

## **CAPÍTULO IV**

---

### **MORFOLOGIA DE FUNDO E POLUIÇÃO POR MACRODETRITOS NA ENSEADA DOS ANJOS, ARRAIAL DO CABO – RJ**



# MORFOLOGIA DE FUNDO E POLUIÇÃO POR MACRODETRITOS NA ENSEADA DOS ANJOS, ARRAIAL DO CABO – RJ

Hélio Heringer Villena<sup>1</sup>, Nelson Violante de Carvalho<sup>2</sup>, Alessandro Mendonça Filippo<sup>3</sup>, Vitor Amorim D'Ávila<sup>4</sup>,  
Sílvia Dias Pereira<sup>5</sup>, Marcelo Sperle Dias<sup>6</sup>, Rogério Neder Candella<sup>7</sup>; Guilherme Colaço Melo dos Passos<sup>8</sup> e Yury  
Simen Souto Vieira<sup>9</sup>.

## RESUMO

A Enseada dos Anjos localiza-se no Município de Arraial do Cabo, na área conhecida como Costa Azul do Estado do Rio de Janeiro. O município tem como principais atividades/empreendimentos, todos localizados na Enseada dos Anjos, o Porto do Forno, o Instituto de Estudo do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) da Marinha do Brasil e o Cais dos Pescadores e de Turismo.

O conflito de interesses fica claro (OLIVEIRA, 2011) quando vemos de um lado uma instituição de pesquisa oceanográfica e uma vertente local turística, ambas com visão de preservação ambiental local, e de outro lado a pesca e a atividade portuária, ambas claramente impactantes ao meio ambiente.

A Praia dos Anjos, localizada no fundo da enseada, apresenta problema de erosão na porção sul, o que gerou um esforço conjunto entre o Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) da Marinha do Brasil, com verbas do Porto do Forno, e da Faculdade de Oceanografia da UERJ, obtidos da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), para um estudo no local.

Foi realizado levantamento batimétrico da enseada, para conhecimento da morfologia de fundo marinho, e de varredura lateral nas cercanias das instalações portuárias e do cais de pesca e turismo, visando a identificação de impactos ambientais localizados.

O fundo marinho mostrou-se com profundidades reduzidas da maré, entre pouco mais de 13 a 0 m, apresentando algumas irregularidades, como a área do porto, alvo de dragagem, e a porção central da praia com alguma ondulação do fundo.

---

1 - Professor Adjunto da Faculdade de Oceanografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, 4º andar, Bloco E, sala 4018, CEP.: 20550-900, [heliovillena@gmail.com](mailto:heliovillena@gmail.com);

2 – Professor Adjunto da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária Centro de Tecnologia, Bloco G, sala 101, Ilha do Fundão, CEP.: 21945-970, [violante\\_carvalho@yahoo.com.uk](mailto:violante_carvalho@yahoo.com.uk);

3 - Professor Adjunto da Faculdade de Oceanografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, 4º andar, Bloco E, sala 4018, CEP.: 20550-900, [amfilippo@gmail.com](mailto:amfilippo@gmail.com);

4 - Professor Adjunto da Faculdade de Oceanografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, 4º andar, Bloco E, sala 4018, CEP.: 20550-900, [victor.a.avila.uerj@gmail.com](mailto:victor.a.avila.uerj@gmail.com);

5 - Professora Adjunta da Faculdade de Oceanografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, 4º andar;

6 - Professor Adjunto da Faculdade de Oceanografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, 4º andar, Bloco E, sala 4018, CEP.: 20550-900, [sperle@uerj.br](mailto:sperle@uerj.br);

7 – Pesquisador Senior do Instituto de estudos do mar Almirante Paulo Moreira-IEAPM, Rua Kioto, nº 253, Praia dos Anjos Arraial do Cabo - RJ CEP: 28930-000, [rcandella@gmail.com](mailto:rcandella@gmail.com);

8 – Mestrando em Engenharia Oceânica da Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Cidade Universitária Centro de Tecnologia, Bloco G, sala 101, Ilha do Fundão, CEP.: 21945-970, [guicolaco@gmail.com](mailto:guicolaco@gmail.com);

9 – Graduando da Faculdade de Oceanografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rua São Francisco Xavier, 524, 4º andar, Bloco E, sala 4018, CEP.: 20550-900, [yurysimen@yahoo.com.br](mailto:yurysimen@yahoo.com.br).

Os sonogramas mostraram as estruturas de engenharia localizadas na enseada, ou seja, o cais de atracação e molhe de proteção do Porto do Forno, a poluição por macrodetritos, sendo observados no leito marinho vários pneus, usados como defensas das embarcações de pequeno porte, várias poitas de amarração das embarcações, pedaços de madeira, etc.

Ficou nitidamente demonstrada a influência das atividades humanas na morfologia do fundo marinho e na qualidade ambiental da enseada, o que serve de alerta à população local e ao governo municipal e estadual, visto que grande parte da receita municipal, bem como a geração de empregos e renda à população depende diretamente das atividades de pesca e turismo, ligadas a um meio ambiente preservado.

**Palavras-chave** – Batimetria, Morfologia Submarina, Poluição, Macrodetritos.

## ABSTRACT

The Inlet of Angels is located in Arraial do Cabo city, in the area known as Costa Azul at Rio de Janeiro State. The municipality's main activities / projects, all located in the Angels Inlet are the Porto do Forno, the Exploration of the Sea Institute Admiral Paulo Moreira (IEAPM) from Brazilian Navy and, Fisherman's and Tourism Pier.

The conflict of interest is clear when we see on one side an oceanographic research institution and a local tourist, both with local environmental preservation interests, and on the other hand fishing and port activities, both clearly impacting the environment.

Praia dos Anjos, a beach located in the inlet, has a problem of erosion in its southern part. A joint effort between the IEAPM, with funding from the Porto do Forno, and Faculty of Oceanography from Rio de Janeiro State University (UERJ), with funding from Carlos Chagas Filho Research Support Foundation of the Rio de Janeiro State (FAPERJ) developed a study on the site.

A bathymetric survey of the area was conducted to have an information of the seabed morphology, and side scan was made near the port facilities, and the fishing

and tourism pier for the identification of localized environmental impacts.

The seabed showed up with reduced depths of the tide, from just over 13-0 m, with some irregularities, such as the harbor area, dredging target, and the central portion of the beach with some ripple background.

The sonograms showed the engineering structures located in the inlet, in the landing pier and the Porto do Forno breakwater protection, pollution from macro debris, several tires used as fenders of small vessels, several moorings of boats, wood chips, been observed on the seabed.

It was clearly demonstrated the influence of human activities on the morphology of the seabed and environmental quality of the inlet, which serves as a warning to the local population and the municipal and state government. This because most municipal revenue and job creation and income to the population depends in on fishing and tourism activities, directly linked to a preserved environment.

**Keywords** – Bathymetry, Underwater Morphology, Pollution Macrodetritos.

## INTRODUÇÃO

O Município de Arraial do Cabo está localizado na denominada “Costa Azul” do Estado do Rio de Janeiro (Figura 1), tendo a sede nas coordenadas 22°57'58”S e 42°01'40” W e área total de 157,9 km<sup>2</sup> (CEPERJ, 2013). As principais atividades econômicas são o turismo, a pesca e a atividade portuária.

A Enseada dos Anjos abriga o Porto do Forno e seu molhe de proteção, o Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) da Marinha do Brasil, o Cais dos Pescadores/ Turismo e a Praia dos Anjos.

O cenário caracterizado pelas atividades descritas acima é de conflito, pois a pesca e o turismo ecológico/ambiental desenvolvidos na região necessitam de qualidade e preservação ambiental, o que coincide com os interesses de um centro de pesquisa oceanográfica, o IEAPM. A presença do porto, por sua vez, com as intervenções de engenharia (cais de atracação e molhe de proteção) e atividades potencialmente poluidoras geram “stress” no meio ambiente.

Assim como ocorre em praticamente todo o Brasil, o crescimento da região tem ocorrido de forma desordenada, sem planejamento adequado. A população fixa e flutuante no município cresce desde a década de 70, mas os investimentos em infraestrutura não acompanharam este crescimento de forma proporcional, havendo déficit de esgotamento sanitário, de água encanada, de pavimentação de ruas, etc.

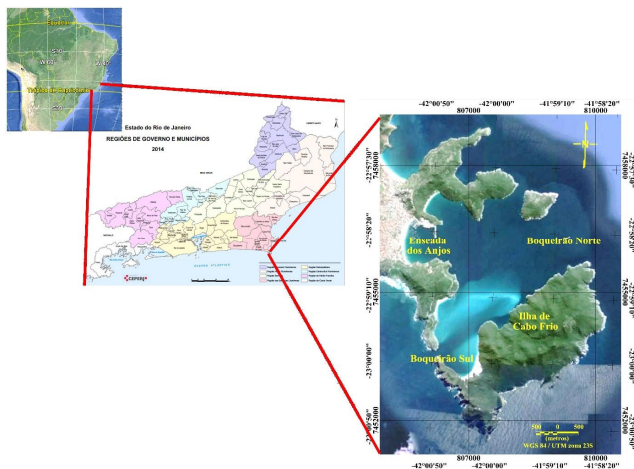


Figura 1 – Localização da Enseada dos Anjos na costa sudeste do Brasil (Google Earth, 2015a), Costa Azul do Rio de Janeiro (CEPERJ, 2013), no Cabo Frio (Google Earth, 2015b).

As consequências ambientais dos equívocos cometidos no passado têm sido notadas (Figura 2) através da degradação da qualidade da água do mar pelo aporte de esgoto sanitário nas águas da enseada, alteração do regime natural de transporte de sedimentos, causando erosão na porção sul da praia dos anjos e acumulação na porção norte (SAVI & FERNANDEZ, 2003; SAVI, 2007), mudanças a longo prazo em característica e indicadores populacionais e sociais (MELO et al, 2009).

O presente trabalho busca apresentar a morfologia do fundo marinho na Enseada dos Anjos, avaliando a poluição deste por macrodetritos oriundos das atividades portuárias, de turismo, de pesca e de lançamento de lixo em geral.



Figura 2 – Imagem Google Earth com a indicação das áreas de assoreamento/erosão, ponto de aporte de esgotamento sanitário e área do porto e cais dos pescadores/turismo (GOOGLE EARTH, 2015c).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta de dados envolveu a realização de levantamento hidrográfico, planejado segundo as normas técnicas vigentes na Norma 25 (DHN, 2014), atendendo especificação superior à categoria 1B, ou seja, sem validade para atualização da carta náutica local.



Figura 3 – Foto do sistema de posicionamento DGPS R130 da Hemisphere.

O posicionamento da embarcação foi feito com sistema de posicionamento satélite diferencial (DGPS) modelo R130 da Hemisphere, com correção diferencial via satélite (Omnistar Coastal), tendo a posição determinada com erro inferior a 1 metro (Figura 3); notebook com o software Hypack 2012, específico para posicionamento e armazenamento de dados. Optou-se pela realização de linhas paralelas espaçadas de aproximadamente 50 metros (Figura 4).

A coleta de dados batimétricos foi realizada com um ecobatímetro Syquest Bathy 500 DF (Figura 5), com frequência de 208 kHz e saída de dados digital, sendo conectado ao notebook de navegação com software Hypack 2012, armazenando os dados batimétricos junto com os de posicionamento.

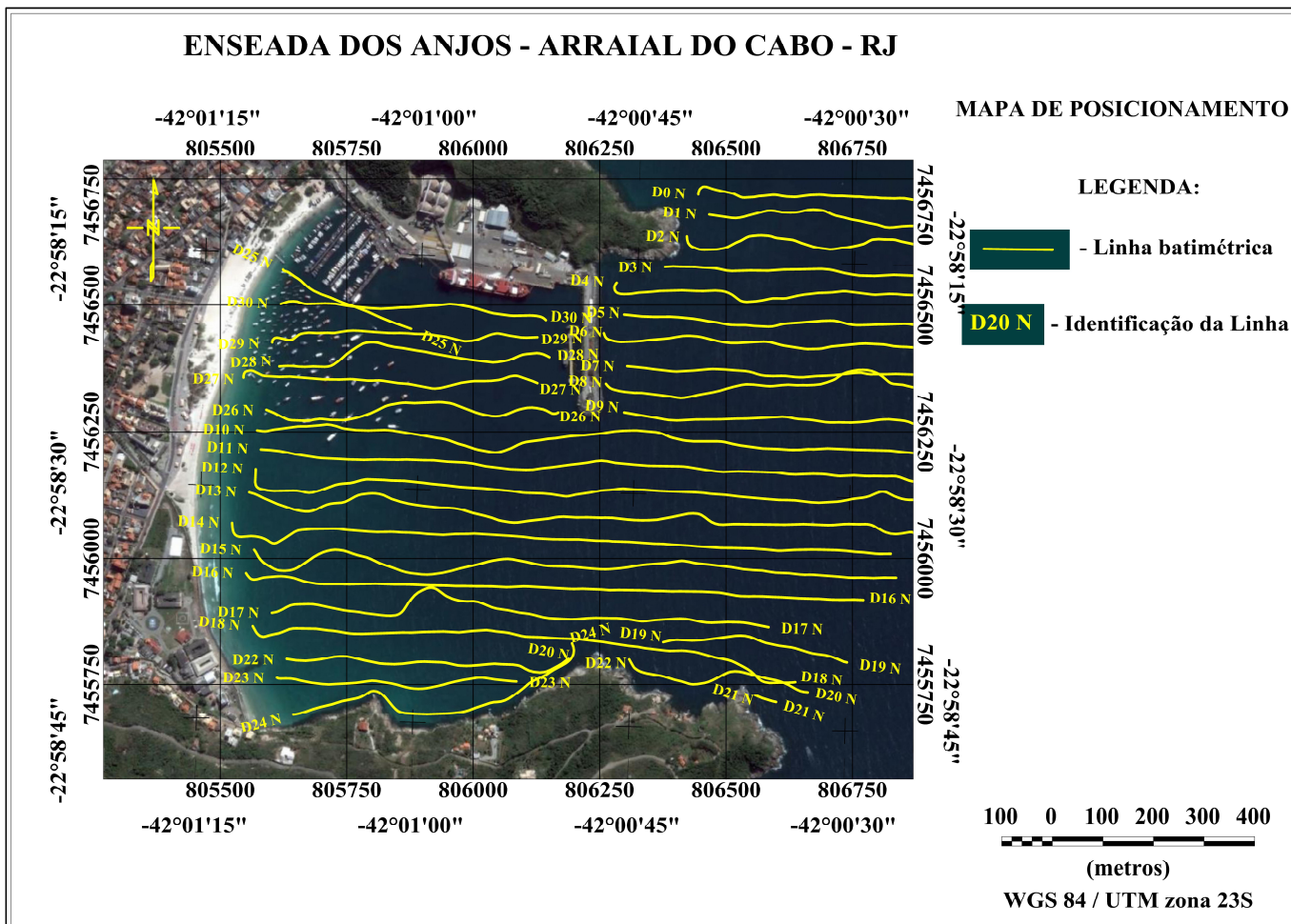


Figura 4 – Mapa de Posicionamento das linhas de batimetria realizadas.  
A coleta de dados batimétricos foi realizada com um ecobatímetro Syquest Bathy 500 DF

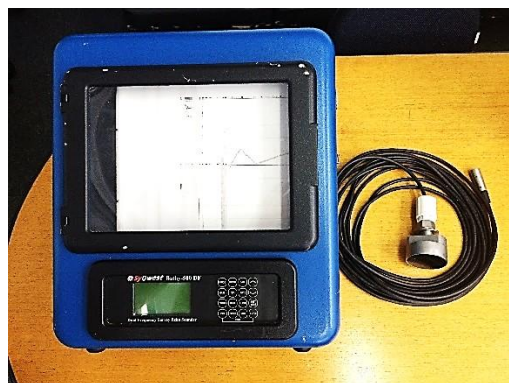


Figura 5

– Fotografia do ecobatímetro Bathy 500 DF usado no levantamento batimétrico.

Ao início e ao final do dia de sondagem foi feita a calibragem da velocidade do som, utilizando-se placa de aferição baixada em cabo de aço graduado sob o transdutor, variando-se a velocidade do som no ecobatímetro para ajustar-se à profundidade lida no eco com a conhecida no cabo graduado.

A redução do efeito da maré nos dados batimétricos foi realizada tendo por base o maregrama registrado na Estação Maregráfica do Porto do Forno, sob responsabilidade do IEAPM, sendo realizada no Hypack 2012, gerando um arquivo “.xyz” com coordenadas e profundidades reduzidas.

A representação gráfica dos dados foi feita pelo programa Oasis Montaj 8.2 (Geosoft, 2014), preparando-se um mapa base na projeção UTM, Zona 23S e Datum WGS84, no qual foi inserida a Imagem obtida no Google Earth e georreferenciada no Oasis Montaj 8.2. Os dados de posição e profundidade reduzida da maré foram importados para o software Oasis Montaj 8.2 e referenciados ao Datum WGS 84 e sistema de coordenadas UTM Zona 23S, procedendo-se a análise dos dados, elaboração do grid batimétrico, do grid de gradiente e a elaboração dos mapas de Posicionamento, de Batimetria e de Gradiente.

O levantamento com sonar de varredura lateral foi posicionado com o mesmo sistema DGPS usado na batimetria, mas a área de levantamento foi concentrada nas proximidades do porto e dos píeres de pesca e de turismo (Figura 6) sendo este sistema ligado ao Sonar de Varredura Lateral Trittech Starfish, modelo 452, de 400 kHz (Figura 7). O sonar, por suas características

(pequeno, leve e de baixo custo) permitiu sua montagem fixa na lateral da embarcação, possibilitando, assim, o imageamento de áreas ultra rasas (lâmina d’água inferior a 5m), próximas a obstáculos, entre as embarcações fundeadas, etc.

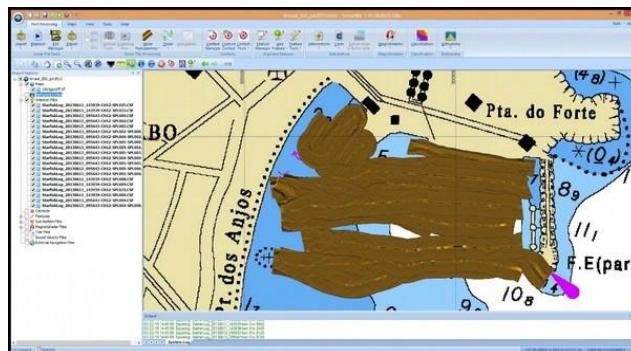


Figura 6 – Imagem da tela do software Sonarwiz 5 mostrando o posicionamento das linhas de varredura lateral.

Os sonogramas coletados com o sonar foram importados para o software Sonarwiz 5, procedendo-se o processamento das imagens através dos controles de brilho, contraste e correção gama para a melhora da qualidade da imagem, de forma a permitir o melhor reconhecimento das feições de fundo.

Em seguida foi realizada a identificação dos macrodetritos poluentes (pneus, madeira, tubos metálicos), as poitas de amarração das embarcações de pequeno porte e a delimitação das estruturas de engenharia (cais do porto e molhe).



Figura 7 – Fotografia do Sonar de Varredura Lateral Trittech Starfish 452.

## RESULTADOS

Os dados batimétricos, após a redução da sondagem e o processamento, nos permitem duas formas de representação e de interpretação, o relevo do fundo marinho e a sua inclinação.

Em termos de relevo, foi confeccionado um mapa batimétrico da enseada (Figura 8), no qual temos a exibição do grid batimétrico colorido, sendo a coloração azul associada às áreas de profundidade acima dos 16,5 m e a coloração vermelha/rosa associada às profundidades inferiores a 8,5 m.

A observação do mapa batimétrico permite descrever a Enseada dos Anjos como uma enseada, de forma geral, rasa. As profundidades observadas entre as duas pontas que a delimitam (Ponta do Forte, ao N, e Ponta do Caramuru ao S) chegam ao máximo de aproximadamente -13,6m. Considerando-se a ponta do molhe de proteção do Porto do Forno, no meridiano 806.250 E, há predominância de profundidade inferior a -10m (coloração laranja escuro a rosa), destacando-se a área junto às instalações portuárias e canal de acesso, que excedem esse limite e se destacam por coloração laranja claro a amarelo, a aproximadamente -10 a -11m.

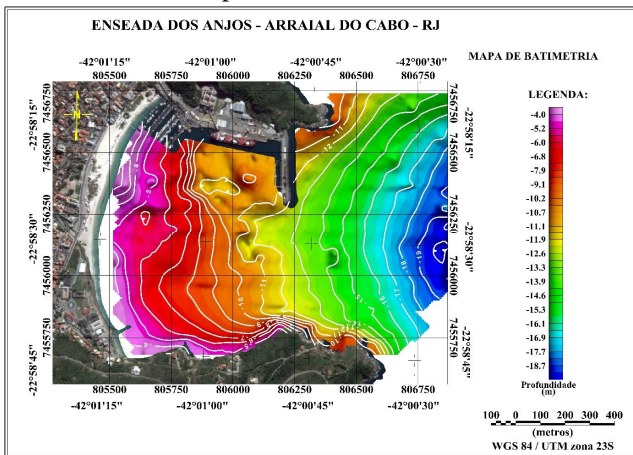


Figura 8 – Mapa de Batimetria da Enseada dos Anjos mostrando o grid colorido e as isolinhas batimétricas em branco.

Pode-se notar que o afastamento diferenciado da linha de costa das isolinhas batimétricas de -5m e -6m, mais próximas na porção S e mais distantes na porção N corroboram o descrito por SAVI & FERNANDEZ (2003) e SAVI (2007), que descrevem erosão na porção sul da praia e assoreamento na porção norte da mesma. A

observação das isolinhas batimétricas de -4 m, -5 m e -6 m, entre os paralelos 7456000N e 7456500N e os meridianos 805500E e 805750E mostram afastamento entre si, delimitando um banco arenoso, provavelmente ligado ao assoreamento descrito na literatura.

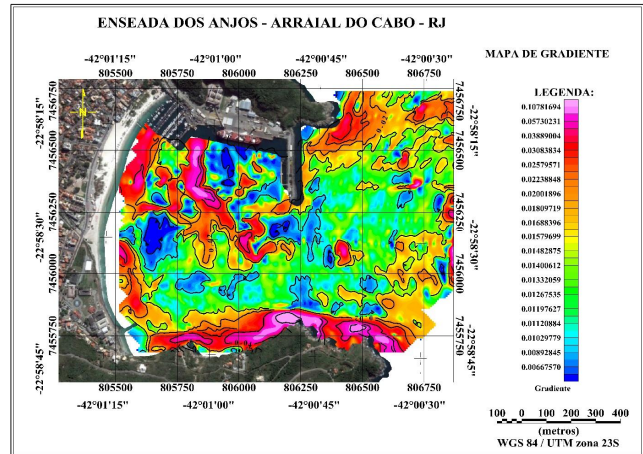


Figura 9 – Mapa de Gradiente de Batimetria da Enseada dos Anjos.

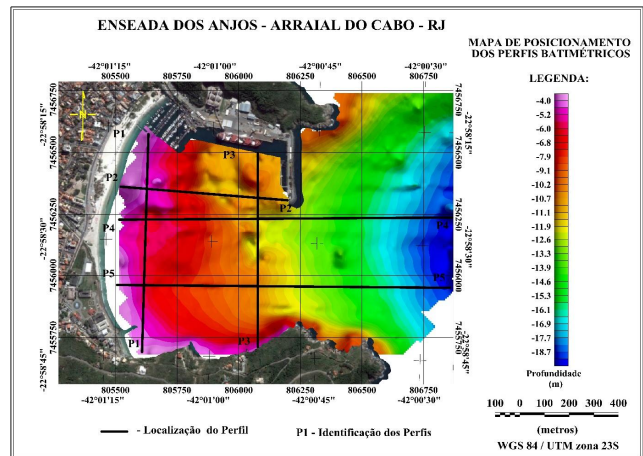


Figura 10 – Localização dos perfis batimétricos e de gradiente extraídos dos grids respectivos.

O gradiente do fundo, observado no Mapa de Gradiente (Figura 9), mostra os maiores valores destacados pela coloração vermelha a rosa e pela isolinha de 0,02, localizados junto à margem sul da enseada, no costão rochoso do Pontal do Atalaia; nas proximidades da praia e no flanco do canal de acesso ao porto.

Na área portuária, sob a proteção do molhe, observamos gradientes baixos com valores mais altos em



pontos localizados, provavelmente associados a efeitos morfológicos deixados pela ação de dragagem.

Na região de observação do banco deposicional de areia, na porção central da praia, temos uma área de gradiente suave (tons de azul) coincidindo com o topo do banco arenoso.

Uma análise mais detalhada pode ser feita através de 05 perfis batimétricos e de gradiente extraídos dos grids, cuja localização temos na Figura 10.

O perfil 1 (Figura 11) parte do extremo sul da Praia dos Anjos e vai ao extremo norte. Pode-se notar a grande diferença na topografia do fundo entre as duas extremidades da praia, sendo ao sul um perfil de descida contínua até cerca de 200 metros de distância de seu início, atingindo a profundidade de 5,7 m e altos valores de gradiente. Entre 200 m e 560 m a profundidade se mantém entre 5,7 e 6,0 m a até 560 metros de distância do início. Segue-se então uma rápida subida até a distância de 600 m, com pico nos valores de gradiente, com a profundidade indo de 5,9 m a 4,8 m, coincidindo esta elevação com o posicionamento do banco observado no mapa. A partir dos 600 m até 800 m do início do perfil a profundidade permanece entre 4,8 m e 4,0 m, seguindo-se uma subida a cerca de 2,6 m no extremo norte da praia, final do perfil.

O Perfil 2 (Figura 12) tem seu início na praia, aproximadamente a 200 m da extremidade norte desta, em direção ao molhe de proteção do porto. Pode-se perceber o banco arenoso na porção inicial do perfil até 100 metros de seu início, onde as profundidades variam de menos de 2,0 m a 4,5 m onde um pico de gradiente delimita seu final; segue-se um talude, até cerca de 400 m de distância da praia, com profundidades entre 4,5 m e 11,0 m, também delimitados por pico de gradiente. Em seguida temos a porção profunda referente ao canal de navegação/bacia de evolução do porto com profundidade máxima perto dos 12,0 m.

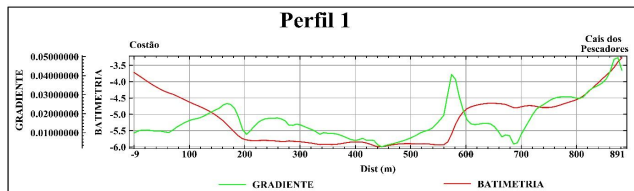


Figura 11 – Perfil nº 1 que parte do extremo sul da praia em direção ao extremo norte.

O Perfil 3 (Figura 13) parte da porção média do costão do pontal do Atalaia em direção ao terço final do berço de atracação do Porto do Forno. Observa-se um rápido aumento na profundidade, variando de pouco mais de 4,0 m no início do perfil até cerca de 10,5 m na distância de 120 m, tendo esta porção do perfil os maiores valores de gradiente observados nele. Entre 120 m e 340 m temos uma profundidade quase que constante, mergulhando-se depois no canal de navegação, até a distância de 520 m, seguindo-se a bacia de evolução e berço de atracação, com a profundidade variando de 11,8 m a 10,0 m, denotando as menores profundidades próximas à face interna do molhe.

O perfil 4 (Figura 14) localiza-se na porção central do arco praial, seguindo em direção à boca da enseada. Observa-se uma descida quase que constante, com a profundidade variando de aproximadamente 5,0 m até cerca de 19,0 m, com gradiente elevada e irregular.

O perfil 5 (Figura 15), parte do terço inicial da praia na extremidade sul, dirigindo-se à boca da enseada. Também apresenta perfil de descida quase contínua com profundidades entre pouco menos de 4,0 m a cerca de 19,0 m e gradiente elevado e irregular.

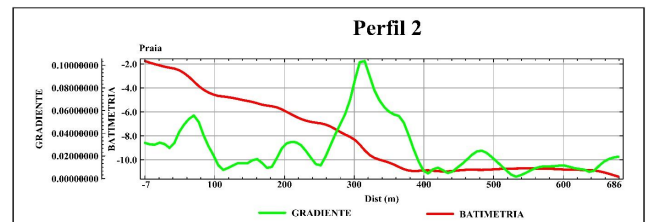


Figura 12 – Perfil nº 2 que parte da praia, aproximadamente perpendicular a esta, em direção à ponta do molhe de proteção do porto.

No que tange à varredura lateral, após seu processamento, podemos representar em mapas as feições antrópicas identificadas no fundo marinho.

Primeiramente foram traçadas as intervenções de engenharia identificadas nos sonogramas, ou seja, os limites do cais do Porto do Forno (Figura 16), da cabeça do molhe de proteção do porto (Figura 17) e estacas do Píer de Pesca/Turismo (Figura 18). Estas feições estarão representadas em todos os demais mapas de poluição por macrodejetos.

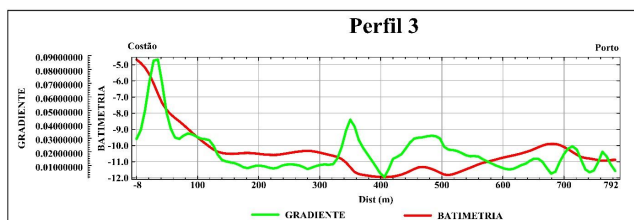


Figura 13 – Perfil nº 3 que cruza a enseada, indo do porto ao costão médio do Pontal do Atalaia.

Em seguida foi feita a plotagem das feições arredondadas, com expressão de relevo nas bordas e sombra no centro (Figura 19), sendo estas feições identificadas como pneus, usados como defensas de embarcações, que jazem no fundo marinho. Um total de 361 pneus foram marcados nos registros do sonar, sendo gerado um mapa de localização destes pneus na enseada (Figura 20).

O passo seguinte foi o reconhecimento nos registros das poitas de amarração das embarcações de pequeno porte alocadas na enseada (Figura 21), sendo registradas 182 poitas, como pode ser visto na Figura 22.

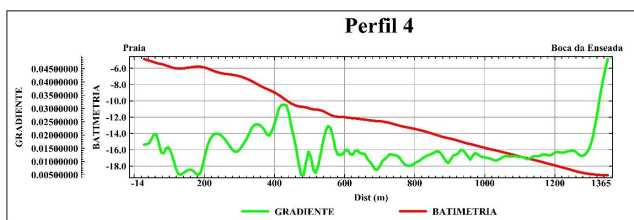


Figura 14 – Perfil nº 4 que parte da praia, em sua porção central, em direção à boca da enseada.

O passo seguinte foi a identificação e marcação do posicionamento de tubos metálicos ou pedaços de madeira identificados no fundo da enseada (Figura 23). Foram demarcados 6 alvos identificados como tubos metálicos ou hastes de madeira, medindo entre 6,0 e pouco menos de 13,0 metros. A localização destes alvos pode ser vista na Figura 24.

## DISCUSSÃO

A região de Cabo Frio, onde se localiza Arraial do Cabo, é conhecida pelas características de águas oceânicas frias, responsável pela denominação atribuída ao local pelos navegantes portugueses (COE et al, 2007) e pela característica de micro clima semi árido em meio a região de clima tropical úmido. (COE, 2013).

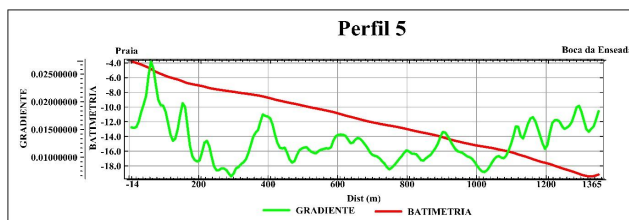


Figura 15 – Perfil nº 5, que parte da praia, em seu terço inicial, dirigindo-se à boca da enseada.

Esta anomalia na temperatura superficial do mar (TSM) é causada por um fenômeno oceanográfico conhecido como “Ressurgência”, que segundo MASCARENHAS et al (1971, apud ZALUAGA, 2012), é o fenômeno físico da ascensão de águas de camadas mais profundas do oceano, no caso, a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) com temperaturas abaixo dos 20°C.

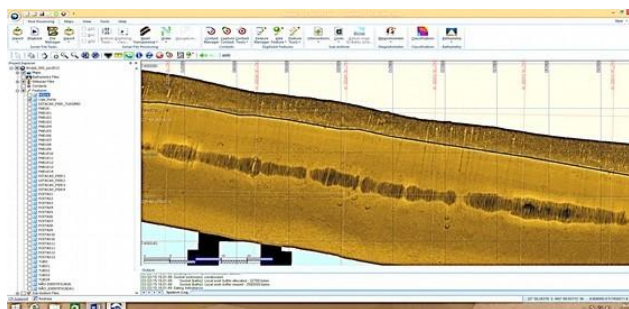


Figura 16 – Imagem do sonograma com a identificação em preto do limite do cais de atracação do porto do forno.

A ressurgência observada em Cabo Frio é consequência de uma conjunção de fatores (VALENTIN, 1984; KNOPPERS & MOREIRA, 1990; SILVA et al, 2006; CALIL ELIAS, 2009), sendo o principal deles a ação dos ventos NE, favorecidos pela brusca mudança de

direção da costa que passa de N-S para E-O. Desta forma os ventos típicos de primavera e verão na região, de direção NE, sopram paralelamente à costa no Cabo Frio, considerando-se o transporte de EKMAN, que define o transporte líquido da água do oceano a 90° da direção do vento em função da ação da Força de Coriolis, que em nosso hemisfério (S) atua desviando o movimento para a esquerda.

Outros fatores que podem contribuir com este fenômeno são: variações sazonais na posição da Corrente do Brasil (MOREIRA DA SILVA & RODRIGUES, 1966); movimentos verticais ao longo de isopicnais, linhas de mesma densidade da água do oceano, sob um balanço geostrófico (SIGNORINI, 1978); sucção de águas costeiras por vórtices da Corrente do Brasil (MESQUITA et al, 1979); e a intrusão da ACAS na plataforma continental induzida por vórtices ciclônicos da Corrente do Brasil (CAMPOS et al, 2000). Associa-se ao descrito acima a posição na coluna d'água da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), que se localiza a menores profundidades no verão, subindo pela Plataforma Continental (CANDELLA, 1999). As variáveis envolvidas no processo da ressurgência de Cabo Frio são muitas, o que propicia uma marcante variabilidade do fenômeno tanto em frequência, maior no verão do que no inverno, quanto de intensidade, caso haja a confluência favorável de todos os fatores (MOREIRA DA SILVA & RODRIGUES, 1966; MOREIRA DA SILVA & MENDONÇA, 1977; CANDELLA, 1999).

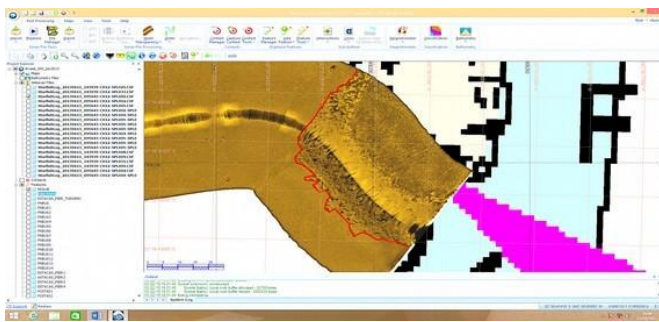


Figura 17 – Imagem do sonograma com a identificação em vermelho do limite do molhe de proteção do Porto do Forno.

A Enseada dos Anjos, assim como a Enseada do Forno, situa-se na porção continental do Cabo Frio,

tendo a Ilha de Cabo Frio como limitador da comunicação com o oceano (Figura 25). Esta comunicação se faz pelo Boqueirão Sul, com cerca de 140 metros de largura e voltado para o quadrante SW, pelo Boqueirão Norte, voltado para o quadrante NE e com aproximadamente 1300 metros de largura e pelo canal entre a costa e a Ilha dos Porcos, de direção NE e largura de cerca de 200 metros.



Figura 18 - Imagem do sonograma com a identificação em amarelo das estacas de sustentação do Píer de Pesca/Turismo.

Essa configuração da comunicação com o oceano aberto confere à enseada uma condição de proteção às ondas de tempestade que incidem principalmente de S/SW. Nesta condição de ventos a enseada torna-se um local de águas calmas, pois o Boqueirão Sul restringe a entrada das ondas diretamente na enseada. A condição de maior agitação observa-se com ventos de NE, que adentram pelo Boqueirão N, incidindo diretamente sobre o costão rochoso do Pontal do Atalaia e da porção sul da praia dos Anjos.

As condições naturais de dinâmica oceanográfica da enseada foram alteradas, segundo SAVI & FERNADES (2003), pela construção do molhe de proteção do Porto do Forno. O estudo de modelagem numérica realizado por esses autores considerou 2 cenários: sem o molhe e com o molhe. A primeira situação usa a Ponta da Fortaleza como o difusor das ondas, o que se ajusta muito bem à condição de linha de costa atual (Figura 26) com a gerada pela modelagem (linha preta com bolinhas).

A segunda situação, por sua vez, aponta para um desequilíbrio ou equilíbrio dinâmico, com tendência à erosão na porção sul da praia e assoreamento na porção norte, denotada pela não coincidência da faixa de areia com a linha preta de bolinhas da linha de costa gerada

pelo modelo (Figura 27).

SAVI (2007) mostra a variação da linha de costa, sendo traçados os limites nos anos de 1976, 1995 e 2002 (Figura 28), ficando claro o recuo da faixa de areia na porção Sul e o avanço na porção norte da Praia dos Anjos.

O equilíbrio dinâmico descrito por Savi (op. Cit.) também é observado por Passo et al (2013) nos 5 perfis monitorados entre Dezembro de 2001 e Junho de 2013 (Figura 29A) com tendência geral ao transporte de sul para norte na praia (Figura 29B), destacando-se o perfil 2, que apresentou maior perda de material.

### CONCLUSÕES

Com base nos dados de batimetria e varredura lateral obtidos, processados e interpretados, para a Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo-RJ, podemos concluir que:

- A enseada tem sido afetada pela ação antrópica, quer seja na alteração de seu padrão natural de dinâmica oceanográfica e sedimentar, quer seja no impacto de poluição por macrodetritos encontrados no fundo marinho;

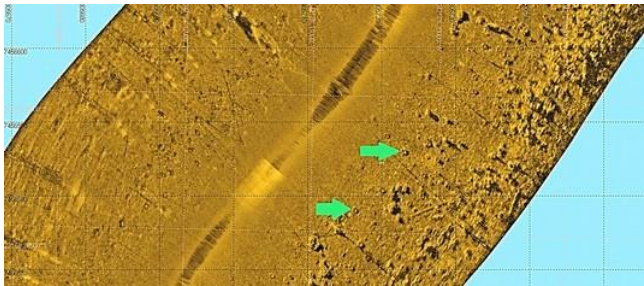


Figura 19 - Imagem do sonograma com a localização de feições identificadas como pneus no fundo marinho.

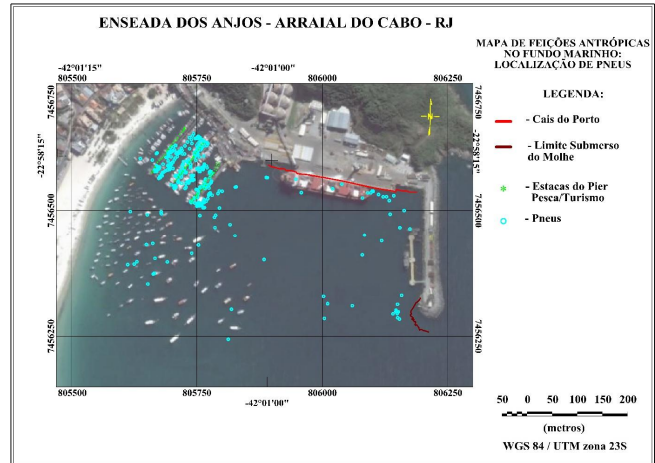


Figura 20 – Mapa de localização dos pneus no fundo marinho da Enseada dos Anjos.

- A dinâmica local sofre alteração, principalmente pelas obras de engenharia realizadas na enseada, ou seja, construção do Porto do Forno e de seu molhe de proteção. Atualmente temos uma tendência à erosão na parte sul da praia e acumulação na parte norte;

- A poluição por macrodetritos na Enseada dos Anjos é uma realidade, sendo detectados 361 pneus, 182 poitas e 06 tubos metálicos/hastes de madeira. A quantidade é muito expressiva para uma área geográfica pequena;

- Esta poluição identificada é importante devido ao tempo de decomposição, principalmente de pneus, compostos de borracha, e tubos metálicos/ hastes de madeira, com tempos de decomposição indeterminado para a borracha, 13 anos para madeira pintada e mais de 100 anos para metais.

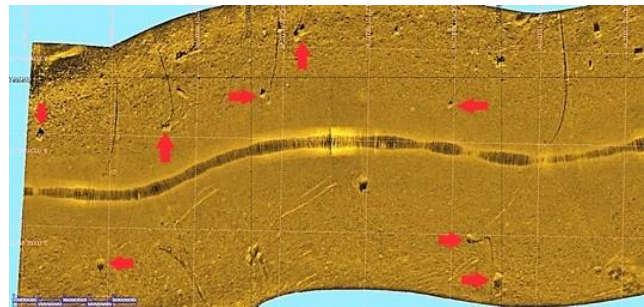


Figura 21 – Imagem do sonograma com a identificação de poitas de amarração de embarcação de pequeno porte.

- A distribuição geográfica dos macrodetritos apresenta grandes concentrações nas proximidades dos Píer de Turismo e Pesca e área de fundeio, apenas com a observação de alguns pneus na área do canal de navegação, bacia de evolução e cais de atracação do porto;

- A contribuição da atividade portuária na poluição por macrodetritos pode ser considerada baixíssima, cabendo à atividade de pesca e turismo, exercida pelas pequenas embarcações que utilizam os pneus como defensas e as poitas para a amarração;

- Melhorias nas formas de fixação das defensas e manuseio de materiais nas pequenas embarcações, associadas a trabalhos de educação ambiental junto aos pescadores, operadoras de turismo/mergulho e mestres das embarcações de pequeno porte é a saída para que a queda de detritos no fundo marinho seja reduzida ao longo do tempo.

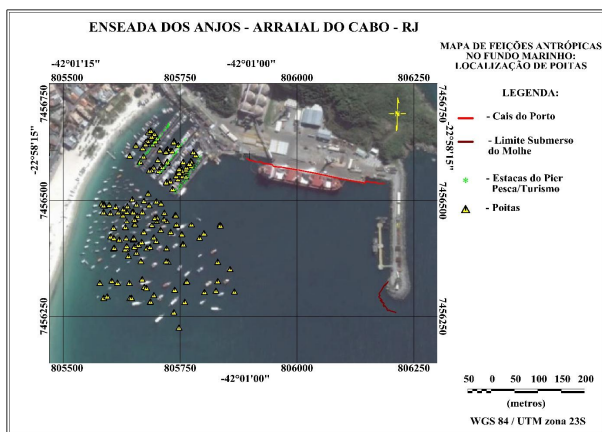


Figura 22 - Mapa de localização das poitas de amarração no fundo marinho da Enseada dos Anjos.

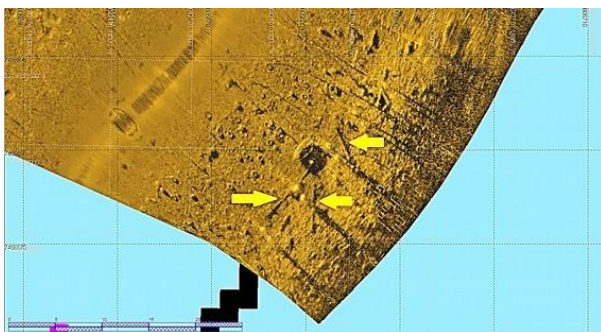


Figura 23 -- Imagem do sonograma com a identificação de feições alongadas, interpretadas como tubos metálicos ou hastes de madeira.

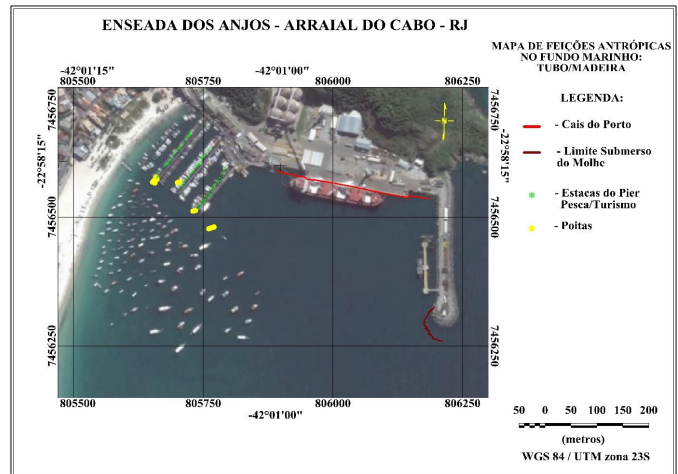


Figura 24 – Mapa com a localização dos tubos metálicos/hastes de madeira identificados.

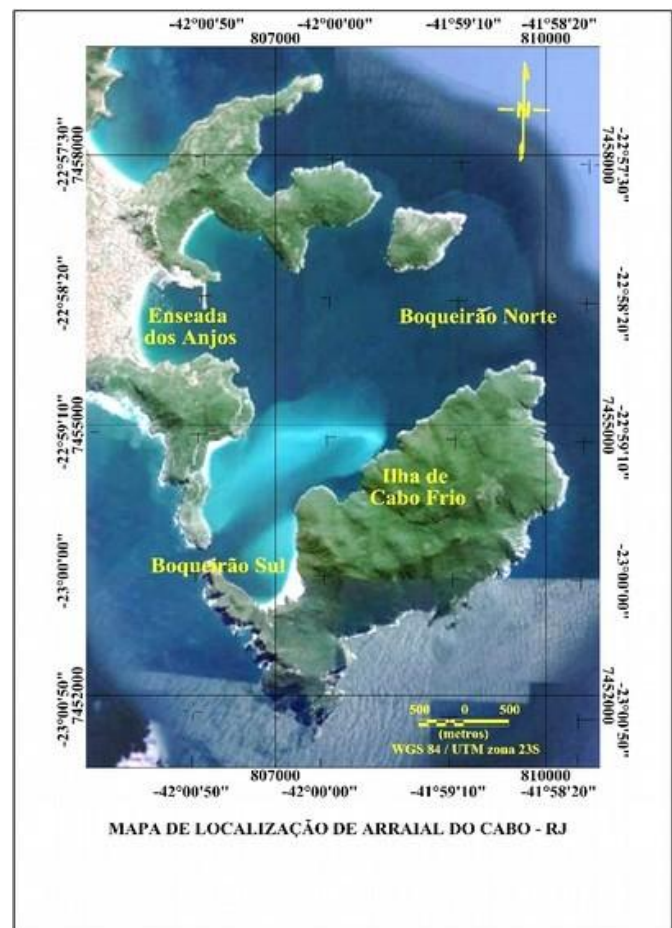


Figura 25 – Mapa de localização da Enseada dos Anjos com a indicação dos Boqueirões N e S e a Ilha do Cabo Frio.

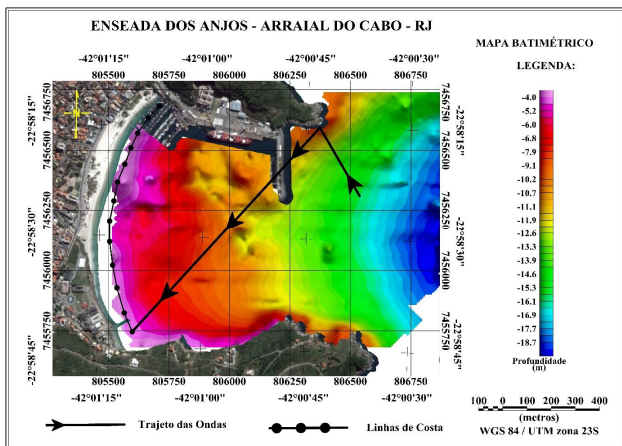


Figura 26 – Imagem da Enseada dos Anjos com a indicação (linha preta com bolinhas) da costa prevista no modelo (alterado de SAVI & FERNANDEZ, 2003).

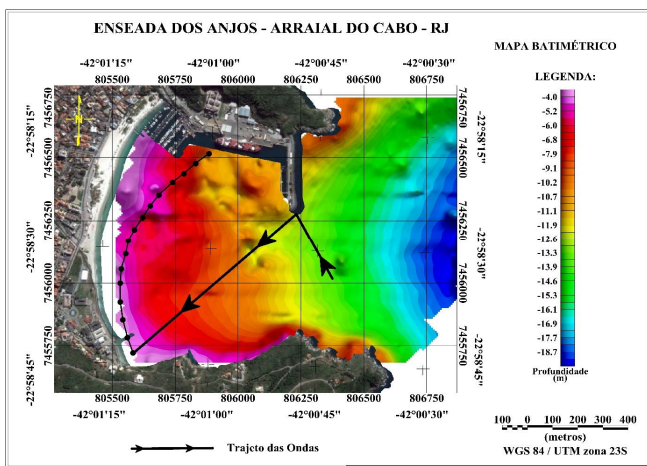


Figura 27 - Imagem da Enseada dos Anjos com a indicação (linha preta com bolinhas) da costa prevista no modelo (alterado de SAVI & FERNANDEZ, 2003).

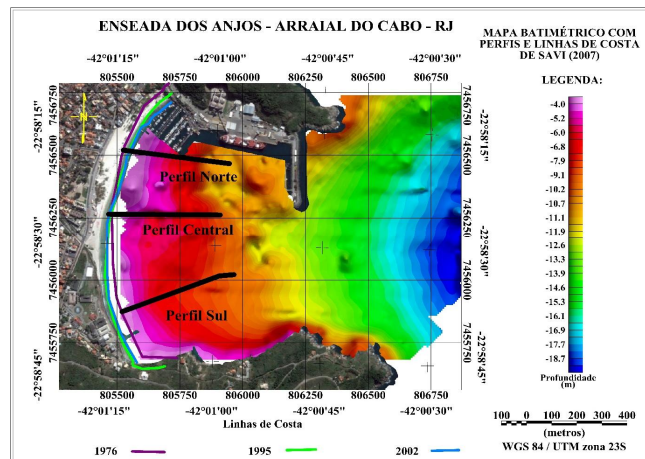
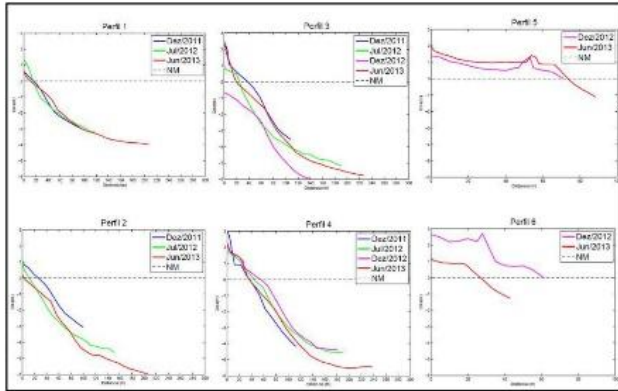
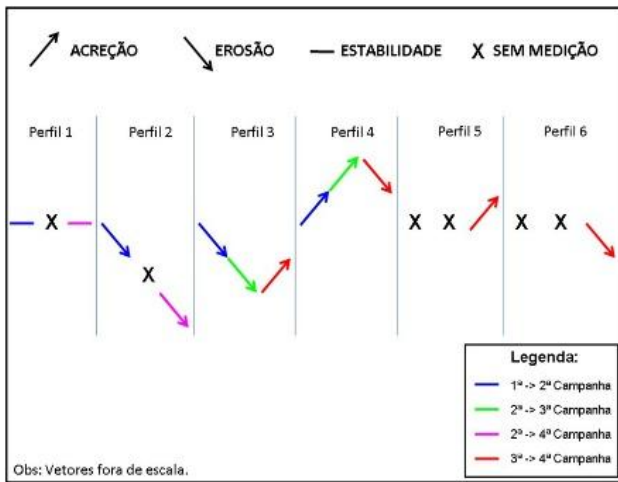


Figura 28 – Mapa com a localização das linhas de costa nos anos de 1976, 1995 e 2002. (alterado de SAVI, 2007).



A)



B)

Figura 29 – Gráficos Mostrando as variações temporais nos perfis de praia na Praia dos Anjos (A) e a tendência à erosão/assoreamento apresentada entre as campanhas de coleta de dados (B), (alterado de PASSOS, 2013).



Figura 30 – Fotografia do Cais de Turismo de Arraial do Cabo onde vemos as pequenas embarcações amarradas. São destacados os pneus sendo usados como defensas nas duas primeiras embarcações na perspectiva da foto. (CRISTIANE, 2012).

### Tempo de decomposição do lixo doméstico



Figura 31 – Tempo necessário à decomposição de alguns materiais no meio ambiente (alterado de Planeta sustentável).

## AGRADECIMENTOS

À Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), responsável pelo financiamento à pesquisa; ao Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) da Marinha do Brasil e ao Porto do Forno, pelo apoio à execução dos trabalhos de coletas de dados que resultaram no presente trabalho; e à Faculdade de Oceanografia (FAOC) da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, pelo apoio logístico e material no processamento e análise dos dados ao longo da execução do estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CALIL ELIAS, L.M. 2009. *Variabilidade Interanual da Ressurgência de Cabo Frio – RJ*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Oceânica) – Coordenação dos Programas de Pós-graduação em Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 110 p.
- CAMPOS, E. D. J.; VELHOTE, D.; & SILVEIRA, I. C. A. 2000. Shelf break upwelling driven by Brazil Current cyclonic meanders. *Geophysical. Research Letters*, **27**, **6**: 751-754.
- CANDELLA, R. N., 1999. Correlação Temperatura X Salinidade e Variação Sazonal da Água Central do Atlântico Sul no Quadrado de Marsden 376. *Pesquisa Naval*, **12**: 135-146.
- CEPERJ, 2013. Anuário estatístico do Estado do Rio de Janeiro. Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.ceperj.rj.gov.br/ceep/Anuario2013/pgFichaCatalografica.html>> Acesso em: 10 mar. 2015.
- COE, H.H.G. 2013. Cabo Frio – Um Enclave Semiárido no Litoral Úmido do Estado do Rio de Janeiro: Respostas ao Clima Atual e da Vegetação Pretérita. *GEOUSP – Espaço e Tempo*, **33**: 136-151.
- COE, H.H.G.; CARVALHO, C.N. DE; SOUZA, L.O.F. DE; & SOARES, A. 2007. Peculiaridades Ecológicas na Região de Cabo Frio. *Revista Tamoios*, **3**, **2**, julho a dezembro de 2007.
- CRISTIANE, R. 2012. *Arraial do cabo: cais tem péssimo estado de conservação e apresenta riscos de segurança*. Disponível em: <[www.rc24h.com.br/noticia/arraial-do-cabo-cais-tem-pessimo-estado-de-conservacao-e-apresenta-riscos-de-seguranca](http://www.rc24h.com.br/noticia/arraial-do-cabo-cais-tem-pessimo-estado-de-conservacao-e-apresenta-riscos-de-seguranca)> Acesso em: 22 mar. 2015.
- DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO - DHN. 2014. Normas da autoridade marítima para levantamentos hidrográficos, 52 p. Disponível em: <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/box-levantamento-hidrografico/arquivos/normam25-rev1.pdf>> Acesso em: 10 mar. 2015.
- GEOSOFT. 2014. *Oasis Montaj How to Guide: complete workflow for Oasis Montaj*. Toronto: Geosoft Incorporated. 260p.
- GOOGLE, Programa Google Earth, 2015a. Imagem de satélite do Brasil.
- GOOGLE, Programa Google Earth, 2015b. Imagem de satélite do Cabo Frio.
- GOOGLE, Programa Google Earth, 2015c. Imagem de satélite a Enseada dos Anjos.
- KNOPPERS, B.; MOREIRA, P. F. 1990. Matéria em suspensão e a sucessão fitoplânctônica na Lagoa de Guarapina, RJ. *Acta Limnologica Brasiliensis*, **3**: 291-317.
- MELO, L.V. de; SALES, T.B.; SOUZA, G.L. de; BRANT, F.F; & MANIACCI, M. 2009. *Ampliação do Porto do Forno na Reserva Extrativista Marinha em Arraial do Cabo – RJ*. Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego, Campos dos Goitacazes/RJ, **3**: 163 – 186.
- MESQUITA, A. R. D.; LEITE, J. B. A.; & RIZZO, R., 1979. Contribuição ao Estudo das Correntes Marinhas na Plataforma entre Cabo Frio e Cananéia. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, **28**, **2**: 95-100.
- MOREIRA DA SILVA, P. C., & RODRIGUES, R. F., 1966. *Modificações na estrutura vertical das águas sobre a borda da plataforma continental por influência do vento*. Publicações do Instituto de Pesquisa da Marinha. Rio de Janeiro, 13 p.
- MOREIRA DA SILVA, P. C., & MENDONÇA, C. F., 1977. *Origem da água da ressurgência em Cabo Frio*. Publicações do Instituto de Pesquisa da



- Marinha. Rio de Janeiro, 114 p.
- OLIVEIRA, U.C. 2011. *Relatório de Vistoria Nº 005/2011-GMA: Avaliação da Qualidade da Gestão Ambiental no Porto do Forno*.
- PASSOS, G. C. M; & VIOLANTE-CARVALHO, N. Dinâmica Costeira da Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo. In: X SIMPÓSIO SOBRE ONDAS, MARÉS, ENGENHARIA OCEÂNICA E OCEANOGRAFIA POR SATÉLITE (X OMAR-SAT), 2013, Arraial do Cabo. Anais. Rio de Janeiro: Arraial do Cabo, 2013.
- PLANETA SUSTENTÁVEL. 2015. Tempo de Decomposição do Lixo Doméstico. Disponível em:  
<<http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/lixo/reciclagem-ecologica-materiais-fim-utilidade-677970.shtml>> Acesso em: 22 mar. 2015.
- SAVI, D.C.; & FERNANDEZ, G. 2003. *Efeitos da Construção de um quebra-mar sobre a linha de costa e batimetria da Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil*. In: Anais do IX Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário (ABEQUA). Disponível em:  
<[http://www.abequa.org.br/trabalhos/gerenciamento\\_144.pdf](http://www.abequa.org.br/trabalhos/gerenciamento_144.pdf)> Acesso em: 10 mar. 2015.
- SAVI, D.C. 2007. Erosão e Acresção Costeira na Enseada dos Anjos, Arraial do Cabo, RJ. *Revista Brasileira de Geofísica* **25**: Supl. 1, 91-99.
- SIGNORINI, S. R., 1978. On the circulation and the volume transport of the Brasil Current between the Cape of São Tomé and Guanabara Bay. *Deep Sea Research*, **25**, 5: 481-490.
- SILVA. G. L.; DOURADO, M.S; & CANDELLA, R.N. 2006. Estudo Preliminar da Climatologia da Ressurgência de Arraial do Cabo. In: XI ENAPET, 2006, Florianópolis. XI ENAPET Amostra de Atividades Petianas. Disponível em:  
<[http://enapet.ufsc.br/anais/ESTUDO\\_PRELIMINAR\\_DA\\_CLIMATOLOGIA\\_DA\\_RESSURGÊNCIA\\_NA\\_REGIÃO\\_DE\\_ARRAIAL\\_DO\\_CABO\\_RJ.pdf](http://enapet.ufsc.br/anais/ESTUDO_PRELIMINAR_DA_CLIMATOLOGIA_DA_RESSURGÊNCIA_NA_REGIÃO_DE_ARRAIAL_DO_CABO_RJ.pdf)> Acesso em: 10 mar. 2015.
- VALENTIN, J. L. 1984. Analysis of hydrobiological parameters in the Cabo Frio (Brazil) upwelling. *Marine Biology*, **82**: 259-276.
- ZALUAGA, F.J.B. 2012. *Composição biogênica e fluxos do material particulado na plataforma continental de Cabo Frio, Brasil: experimentos com armadilhas de sedimentos durante fundeios na primavera de 2010 e outono de 2011*. Dissertação (Mestrado em Geoquímica Ambiental). Instituto de Química. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal Fluminense. 128 p.