e mensais de vento (direção e intensidade) do difusômetro do ERS-1 e ERS-2, e diários do QuikScat foram gradeados, interpolados e analisados através de rotinas desenvolvidas no Matlab®.

Imagens TM Landsat, bandas 1, 2, e 3, em 6 datas distintas, foram processadas através do ENVI®, realizando-se os procedimentos de re-amostragem, registro, e identificação, classificação de feições submersas.

4 Resultados

Análises de 16 imagens de temperatura da superfície do mar (TSM) evidenciaram uma grande influência da topografia na circulação superficial. A longo da plataforma continental (do BRC ao BA) ocorrem águas mais frias na maior parte do ano. A exceção é no verão onde as temperaturas são mais homogêneas. Temperatura média da superfície do mar varia entre 25° e 27° C no verão e entre 22°C e 24°C.

As águas costeiras próximas ao BRC e BA são mais frias que a CB devido, basicamente, à presença de manchas de ressurgências localizadas, apresentando temperaturas médias em torno de 26.5° C na plataforma interna e de 29° C na região oceânica.

A **Figura 2** evidencia a marcante influência da topografia na TSM, mostrando que o contorno de águas mais frias segue praticamente o contorno batimétrico até a isóbata de 100 m. Este comportamento foi evidenciado em 13 das 16 imagens analisadas. Vórtices e meandros são feições freqüentes em todas as imagens.

Uma feição constante em 80% das imagens é o efeito do BRC, onde são freqüentemente formados meandros que se deslocam para offshore, até as proximidades dos montes submarinos (**Figura 2**). Estes meandramentos criam um bolsão de água mais quente entre os montes submarinos e a o limite da plataforma continental. A topografia na região do BA também origina vórtices, embora de menor escala.

Análises de dados de altura significativa de onda dos altímetros ERS-2 e TOPEX-POSEIDON obtidos entre 1997 e 2000, mostraram que amplitude média varia 1 e 2,5 m, com valores mais altos no inverno (até 3,8 m). Resultados adicionais de modelagem (Oceansat, 2000), evidenciam a predominância de ondas no sentido leste-oeste, com período variando entre 6 e 9 s. A presença de 'swell' também é marcante, com maior incidência durante o inverno, tendo direção predominante de SW, com período entre 10 e 12 s.

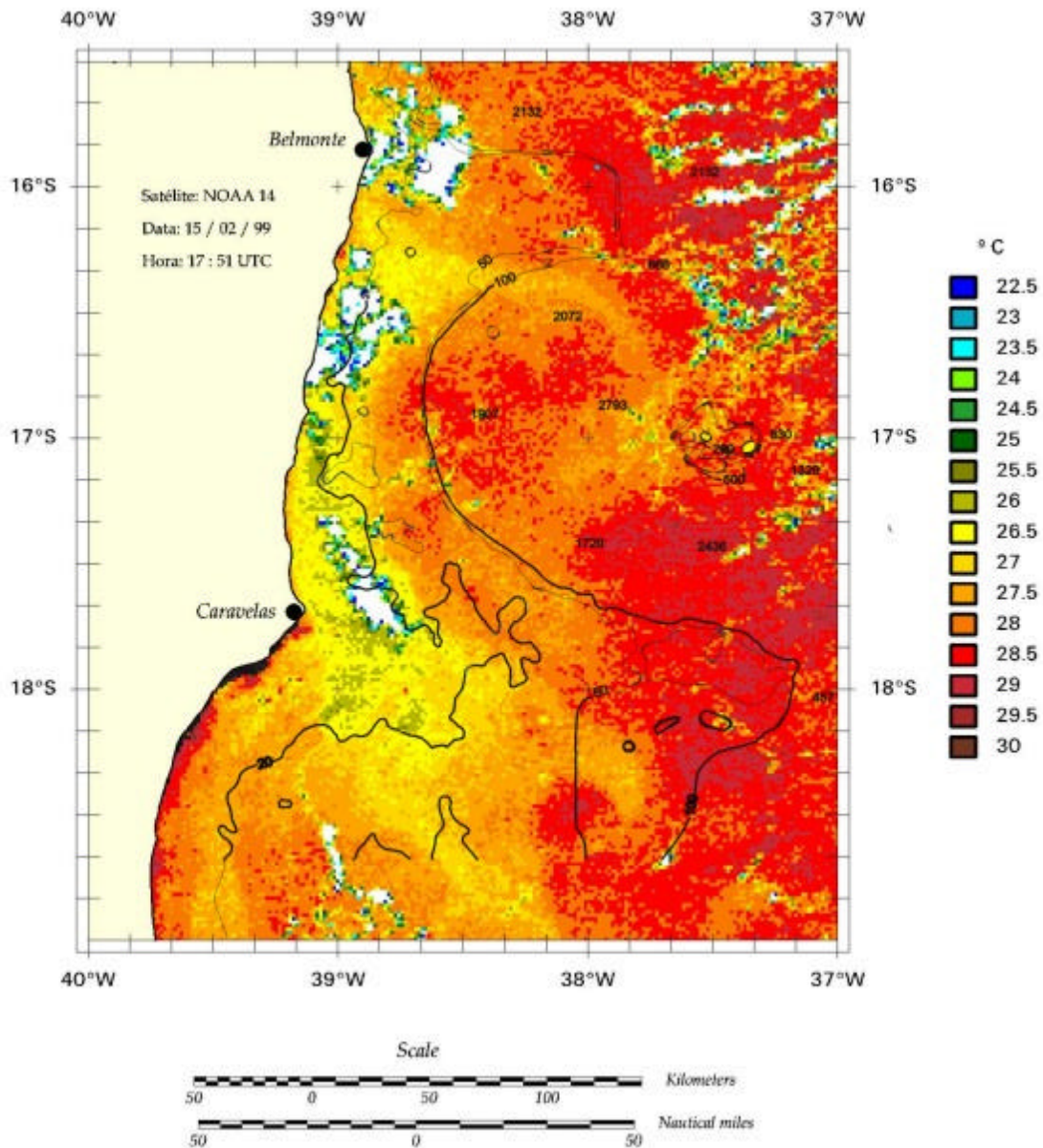


Figure 2 – Carta de temperatura da superfície do mar obtida através de imagem AVHRR/NOAA, com a batimetria superimosta.

Análises preliminares de imagens SAR evidenciam a presença de diversas feições e processos oceanográficos na área. Filmes de surfactantes estão presentes ao longo de toda a região e em todas as imagens, sendo mais evidentes na região da plataforma, devido à presença de bancos de corais. Um feição marcante, pela sua extensão e frequência, é a assinatura nas imagens de uma frente de maré, cujo regime é semi-diurno, com amplitude máxima em torno de 3,2 m (**Figura 3**). Esta frente de maré está presente em 12 das 16 imagens analisadas. Basicamente, ela se prolonga ao longo de toda a região da plataforma, na direção N-S (+/- 300 km), variando sua posição em relação à linha de costa, com distância máxima de 30 km..

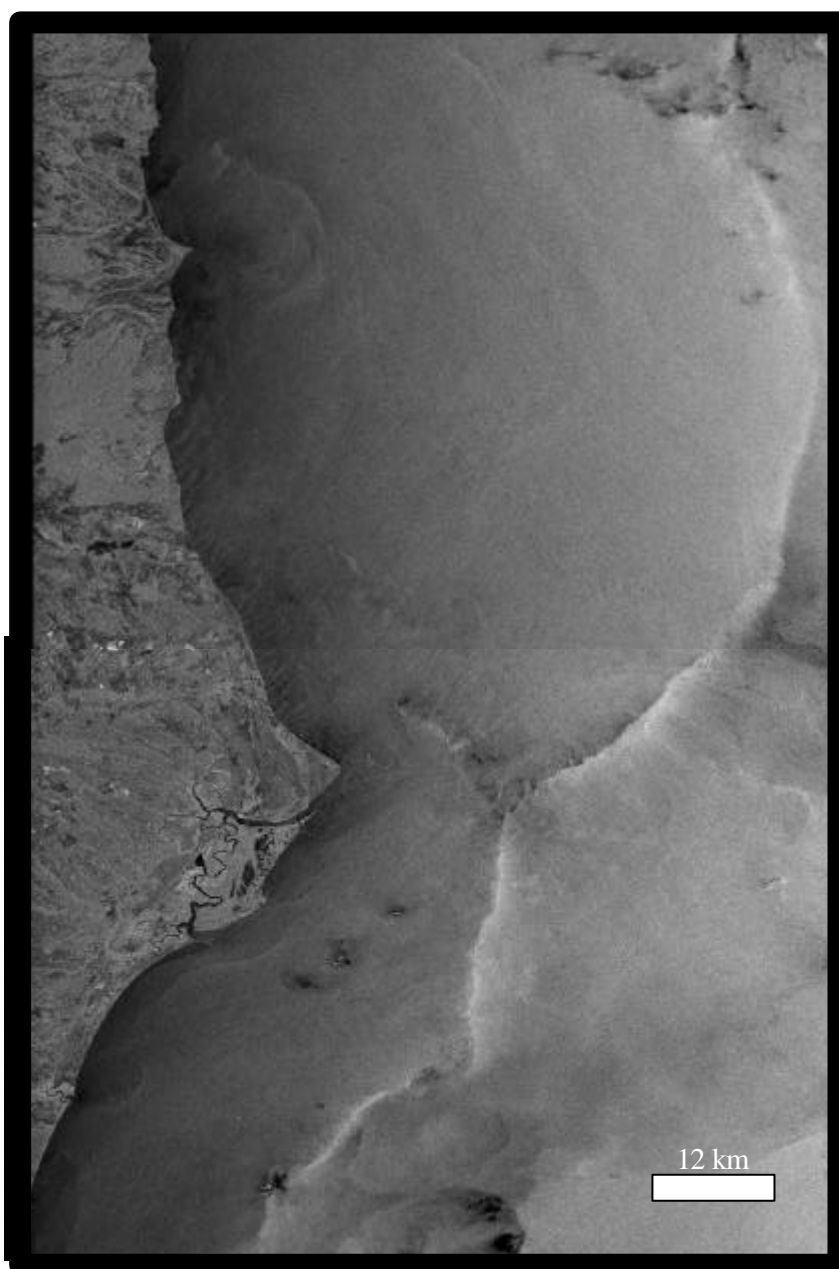


Figura 3 – Combinação de duas imagens SAR /ERS-2 seqüenciais, de 29 de abril de 1992, evidenciando uma conspícua frente de maré.

Análises de dados do difusômetro do ERS-1 e ERS-2 mostram uma marcante sazonalidade, principalmente no que se refere à direção. No verão predominam vento de NE e no inverno de leste (**Figura 4**). A intensidade varia entre 3 e 6 m/s, em média, sendo mais fortes no inverno. Dados de vento do satélite QuikScat evidenciaram condições anômalas, principalmente no verão de 2000, com ventos de sul, com intensidade de até 15 m/s (**Figura 5**).

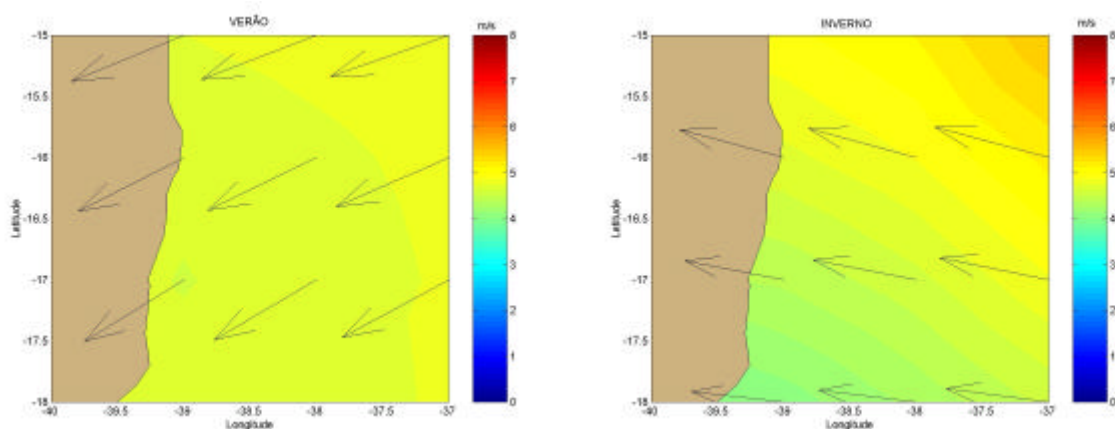


Figura 4 – Plotagem de média sazonal (verão e inverno) de direção e intensidade do vento a partir de dados do difusômetro do ERS-2.

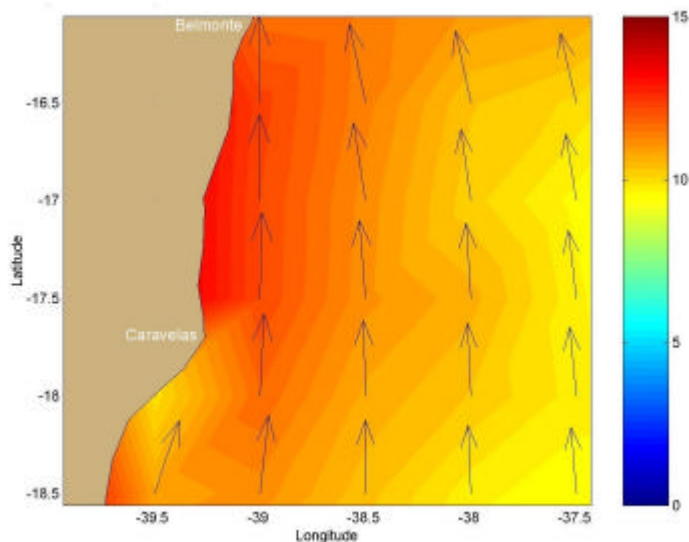


Figura 5 – Plotagem de direção e intensidade do vento a partir de dados do QuikScat, de 23 Junho de 2000, evidenciando condição anômala na área de interesse.

Imagens do Landsat 5 evidenciam a variedade de feições sedimentares submersas, com a presença de recifes de coral, bancos de areia, dunas, ‘sand ribbons’ e dunas (**Figura 6**). A recirculação na área da plataforma e ao longo dos recifes é marcante, promovendo o retrabalhamento de sedimentos e transporte de matéria orgânica para dentro e fora da plataforma.

5 Conclusões

Estes resultados preliminares atestam a complexidade dos ecossistemas da região do Banco dos Abrolhos e adjacências e mostram o potencial do uso mult-sensor de dados orbitais. Os dados de satélite continuarão a ser processados e serão analisados com dados in situ, visando a caracterização dos processos costeiros. A partir de 2001, dados do Envisat serão incorporados ao trabalho.

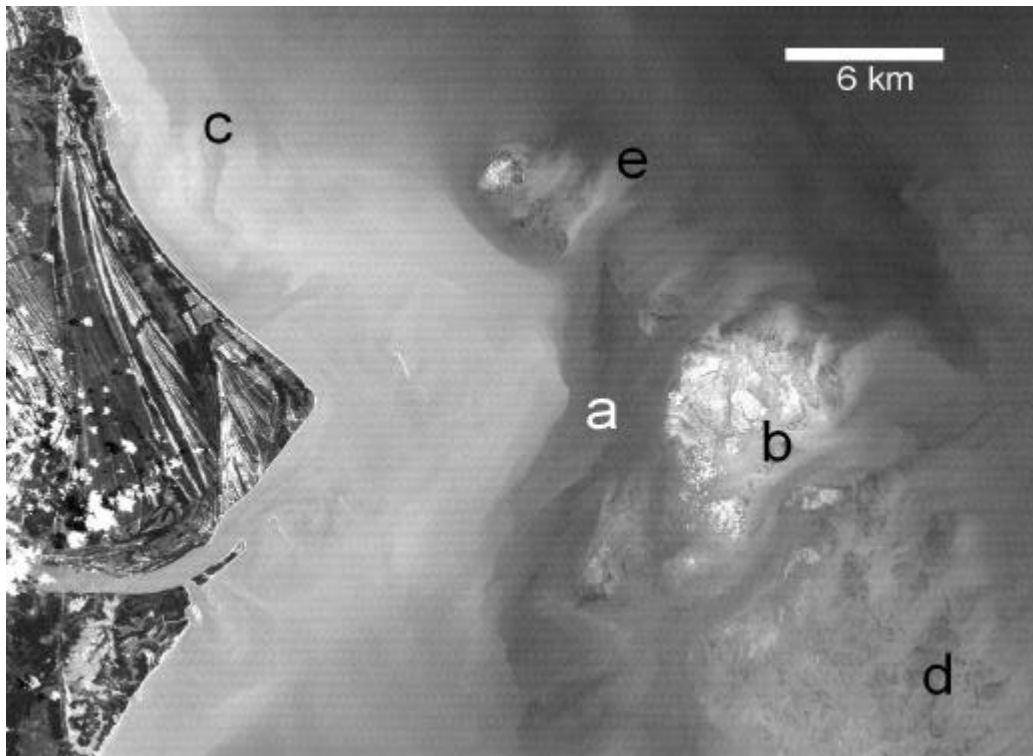


Figure 6 – Feições submersas e processos costeiros (imagem TM-Landsat 5, banda 1, de 02Fev89): (a) canais (-15 m), (b) bancos de coral; (c) canais de maré; (d) ‘furrows’; (e) pequenos vórtices e re-circulação devido à interação maré-topografia de fundo.

6 Referências

- Asmus, H.E. (1970) Banco dos Abrolhos, tentativa de interpretação genética. **Relatório Interno**, PETROBRÁS, DEXPRO/DIVEX.
- DHN (1974) Carta 23700.
- DHN (1994) Carta 1200.
- França, A .M.C. (1979) Geomorfologia da margem continental leste brasileira e da bacia oceânica adjacente. In: **Série Projeto Remac**, 7: 89-114.
- Johannessen, J., Shuchman, R.A., Johannessen, O.M., Davidson, K.L.; Lyzenga, D.R. (1991) SAR imaging of upper ocean circulation features and wind fronts. **Journal of Geophysical Research**, 96: 10411-10422.
- Oceansat (2000) Relatório de previsão meteo-oceanográfica. Relatório Interno, 05/2000, 23 p.
- Roden, G.I. (1987) Effects of seamounts and seamounts chains on ocean circulation and thermohaline structure. In: Keating B.H., Fryer, P, Batiza, R., Boehlert, G.W. (eds.) **Seamounts, islands and atolls**, American Geophysical Union Geophysical Monograph 43: 335-354.
- Silva, J.C.P.B. (1997) The role of surface films in ERS SAR signatures of internal waves in the Iberian Shelf. **Tese de doutorado**. University of Southampton, Southampton, Inglaterra. 182 p.
- Vastano, A.C., Barron Jr., C.N., Shaar Jr, E.W. (1995) Satellite observation of the Texas Current. **Continental Shelf Research**, 15(6): 729-754.