



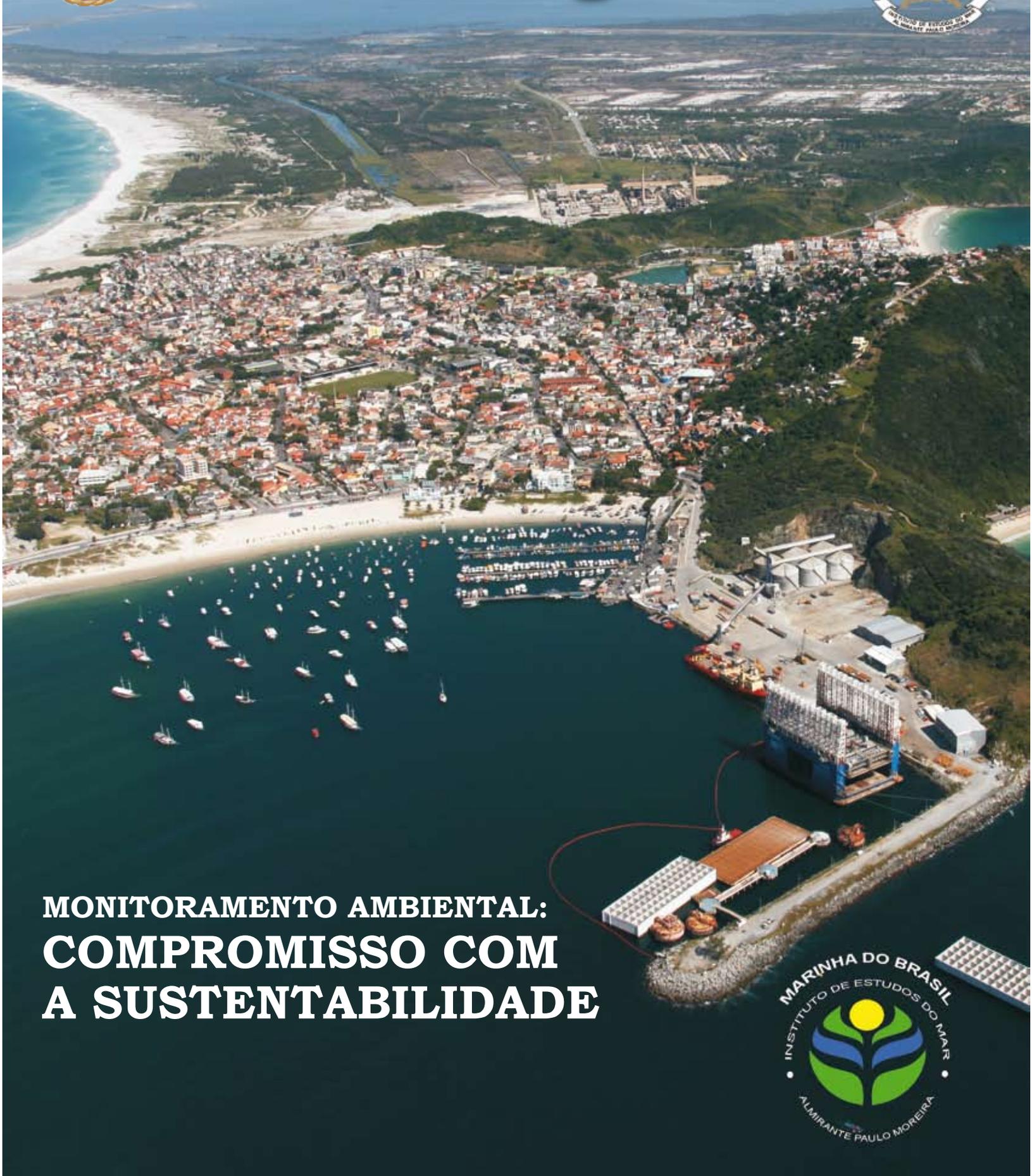
ISSN 1982 - 2790

# A Ressurgência

Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira

Número 6

2012

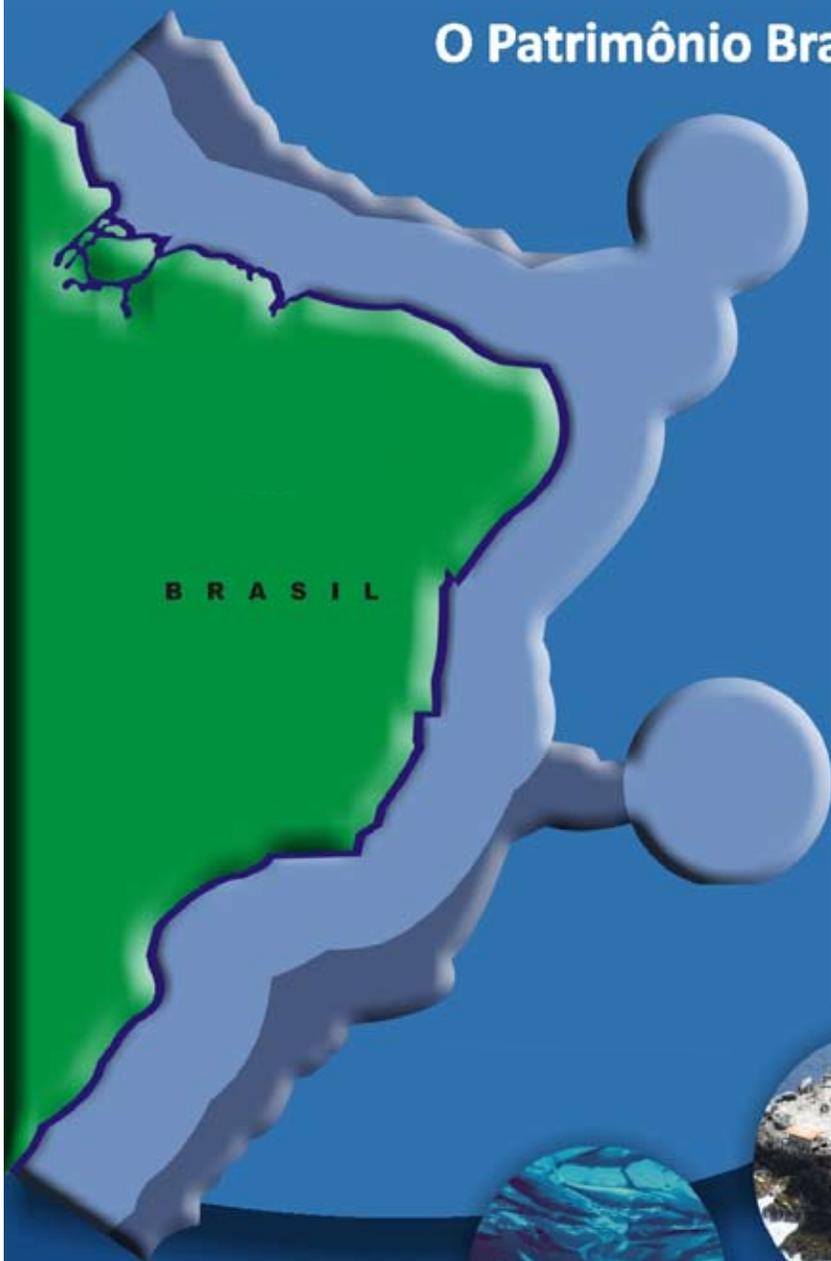


**MONITORAMENTO AMBIENTAL:  
COMPROMISSO COM  
A SUSTENTABILIDADE**



# Amazônia Azul<sup>®</sup>

O Patrimônio Brasileiro no Mar



**Marinha do Brasil, protegendo  
nossas riquezas na “Amazônia Azul”<sup>®</sup>**

*Com quase 4,5 milhões de Km<sup>2</sup>, a Amazônia Azul acrescenta ao País uma área equivalente a mais de 50% de sua extensão territorial.*



**Centro de Comunicação Social da Marinha**



## PALAVRAS DO DIRETOR

A sexta edição da Revista "A Ressurgência" apresenta à comunidade científica mais uma série de trabalhos desenvolvidos por seu grupo de pesquisadores.

A competência científica de nosso Instituto, construída ao longo dos anos pela dedicação e qualidade funcional de seus servidores civis e militares, tem apresentado grandes resultados e colaborado significativamente para o avanço do conhecimento, com projeções concretas de um crescimento ainda maior.

Prova disto são as conquistas alcançadas recentemente, entre elas a aprovação do apoio da FAPERJ para implementação da Célula de Inovação Tecnológica (CIT); e a concessão de bolsa de estudos pelo CNPQ, através do programa Ciência sem Fronteiras, ao professor russo Sergey Dobretsov, que em breve atuará no IEAPM na área de Bioincrustação como Pesquisador Visitante Especial.

Tivemos ainda a conclusão do processo contratual de um dos INCTs-MAR, com sede no IEAPM, que já iniciou suas atividades com a primeira Campanha Oceanográfica. Estando associados ao INCT cerca de 50 cursos de pós-graduação, o que fortalece a excelência em Ciências do Mar do IEAPM.

Destaco ainda a ampliação do contrato com a

empresa norueguesa Statoil até março de 2013, que já resultou em apresentações em congressos internacionais e publicações em revistas científicas de alto índice de impacto.

O IEAPM também elabora uma proposta, a ser submetida a CAPES, para a criação de cursos de Pós-Graduação com perspectiva de início no segundo semestre de 2013.

Portanto, ao contextualizarmos o que ocorre no cenário da Ciência, Tecnologia e Inovação em nosso país, vemos nesta edição que a Marinha do Brasil, através do IEAPM, tem dado contribuições importantes às pesquisas de interesse dual, desenvolvendo tecnologias e firmando acordos e convênios internacionais, apoiando-se sempre na premissa de que é importante conhecer para saber o que e como defender.

Ciente da forte correlação existente entre o grau de desenvolvimento de um país e o seu investimento em Ciência, Tecnologia e Inovação, acredito que esta Revista possa ser mais um instrumento a favor da divulgação do conhecimento e da produção científica nacional. Estar, atualmente, à frente do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, e poder dar minha contribuição a essas e outras conquistas que virão, é uma grande honra.

**José Luiz Ribeiro Filho**  
Contra-Almirante  
Diretor



# A Ressurgência

ISSN 1982 - 2790 - Número 6 - 2012

## EXPEDIENTE

### A Ressurgência

Publicação do Instituto de Estudos do  
Mar Almirante Paulo Moreira - IEAPM  
Rua Kioto nº 253 - Praia dos Anjos  
CEP: 28930-000  
Arraial do Cabo - RJ

*José Luiz Ribeiro Filho*  
Contra-Almirante  
Diretor

Presidente do Conselho Editorial:  
*Warley Gripp Santana*  
Capitão-de-Mar-e-Guerra  
Vice-Diretor

**Editora (a):**  
*Fernanda Braz Santarosa*  
Primeiro-Tenente (RM2-T)

**Colaboração:**  
SC Sérgio Roque Machado  
SC Amarildo Alves da Silva

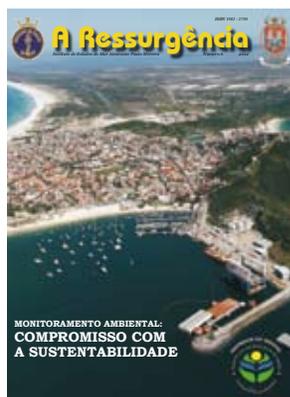
**Arte e Diagramação:**  
edit.grafica@hotmail.com

**Impressão:**  
Gráfica Premier  
CNPJ 06.298.227/0001-41

Os artigos publicados são de inteira  
responsabilidade de seus autores e não  
refletem, necessariamente, a opinião do  
IEAPM.

Visite nosso site:  
<http://www.ieapm.mar.mil.br>

**DISTRIBUIÇÃO GRATUITA**



Vista aérea do Porto do Forno, em Arraial do Cabo-RJ, onde o IEAPM realiza projeto de monitoramento permanente, o que garantiu seu licenciamento junto ao IBAMA.

## O que é Ressurgência?

Ressurgência é um fenômeno oceanográfico que consiste no afloramento de águas profundas, frias e ricas em nutrientes em regiões rasas do oceano.

Existem diferentes tipos de ressurgências, dentre as quais aquela comum na primavera em Arraial do Cabo, que resulta da combinação de ventos nordeste, proximidade da quebra da plataforma, mudança na linha de costa e rotação do Planeta.

Este fenômeno é importante em escala nacional porque enriquece as águas tropicais e subtropicais brasileiras com nutrientes de águas profundas. Como consequência, essa fertilização natural do oceano favorece o crescimento das espécies marinhas ao longo de uma teia alimentar que inclui peixes e outros recursos pesqueiros importantes.

- 4** Patente como fonte de informação tecnológica
- 8** Avaliação preliminar das concentrações de metais pesados em três espécies de peixes marinhos da Baía de Sepetiba, RJ
- 16** Baía de Sepetiba (RJ): Caracterização Hidrográfica e correntométrica
- 22** A comunicação acústica Submarina no IEAPM
- 28** O efeito da ressurgência costeira de Cabo Frio na propagação acústica Submarina
- 34** SISPRES: Reestruturação do software, aumento de resolução espacial e incorporação de novos parâmetros
- 40** Desenvolvimento de técnica de previsão da corrente do Brasil na região sudeste
- 46** Soluções micro para problemas macro: o mexilhão dourado e seu controle
- 50** Emprego de unidades de simulação de ecossistemas marinhos mesocosmos
- 52** Célula de Inovação Tecnológica Almirante Paulo Moreira





# Patente como fonte de informação tecnológica

---

*Capitão-de-Fragata (EN) William Romão Batista, D.Sc.  
e-mail: williamromao@jeapm.mar.mil.br  
Grupo de Oceanografia Química e Geoquímica*

---



**O verbete<sup>1</sup> patente é registrado como sendo um adjetivo que descreve algo aberto, acessível ou manifesto e, adicionalmente, como um substantivo que designa o registro de uma invenção ou descoberta.**

**No Brasil a utilização da prática de tais concessões se iniciou no ano de 1809, com a promulgação de um Alvará da Alteza Real, Dom João VI, pelo qual se incentivava inventores naturais a apresentarem os planos de seus inventos à Real Junta do Comércio, que, após reconhecer a verdade e fundamento do material apresentado, concederia, em troca, um privilégio exclusivo de fabricação por 14 anos. Tal alvará também ordenava a revisão dos direitos anteriores supostamente concedidos, fazendo-os públicos, e o cancelamento daqueles sem fundamentação ou falsamente alegados (BRASIL, 1809).**

---

<sup>1</sup> PATENTE. In: DICIONÁRIO Michaelis. Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php>>. Acesso em 01 mai. 2011.

Grupo de Oceanografia Química e Geoquímica / IEAPM



**A**tualmente, consonante à Lei da Propriedade Industrial, **Patente** vem a ser um documento pelo qual um Estado, depois de tê-lo apreciado oficialmente, outorga ao solicitante, pessoa física ou jurídica, a propriedade temporária sobre o teor da sua invenção, garantindo a ele a exclusividade de exploração derivada de tal criação, exigindo em contrapartida o detalhamento técnico da invenção (BRASIL, 1996; INPI, 2011a).

Entende-se assim, que a solicitação do registro de uma Patente é uma forma especificamente empregada para efetuar a proteção dos direitos sobre uma propriedade industrial.

No entanto, a Patente gerada neste processo passa a ser considerada uma informação técnica, legal, padronizada e, principalmente, disponível, vindo a compor uma vasta fonte de informação envolvendo inúmeros campos da tecnologia mundial, passada e presente.

Essas características permitiram, mais recentemente, que as patentes começassem a ser aceitas como indicadores de processos de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica, e passassem a ter sua estatística contribuindo para analisar pontos fortes e fracos destes processos e descrever tendências tecnológicas de empresas e até mesmo de Nações (RAINER E SCHMOCH, 2010; MARTINEZ, 2011; THOMAS et al., 2011).

Essa maior aceitabilidade tem apresentado como reflexo o aumento do número de solicitações de depósitos de patentes nos últimos anos, tendo, no ano de 2009, o Escritório de Patentes dos Estados Unidos da América (USPTO) registrado cerca de 400.000 solicitações; o do Japão 348.000; e da China cerca de 314.000, e o escritório da União Européia cerca de 134.000. No Brasil, a partir do ano de 2004, o Instituto Nacional de Proteção Industrial (INPI) registra uma média anual de 20.000 depósitos de patentes, - um aumento de 17% se comparado ao ano de 2000 -, e deste montante, somente cerca de 20% foi realizado por depositantes residentes. Dos depositantes considerados não residentes, o EUA, Alemanha, França, Japão e Suíça depositaram juntos mais de 60% do total dos pedidos (WIPO, 2010).

Contudo, não se deve depreender que um aumento significativo do número de patentes depositadas, ou concedidas, implicará, proporcionalmente, em um aumento da capacidade de inovação tecnológica de um Estado, pois o que deve ser realmente avaliado é a característica tecnologicamente relevante da patente (NICHOLAS, 2011).

Entende-se que a avaliação da relevância de uma patente não pode ser simplista. Ela necessita abranger aspectos temporais, locais, econômicos,

sociais, legais, estratégicos e comerciais, os quais certamente podem ser erroneamente interpretados no momento da avaliação, ou seja, a relevância passa a ser algo que tem um caráter mutável com o tempo. Porém, uma característica da existência de relevância sempre se expressa notoriamente pela capacidade de promover a projeção daquela tecnologia para um ponto sempre avante (LEE et al., 2009).

Pode se dizer que a documentação de patente é a mais completa entre as fontes de pesquisa. Informações tecnológicas contidas nestes documentos não estão disponíveis em qualquer outro tipo de fonte de informação e, empresas nos Estados Unidos, Japão e na Europa utilizam, cada vez mais, este instrumento como insumo estratégico para orientar as atividades de pesquisa, em várias áreas do conhecimento, para poupar tempo e evitar gastos desnecessários (BARROSO et al, 2009; PEREZ, 2009; BREGONJE, 2005).

De fato, o acesso a estas fontes de informação vem evoluindo exponencialmente nos últimos anos, permitindo ampliar pesquisas, perceber tendências tecnológicas e monitorar o que está sendo desenvolvido e, principalmente, por quem (MacMASTER, 2005). A consulta, apesar de não poder ser considerada algo trivial, pode ser realizada diretamente

Grupo de Oceanografia Química e Geoquímica / IEAPM



Sistema de Cromatografia Líquida acoplada a Espectrometro de Massas Sequencial (HPLC-MS-IONTRAP)

em sites de sistemas de busca de patentes disponíveis na Internet, gratuitos e pagos. Entre vários e atuais sistemas de busca de patentes citam-se: USPTO; WIPO; INPI; Esp@cenet; Google Patents; MicroPatent e PatBase (WHITMAN, 2011).

Conforme descrito por Mok et al. (2010), “[...] o uso dos dados de bancos de patentes gratuitos se tornarão uma fonte de recursos, não só para especialistas em patentes, mas também para outras pessoas tais como analistas políticos, pesquisadores da academia e estudantes.” (Tradução do autor).

Como complementação, na sede do INPI, no Rio de Janeiro, se disponibiliza acesso a um dos maiores acervos de informações sobre todos os tipos de tecnologias no mundo, milhões de referências de documentos originados em diversos países e de organizações internacionais, além da documentação brasileira. As pesquisas das informações contidas no banco de dados podem ser realizadas pelo próprio usuário, busca individual, ou por técnicos do INPI, denominada busca isolada (INPI, 2011b).

Em conclusão, entende-se, em exame particular, que o papel esperado de um pesquisador público seja o de levantar as novas tecnologias disponíveis e assessorar os Núcleos de Inovação Tecnológica, realimentando-o no tocante à parte técnica referente à solicitação de depósito de suas possíveis invenções. Adicionalmente, pode-se visualizar que as Organizações Militares da Marinha do Brasil, principalmente aquelas definidas como Instituições Científicas e Tecnológicas, começam a envidar esforços para aprimorar seus procedimentos no tocante aos processos envolvendo Ciência, Tecnologia e Inovação, adequando seus regulamentos e regimentos e, sobretudo, capacitando e valorizando seus integrantes para juntos criarem um ambiente que cultue a proteção das tecnologias geradas em seu âmbito.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROSO, W., QUONIAM, L., PACHECO, E. Patents as technological information in Latin America. *World Patent Information*, v.31, p. 207–215, 2009.
- BREGONJE, M. Patents: A unique source for scientific technical information in chemistry related industry? *World Patent Information*, v. 27, p. 309–315, 2005.
- BRASIL. Alvará de 1809. Isenta de direitos as materias primaz do uso das fabricas e concede ontros favores aos fabricantes e da navegação Nacional. Disponível em: <[http://www.camara.gov.br/Internet/InfDoc/conteudo/Colecoes/Legislacao/LegimpA3\\_14.pdf#page=1](http://www.camara.gov.br/Internet/InfDoc/conteudo/Colecoes/Legislacao/LegimpA3_14.pdf#page=1)>. Acesso em 01 mai. 2011.
- \_\_\_\_\_. Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Disponível em: <<http://www2.camara.gov.br/legin/fed/lei/1996/lei-9279-14-maio-1996-374644-publicacaooriginal-1-pl.html>>. Acesso em 21 mai. 2011.
- INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL - INPI. O que é Patente. Disponível em: <[http://www.inpi.gov.br/menu-esquerdo/patente/pasta\\_oquee/index\\_html](http://www.inpi.gov.br/menu-esquerdo/patente/pasta_oquee/index_html)>. Acesso em 02 jul. 2011a.
- \_\_\_\_\_. Banco de Patentes do INPI. Disponível em: <[http://www.inpi.gov.br/menu-esquerdo/informacao/pasta\\_banco](http://www.inpi.gov.br/menu-esquerdo/informacao/pasta_banco)>. Acesso em 02 jul. 2011b.
- LEE, S.; YOON, B.; PARK, Y. An approach to discovering new technology opportunities: keyword-based patent map approach. *Technovation*, n. 29, p. 481 - 497. 2009.
- MARTINEZ, C. Patent families: when do different definitions really matter? *Scientometrics*, v. 86, p. 39-63. 2011.
- McMASTER, D. 25 years in the International application of information technology (IT) and standards to process and disseminate patent information, from 1980 to 2004. *World Patent Information*, v. 27, p. 153–161, 2005.
- MOK, M.S.; SOHN, S.Y.; JU, Y.H. Conjoint analysis for intellectual property education. *World Patent Information*, v. 32, p. 129–134, 2010.
- NICHOLAS, T. Cheaper Patents. *Research Policy*, v. 40, p. 325–339, 2011.
- PEREZ, M.D. Potencialidades de uso de los documentos de patentes. *ACIMED*, Ciudad de La Habana, v. 19, n. 2. 2009.
- RAINER, F.; SCHMOCH, U. Transnational patents and international markets. *Scientometrics*, v. 82, p. 185-200. 2010.
- THOMAS, V.J.; SHARMA, S.; JAIN, S.K. Using patents and publications to assess R&D efficiency in the states of the USA. *World Patent Information*, v. 33, p. 4-10. 2011.
- WIPO. WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION – World intellectual property indicators. 2010. Disponível em: <[http://www.wipo.int/freepublications/en/intproperty/941/wipo\\_pub\\_941\\_2010.pdf](http://www.wipo.int/freepublications/en/intproperty/941/wipo_pub_941_2010.pdf)>. Acesso em 18 jun. 2011.









**O** empreendimento que dará origem ao Estaleiro e Base Naval para a Construção de Submarinos Convencionais e de Propulsão Nuclear da Marinha do Brasil localizado no município de Itaguaí (RJ), gerou uma série de compromissos e ações para satisfazer às exigências da legislação ambiental brasileira.

Dentre as diferentes ações, continuadas ou não, que acompanham as fases de licenciamento da obra e a sua consecução, estão algumas atividades coordenadas pelo Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) como, por exemplo, o diagnóstico da saúde do ambiente marinho na região adjacente ao empreendimento por meio de um amplo Programa de Monitoramento Ambiental.

Iniciado em janeiro de 2011, este programa se desenvolve a partir de um contrato estabelecido entre a Construtora Norberto Odebrecht e a Empresa Gerencial de Projetos Navais, e compreende dois Subprojetos que integram informações pro-

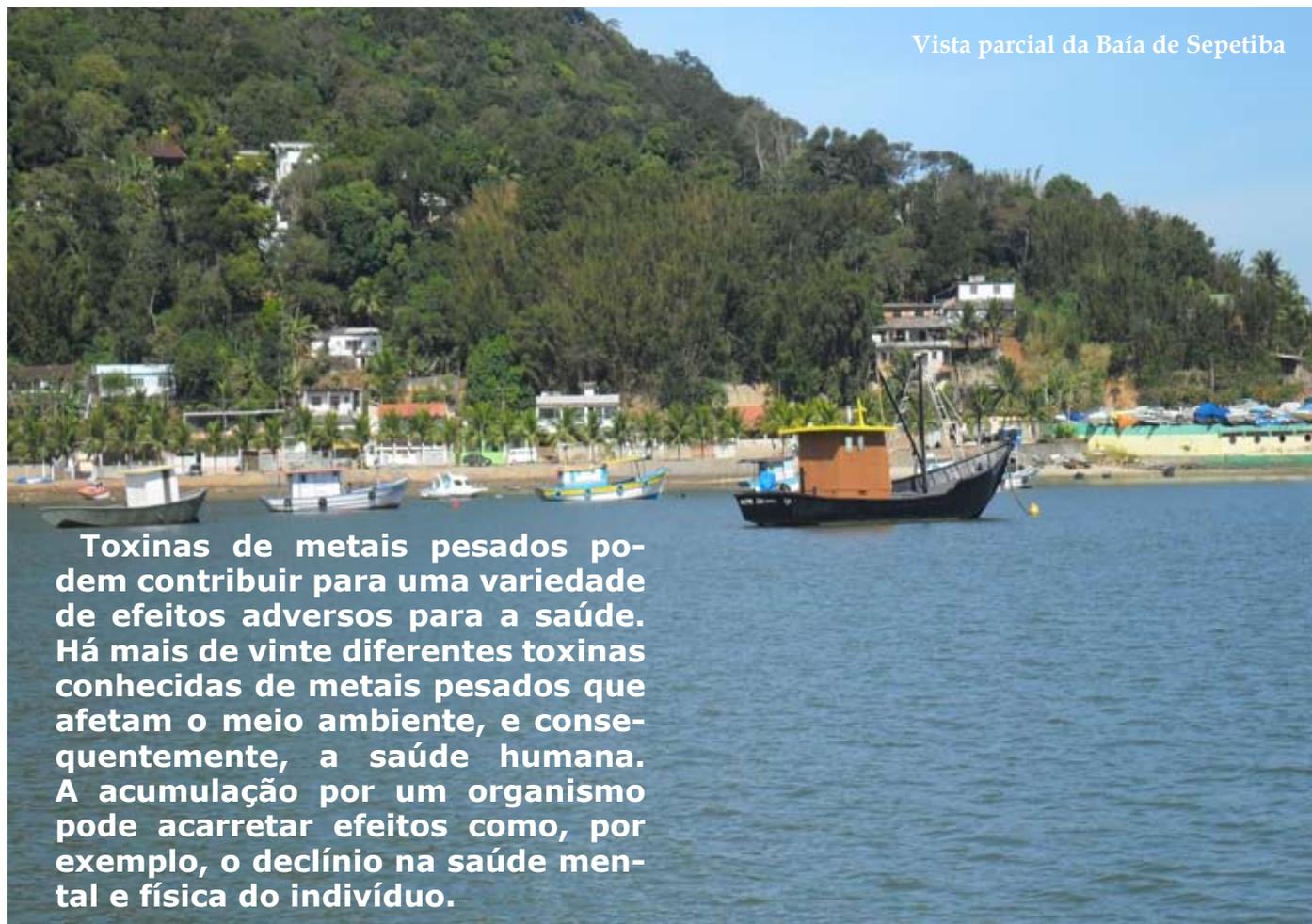
venientes de estudos de distribuição e abundância dos organismos que compõem a Biota Aquática, assim como os resultados das análises que acompanham a Qualidade de Água.

Entre as ações estabelecidas no Subprojeto de Monitoramento da Biota Aquática, cabe ressaltar o monitoramento dos níveis das concentrações de metais pesados encontrados em algumas espécies de peixes marinhos consumidos na região, cujos resultados parciais serão apresentados a seguir.

### **Ambiente impactado**

A Baía de Sepetiba é uma corpo d'água semi-fechado com 520 km<sup>2</sup> de área e 170,5 km de perímetro, localizada a cerca de 60 km da cidade do Rio de Janeiro. A bacia da Baía de Sepetiba abrange 12 municípios fluminenses, dentre eles: Itaguaí, Seropédica, Mangaratiba, Queimados, Japeri e Paracambi, que estão totalmente inseridos na bacia

Arquivo IEAPM



Vista parcial da Baía de Sepetiba

**Toxinas de metais pesados podem contribuir para uma variedade de efeitos adversos para a saúde. Há mais de vinte diferentes toxinas conhecidas de metais pesados que afetam o meio ambiente, e consequentemente, a saúde humana. A acumulação por um organismo pode acarretar efeitos como, por exemplo, o declínio na saúde mental e física do indivíduo.**

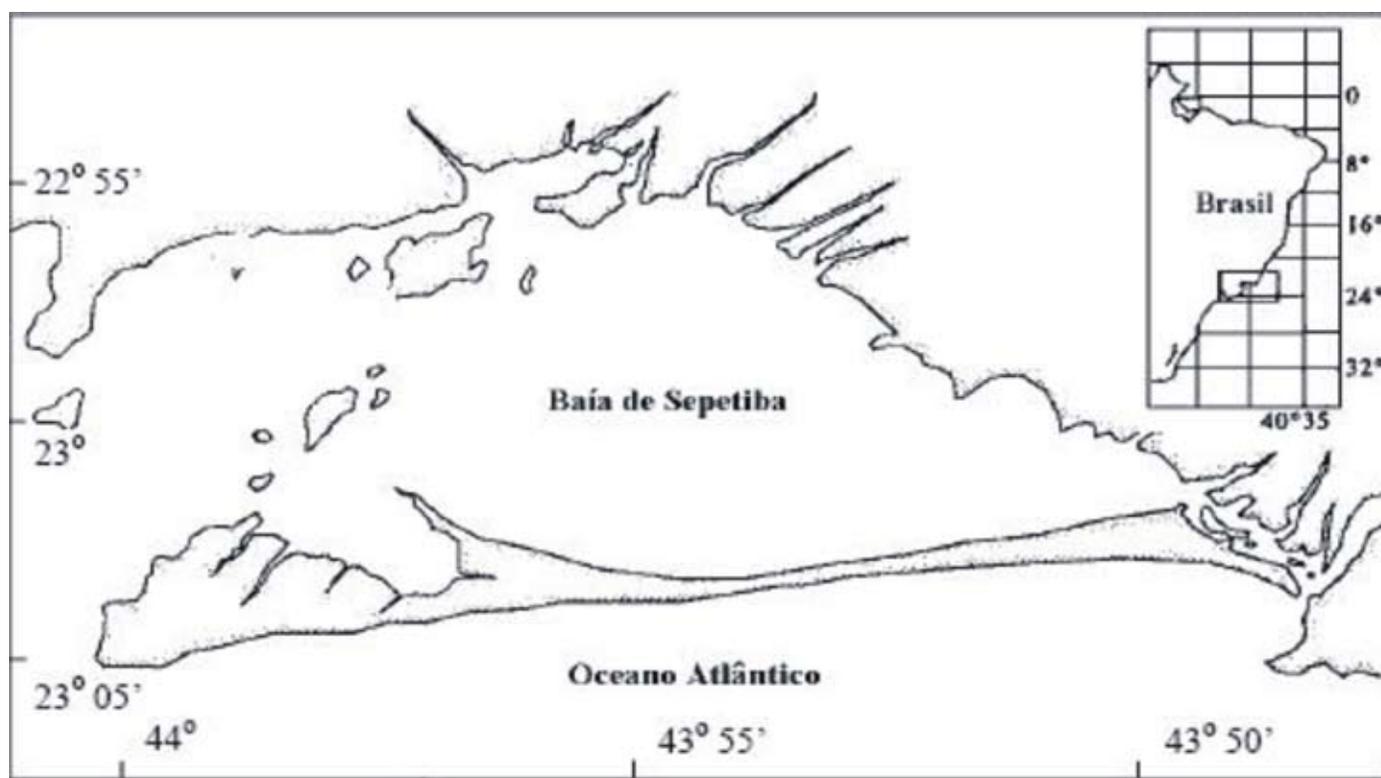
(SEMADS, 2001a) (Fig. 1).

De maneira geral, a região da Baía de Sepetiba é um exemplo de ambiente aquático que vem sendo severamente impactado pela ocupação humana e atividades industriais ao longo de sua bacia durante os últimos 30 anos (Molisani et al., 2004).

A região é importante, pelos aspectos turístico e pesqueiro e também pelo desenvolvimento industrial no seu entorno, constituindo-se num dos maiores pólos industriais do Estado do Rio de Janeiro. Sendo assim, além dos despejos domésticos, existe também o agravamento da poluição

local proveniente dos efluentes líquidos e sólidos oriundos de possíveis acidentes na atividade industrial (SEMADS, 2001b).

Vários autores, dentre eles Lacerda et al., 1989; Barcellos et al., 1991; Amado Filho et al., 2003; Molisani et al., 2004; Lacerda e Molisani, 2006, destacam um processo de contaminação histórico na Baía de Sepetiba, principalmente pelo Cádmio (Cd) e pelo Zinco (Zn) provenientes de uma grande fábrica de processamento de Zinco, fechada em 1996, assim como cerca de 400 outras indústrias, a maioria ligada à metalurgia.



**Figura 1: Mapa da Baía de Sepetiba (modificado de Amado Filho et al., 2003).**

“ A bacia da Baía de Sepetiba abrange 12 municípios fluminenses, dentre eles: Itaguaí, Seropédica, Mangaratiba, Queimados, Japeri e Paracambi, que estão totalmente inseridos na bacia.

“ De maneira geral, a região da Baía de Sepetiba é um exemplo de ambiente aquático que vem sendo severamente impactado pela ocupação humana e atividades industriais ao longo de sua bacia durante os últimos 30 anos (Molisani et al., 2004).



**Figura 2: Imagem de parte da Baía de Sepetiba destacando as futuras instalações do Estaleiro e Base Naval de Submarinos e as quatro áreas de captura de pescado (P1, P2, P3 e P4) para o monitoramento de metais pesados.**



Para o monitoramento dos níveis de metal pesado no pescado, peixes de fundo que apresentam hábitos demersais e/ou bentônicos vem sendo capturados utilizando-se redes de arrasto do tipo "otter trawl" em quatro áreas no interior da Baía, próximas à Ilha do Gato (P1), Ilha de Itacuruçá (P2), Ilha do Martins (P3) e Coroa Grande (P4) (Fig. 2).

Durante as amostragens, são selecionados indivíduos adultos de 03 espécies pertencentes a 03 famílias de peixes marinhos: Ariidae, Sciaenidae e Gerreidae, para a retirada do material para a determinação das concentrações de metais pesados.

As espécies escolhidas para o acompanhamento são; o bagre-urutú *Genidens genidens* (GEGE) (Fig. 3), peixes que pertencem à família Ariidae e apresentam hábitos carnívoros, a carapeba *Diapterus rhombeus* (DIRH) (Fig. 4), espécie onívora, da família Gerreidae e a corvina *Micropogonias furnieri* (MIFU) (Fig. 5), espécie de hábito onívoro, pertencente à família Sciaenidae. A escolha dessas espécies para a realização do estudo deveu-se ao fato das três serem abundantes, freqüentes e consumidas pelos moradores e turistas da região.

Ao final de cada arrasto, apenas o número necessário de exemplares de cada nível trófico (carnívoro ou herbívoro) por ponto é selecionado para a retirada de material para as análises. Os exemplares selecionados são mantidos resfriados, em caixas de isopor com gelo, até a chegada ao laboratório onde cada exemplar é medido, pesado e eviscerado para a retirada das amos-



**Figura 3: O bagre-urutú *Genidens genidens* (GEGE).**



**Figura 4: A carapeba *Diapterus rhombeus* (DIRH).**



**Figura 5: A corvina *Micropogonias furnieri* (MIFU).**

tras de músculo (carne do peixe), fígado e brânquias que serão analisadas. As amostras, em triplicatas, são etiquetadas e acondicionadas em potes de vidro onde são congeladas em freezer para posterior análise e determinação dos teores de metais pesados em laboratório especializado.

Os elementos analisados, Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Ni, Zn e Sn são quantificados de acordo com as seguin-

tes referências metodológicas para metais (ICP-OES): POP PA 035 / SMWW 3120 B, USEPA 6010.

Os resultados das análises são apresentados em mg/kg e comparados com as máximas concentrações permitidas - MPC - (Maximum Permissible Concentration) de acordo com as instruções do CONAMA, 2004. DECRETO 99.274 RES. 344 DOU: 25/março/2004.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados os resultados parciais das análises do material coletado após a realização de cinco campanhas, no período de janeiro de 2011 a março de 2012.

A tabela abaixo apresenta os valores mínimos e máximos em mg/kg das concentrações de metais encontradas em todas as amostras analisadas nas três espécies de peixes estudadas.

mg/kg	JANEIRO/2011		MAIO/2011		SETEMBRO/2011		DEZEMBRO/2011		MARÇO/2012	
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx
Cd	0,01	1	0,1	3	0,2	4,2	0,005	0,05	0,01	0,36
Pb	0,04	3,5	0,5	8,3	1,2	156,9	0,05	2,2	0,1	3,9
Cu	0,2	20,8	0,1	71,1	0,3	34,3	0,07	33	0,1	13
Cr	0,01	5,7	0,2	162,2	0,3	190,7	0,05	1,1	0,1	1,8
Sn	0,1	2,7	X	X	X	X	X	X	0,1	78
Fe	3,9	2757,9	5	2886	7	3204,5	0,09	1513	2,64	1116
Ni	0,1	2,5	0,5	2,5	1,4	208,7	0,05	0,5	0,1	1,14
Zn	4,4	935,9	3,4	6984,2	5,1	1140,8	0,09	601	2,5	920
Se	X	X	X	X	X	X	0,05	6,6	X	X

Tabela 1: Valores mínimos e máximos das concentrações de metais nos peixes coletados na Baía de Sepetiba.

Ao compararmos os valores de MPC encontrados nas amostras analisadas (Tab. 1) aos disponíveis em algumas publicações, podemos observar a grande amplitude dos nossos resultados com relação aos valores de referência citados (Tab. 2). Os valores mais elevados de MPC, que superaram aqueles citados na literatura estão realçados em vermelho (Tab. 1).

O Cr é reconhecido como um elemento traço essencial e não é encontrado livre na natureza (Hughes et al., 1994). Porém, este metal é altamente tóxico em sua forma hexavalente, apresentando características carcinogênicas e ulcerativas (Magioli, 1980). Valores muito elevados para esse metal já haviam sido constatados anteriormente por Lacerda et al. (1989) na Baía de Sepetiba.

De acordo com Rezende et al. (1991), os resultados de um estudo sobre a evolução da contaminação de metais nas praias de Sepetiba entre 1980 e 1989 revelaram que os padrões para o Pb, Mn e o Cr mantiveram-se similares. Entretanto, naquele

período, foi constatado um aumento de até quatro vezes nas concentrações de Zn na região.

Nossos resultados corroboram os obtidos por Rezende et al. (1991) uma vez que o Zn é o elemento que vem apresentando as taxas mais preocupantes desde a primeira campanha. Entretanto, na biota vem apresentando uma grande diminuição nas concentrações, embora os valores mais elevados de MPC continuem superiores a 100mg/kg nas áreas estudadas.

Segundo Lima Junior et al. (2002) as mais altas concentrações de Zn ocorrem em peixes que vivem associados ou se alimentam no substrato, como por exemplo, os bagres e as carapebas capturadas nas áreas estudadas. Segundo Molisani et al. 2004 e Lacerda et al. 2006, os valores muito elevados nas amostras de Zn na Baía de Sepetiba ainda podem ser oriundos do despejo e do rejeito tóxico contendo metal pesado da Companhia Industrial Mercantil Ingá na década passada.



Entretanto, se considerarmos os valores de referência para as máximas concentrações permitidas (MPC) contidas no documento do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), podemos verificar que, as concentrações de metais pesados podem ser classificadas em dois níveis. Considerando-se no Nível 1, verificamos que em algum momento, os valores máximos encontrados estiveram acima dos limiares estabelecidos, indicando alguma probabilidade de efeitos adversos à biota (Tab. 2).

Por outro lado, se considerarmos o Nível 2, quando é mais provável um efeito adverso à biota, verificamos que dentre os valores máximos observados nas amostras analisadas o Ni e especialmente o Zn, destacados em vermelho, são aqueles que apresentem concentrações mais preocupantes para a biota aquática (Tab. 2).

Informações sobre os valores de MPC para o Fe, não estão disponíveis nas bibliografias consultadas, constando como não determinados (n.d.) na tabela 2. Entretanto, cabe ressaltar que o Fe é considerado um metal essencial, atuando na composição de

várias enzimas e está associado com a hemoglobina (proteína), que tem como função o transporte de oxigênio. Os valores elevados para esse metal na região podem ser provenientes de efluentes industriais.

Metais	Valores de referência	
	ANVISA e outros MPC* (mg/kg)	CONAMA, 2004 Nível 1    Nível 2
Cd	1	1,2    9,6
Pb	8	46,7    218
Cu	30	34    270
Cr	0,1	81    370
Fe	n.d.	n.d.    n.d.
Ni	5	20,9    51,6
Zn	50	150    410

Tabela 2: Valores de referência extraídos de diferentes publicações. MPC = "Maximum Permissible Concentration" (mg/kg). Segundo Decreto 55.871/65; Portaria ANVISA 685/98; Molisani et al., 2004 e CONAMA, 2004, onde o Nível 1 indica: Limiar abaixo dos valores, baixa probabilidade de efeitos adversos à biota e o Nível 2: Limiar acima dos valores, provável efeito adverso à biota.

Segundo Lacerda e Molisani (2006), as políticas de controle para a emissão de poluentes na Baía de Sepetiba resultaram em uma diminuição de cerca de 55% de Cd e 13% de Zn nos despejos anuais no solo e nos corpos de água da região.

Até o momento, as análises estatísticas (ANOVA – mono fatorial e teste de Tukey, HSD) realizadas, considerando-se as concentrações de cada metal (Cd, Pb, Cu, Cr, Fe, Ni e Zn), nas amostras

de brânquias, fígados e músculos das três espécies de peixes e os quatro locais de coleta não indicaram diferenças altamente significativas (espacial e/ou temporal) entre os resultados obtidos.

Entretanto os resultados obtidos para as concentrações nas brânquias, fígados e músculos nas três espécies estudadas sempre apresentam valores mais elevados, especialmente para o Cr e o Zn nas amostras de fígado analisadas (Fig. 6).

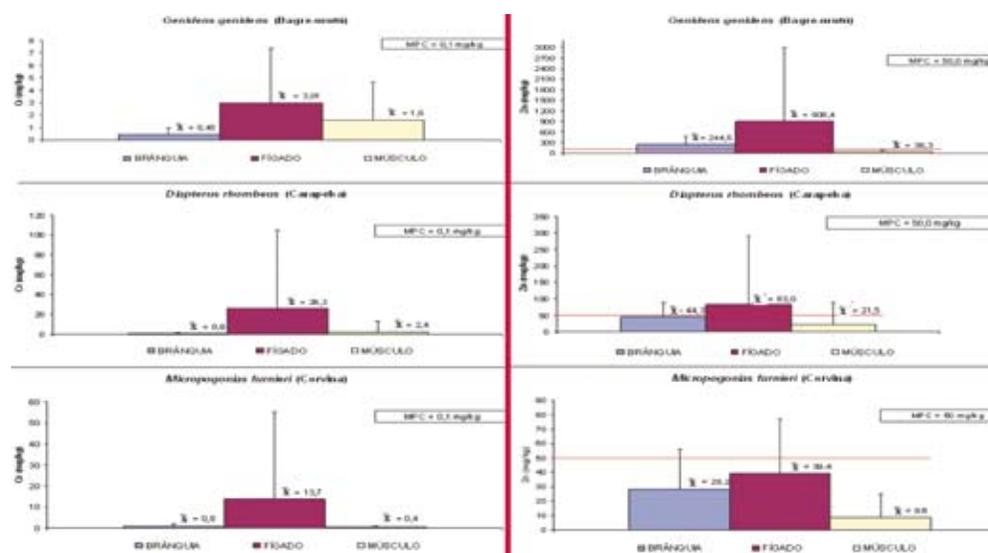


Figura 6: Distribuição das concentrações de Cr e Zn encontradas nas brânquias, fígados e músculos dos peixes, em relação aos valores de MPC.

De acordo com o estudo de Mhadhbi *et al.* (2012), concentrações mais elevadas de Cd, Cu, Pb e Zn foram observadas nas vísceras (fígados e rins) dos peixes coletados. Entretanto, os autores ressaltam que as concentrações variaram de acordo com o local de coleta e a amostra do tecido examinado.

## Considerações gerais

A detecção de metais pesados na água dependerá da forma como estes se comportam no meio aquático. Alguns tendem a uma rápida adsorção ao particulado em suspensão, e outros permanecem por mais tempo no meio aquático, tendo uma mobilidade maior no ambiente, sofrendo ainda, influência da hidrodinâmica - correntes e movimento das marés, e do tipo de granulometria do material em suspensão na coluna d'água (SEMADS 2001a).

Segundo Lima Junior *et al.* (2002), certos metais em pequenas quantidades são necessários para os processos metabólicos individuais, sendo assimilados por organismos marinhos. Contudo, a capacidade dos metais de formar complexos com as substâncias orgânicas pode atingir concentrações até 1.000 vezes mais elevadas do que a sua assimilação e a sua fixação nos tecidos pode se tornar tóxica para os organismos.

Considerando-se os músculos como a parte comestível dos peixes, verificamos que as concentrações médias, especialmente de Cr e Zn, detectadas nas amostras desse tecido, estão abaixo daquelas encontradas nas brânquias e nos fígados, raramente utilizados na alimentação humana.

De acordo com o Programa Setorial de Aquicultura e Pesca (2007/2010) o consumo mínimo de pes-

cado recomendado pela FAO/ONU, deve ser de 12 kg/hab/ano e o Brasil consome, em média, apenas 6,8 kg/hab/ano. Por outro lado, dados do Boletim Estatístico da Pesca revelam o aumento do consumo de 7,6 kg/hab/ano em 1996 para 9 kg/hab/ano em 2009, e um crescimento médio no consumo de 6%/ano entre 2003 e 2009 sendo 69,4% de pescado, incluindo-se na lista além de peixes, moluscos e crustáceos, produzidos no Brasil (MPA, 2010).

Quando analisadas em nível nacional, essas informações sobre o consumo tornam-se interessantes. Entretanto, para a região da Baía de Sepetiba, incluindo-se as localidades de Itacuruçá, Ilha da Madeira, Jaguanum, Mangaratiba, Barra de Guaratiba, Pedra de Guaratiba e Sepetiba as informações de produção são incipientes, o que não permite obter informações precisas sobre o consumo de pescado pela população local.

Avaliando os resultados obtidos até o momento, devemos ressaltar que os padrões na distribuição espacial e temporal desses metais são dinâmicos, e mesmo para os elementos que ainda se encontram dentro das concentrações permitidas a sua contínua deposição e/ou acúmulo pode acarretar impactos indesejáveis ao ecossistema, cabendo assim um contínuo monitoramento da biota aquática na Baía de Sepetiba, ou a adoção de medidas para mitigar a entrada de metais no ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

AMADO FILHO, G.M.; BARRETO, M.B.B.B.; MARINS, B.V.; FELIX, C.; REIS, R.P. 2003. Estrutura das comunidades fitobentônicas do infralitoral da Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. *Revista Brasil. Bot.*, 26 (3), 329-342.

BARCELLOS, C.; REZENDE, C.E.; PFEIFFER, W.C. 1991. Zn and Cd production and pollution in a Brazilian coastal region. *Marine Pollution Bulletin*, 22 (11): 558-561.

BRASIL. Leis, Decretos, etc. Decreto no 55.871 de 26 de março de 1965 do Ministério da Saúde. Estabelece limites máximos para contaminantes inorgânicos em alimentos. *Diário Oficial, Brasília, DF*, de 29 de maio de 1965.

BRASIL. Leis, Decretos, etc. Portaria no 685 de 27 de agosto de 1998 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde. Princípios gerais para o estabelecimento de níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos. *Diário Oficial, Brasília, DF*, de 24 de setembro de 1998.

HUGHES, K.; MEEK, M.E.; SEED, L.J.; SHEDEEN, J. 1994. Chromium and compounds evaluation of risk to health from environmental exposure in Canada. *Environ. Carcino & Ecotox. Revs.*, 2: 237-255 pp.

LACERDA, L.D.; CARVALHO, C.E.V.; GOMES, M.P. 1989. Nota sobre a distribuição de Mn, Zn e Cu em siris da Baía de Sepetiba. *Revista Brasileira de Biologia*, 49 (3): 847 - 849 pp.

LACERDA, L.D.; MOLISANI, M.M. 2006. Three decades of Cd and Zn contamination in Sepetiba Bay, SE Brazil: Evidence from the mangrove oyster *Crassostrea rhyzophorae*. *Baseline / Marine Pollution Bulletin* 52 974-977.

LIMA JUNIOR, R.G.S.; ARAUJO, F.G.; MAIA, M.F.; PINTO, A.S.S.B. 2002. Evaluation of heavy metals in fish of the Sepetiba and Ilha Grande bays

Rio de Janeiro, Brazil. *Environmental Research Section A* 89, 171-179.

MAGIOLI, R.C.P. 1980. Levantamento de metais pesados no estado do Rio de Janeiro. *Depol Feema (Relatório Preliminar)*, 26 pp.

MHADHBI, L.; PALANCA, A.; GHARRED, T.; BOUMAIZA, M. 2012. Bioaccumulation of Metals in Tissues of *Solea Vulgaris* from the outer Coast and Ria de Vigo, NE Atlantic (Spain). *Int. J. Environ. Res.*, 6(1):19-24.

MOLISANI, M.M.; MARINS, R.V.; MACHADO, W.; PARAQUETTI, H.H.M.; BIDONE, E.D.; LACERDA, L.D. 2004. Environmental changes in Sepetiba Bay, SE Brazil. *Reg Environ Changes*, 4:17-27.

MPA (Ministério da Pesca e Aquicultura) 2010. *Boletim Estatístico da Pesca e Aquicultura, Brasil 2008-2009*, Brasília, 99p.

PROGRAMA SETORIAL DE AQUICULTURA E PESCA 2007/2010. *Desenvolvimento Sustentável da Aquicultura e Pesca*. 24p.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 344, de 25 de março de 2004. Publicada no DOU no 87, de 7 de maio de 2004, Seção 1, páginas 56-57.

REZENDE, C.E.; LACERDA, L.D.; PFEIFFER, W.C. 1991. Evolution of heavy metal contamination (1980-1989) of the Sepetiba bay determined by using beach sand as monitors. *Ciência e Cultura*, 43(1): 61-63.

SEMADS (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável), 2001a. *Bacias Hidrográficas e Rios Fluminenses Síntese Informativa por Macrorregião Ambiental Rio de Janeiro: SEMADS*, 73p.

SEMADS (Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável), 2001b. *Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos da Macrorregião Ambiental 2 - Bacia da Baía de Sepetiba*. Rio de Janeiro: SEMADS, 79p.



Coleta de dados hidrográficos,  
com CTD, na Baía de Sepetiba

# Baía de Sepetiba (RJ): Caracterização Hidrográfica e Correntométrica

---

*Capitão-de-Fragata Sandro Vianna Paixão*

Aperfeiçoado em Eletrônica e pós-graduado (MSc.) em Oceanografia Física pela Universidade de São Paulo.

Encarregado da Divisão de Dinâmica Costeira e Estuarina do IEAPM

*Primeiro-Tenente (RM2-T) Serafim Barbosa de Souza Júnior*

Pós-graduado (MSc.) em Meteorologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais.

Ajudante da Divisão de Interação Oceano-Atmosfera

---

PETI



No período de 22/03/2011 a 23/05/2012 a Divisão de Dinâmica Costeira e Estuariana do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), coletou dados quase-sinóticos de hidrografia, com emprego de CTD (Conductivity, Temperature and Depth), na Baía de Sepetiba, em apoio ao projeto de monitoramento ambiental realizado pelo Instituto.

Desde a primeira campanha, realizada com apoio do AvPq "Aspirante Moura", os resultados obtidos contribuíram para um melhor entendimento sobre as características hidrográficas na região situada nas proximidades das futuras instalações do Estaleiro e Base Naval para Construção de Submarinos Convencionais e de Propulsão Nuclear (EBN), na ilha da Madeira, em Itaguaí (RJ).

As coletas de dados foram efetuadas em 44 campanhas e permitiram realizar o mapeamento horizontal e vertical dos parâmetros hidrográficos na localidade, com o emprego do método da Análise Objetiva, que também tem sido aplicado por esta Divisão para interpolar os campos de temperatura, salinidade e densidade em estudos similares em Arraial do Cabo, no âmbito do projeto-piloto CirculAC, tais como PAIXÃO (2010) e PAIXÃO *et al.* (2011).

Também foram realizadas medições de correntes na Baía de Sepetiba, com a utilização de correntômetro Doppler, com sensor de temperatura, para cada campanha ocorrida entre 23/08/2011 e 11/04/2012, assim como foram empregados dados de maré da Estação Maregráfica da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), e dados de vento local da Estação Meteorológica de Superfície Automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), ambas situadas na ilha de Marambaia, permitindo obter maiores esclarecimentos sobre a hidrodinâmica da localidade, dentro das limitações de coletas de dados do projeto.

A disposição das estações oceanográficas realizadas em cada campanha, bem como a batimetria da região podem ser observados na Figura 1, em que não foram consideradas as recentes alterações de linha de costa e de batimetria.

Alguns dos produtos deste estudo, para cada campanha, são: perfis verticais de temperatura, salinidade e densidade em 19 estações; diagramas TS espalhados; mapeamentos horizontais dos campos termohalinos; mapeamentos verticais dos campos termohalinos para duas seções verticais; identificação das constituintes das correntes de maré; e quantificação da contribuição da corrente de maré em relação à corrente total na localidade.

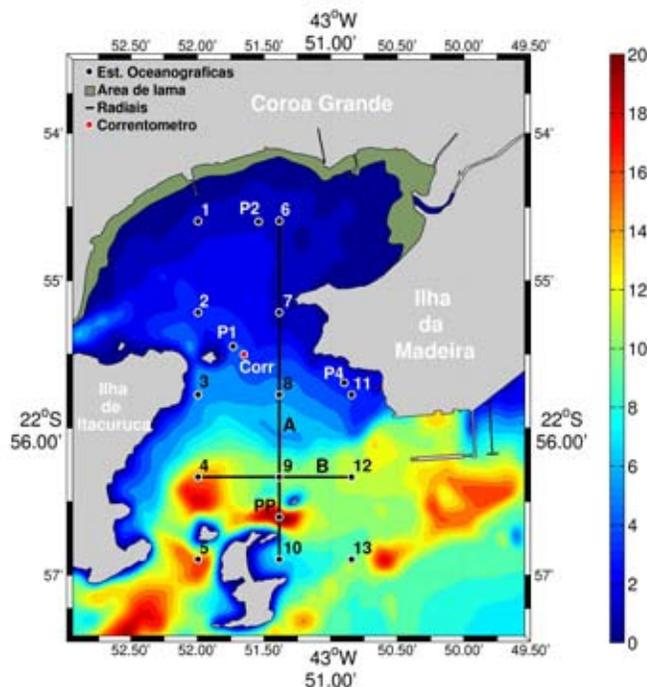


Figura 1: Grade amostral e batimetria [m] na Baía de Sepetiba.

Nas Figuras nº 2, nº 3 e nº 4, estão disponibilizadas a distribuição horizontal de salinidade no nível de 1 metro em 22/03/2011 e as distribuições verticais de temperatura na radial A em 15/02/2012 e de densidade na Radial B em 04/01/2012, respectivamente.

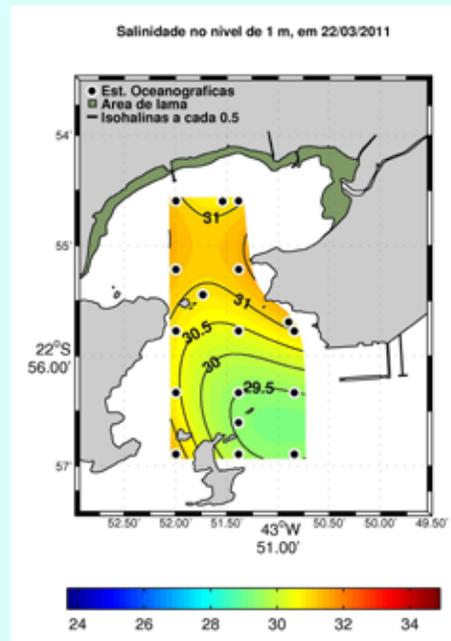


Figura 2: Distribuição horizontal de salinidade no nível de 1 m, no dia 22/03/2011, na baía de Sepetiba (RJ).

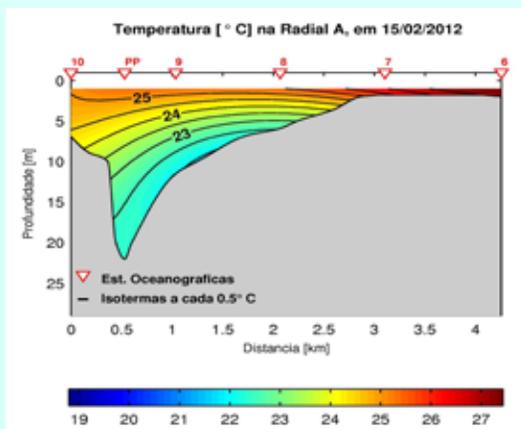


Figura 3: Distribuição vertical de temperatura [°C] na seção vertical A (Norte-Sul), no dia 15/02/2012, com vista de leste, na baía de Sepetiba (RJ).

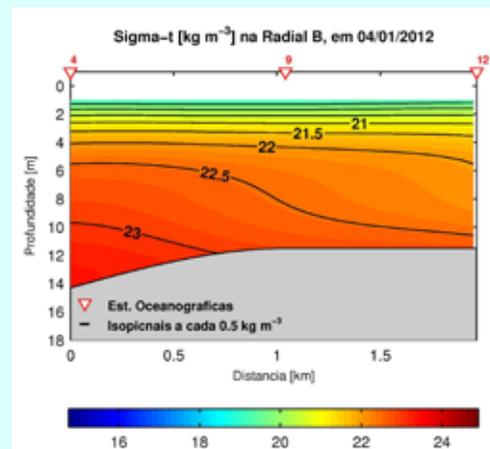


Figura 4: Distribuição vertical de densidade convencional [kg m<sup>-3</sup>] na seção vertical B (Leste-Oeste), no dia 04/01/2012, com vista de sul, na baía de Sepetiba (RJ).

Arquivo IEAPM



Grupo de pesquisadores e técnicos que participaram da campanha realizada na Baía de Sepetiba, com apoio do AvPq "Aspirante Moura".



**Coleta de dados hidrográficos na Baía de Sepetiba, com CTD, com apoio do AvPq "Aspirante Moura".**

**Boia amarrada com correntômetro Aquadopp, na Baía de Sepetiba.**



**Coleta de dados hidrográficos, com CTD, na Baía de Sepetiba.**

**Boia fundeada com correntômetro Aquadopp, na Baía de Sepetiba.**



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PAIXÃO, S. V. 2010. Estudo Quase-Sinótico de Hidrografia na Enseada de Arraial do Cabo por Ocasão da Presença de Frente Fria. IV Congresso Brasileiro de Oceanografia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul.

PAIXÃO, S. V., CASTRO, B. M. & SOUSA JÚNIOR, S. B. 2011. Estudo Comparativo das Condições Hidrográficas em Arraial do Cabo com Ventos Predominantes de Sudoeste e Nordeste. XIV Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar, Balneário Camboriú, Santa Catarina.



# DOCM

36 Anos de Realizações ★★☆☆★ Construindo a Marinha do Futuro

## PRINCIPAIS OBRAS E PROJETOS



Estaleiro e Base Naval - PROSUB



Estação Meteorológica - POIT



Ambulatório Naval de Campo Grande



Vila Naval do Guandu do Sapê - CIAMPA



Esgoto Sanitário das OM da Av. Brasil



Ginásio Poliesportivo - CIAMPA



Novos Hangares - BAeNSPA

**DIRETORIA DE OBRAS CIVIS DA MARINHA**  
Ed. Barão de Ladário - Rua 1º de Março nº 118, 15º  
Centro / RJ - CEP 20010-000

[www.docm.mb](http://www.docm.mb)



# A Comunicação Acústica Submarina no IEAPM

*PS - FEMAR Fábio Contrera Xavier.*

Ajudante da Divisão de Comunicações Submarinas.

Grupo de Acústica Submarina – IEAPM.

Graduado em Licenciatura em Matemática pela UFF.

*Bolsista DTI/CNPQ Eng. Jefferson Osowsky.*

Ajudante da Divisão de Comunicações Submarinas.

Grupo de Acústica Submarina – IEAPM.

Doutorando em Modelagem Computacional pelo LNCC.

*Capitão-de-Corveta Leonardo Martins Barreira.*

Encarregado da Divisão de Comunicações Submarinas.

Grupo de Acústica Submarina – IEAPM.

Doutor em Engenharia Oceânica pela COPPE-UFRJ.

*SC-NS Eng. Celso Marino Diniz.*

Encarregado da Divisão de Processamento de Sinais.

Grupo de Acústica Submarina – IEAPM.

Graduado em Engenharia Elétrica pela UNICAMP.

Pós Graduado em AMS Design pela CADENCE EUA e TOSHIBA SEMICONDUCTOR JAPAN

*Capitão-de-Mar-e-Guerra (RMI- T) Marcus Vinícius da Silva Simões*

Encarregado do Grupo de Acústica Submarina – IEAPM.

Doutorando em Engenharia Oceânica pela COPPE-UFRJ.



**A** acústica submarina é um ramo da oceanografia física que estuda a influência e o comportamento das ondas sonoras em ambientes submarinos. Dentre as inúmeras aplicações da acústica submarina, as mais comuns são: a localização de fontes sonoras por meio da detecção ativa e passiva, como é o caso do sonar usado pelos navios e submarinos; as inversões acústicas que nos permitem, através de um sinal conhecido, inferir parâmetros oceanográficos ambientais como temperatura, salinidade, velocidade do som etc; e a comunicação submarina, que nos permite estabelecer contato, sem a utilização de fios com veículos submarinos, plataformas navais e sensores.

Nas últimas décadas, os Institutos Tecnológicos e de Pesquisa do mundo têm se beneficiado dos avanços na área da computação, que refletidos na acústica submarina propiciaram o aumento das pesquisas nas aplicações já citadas. Dentre os esforços principais em Pesquisa & Desenvolvimento as comunicações submarinas vêm atraindo grande parte dessa atenção ante ao seu enorme potencial para aplicações relacionadas à indústria do petróleo, à proteção de portos e defesa nacional e às pesquisas oceanográficas em geral.

Neste contexto, os autores apresentam uma retrospectiva sobre desenvolvimento de um protótipo de modem acústico submarino, bem como alguns

resultados obtidos nos últimos experimentos realizados pela Divisão de Comunicações Submarinas do IEAPM, nas proximidades da Ilha do Cabo Frio, na região de Arraial do Cabo - RJ.

## Transmissão submarina

A comunicação submarina no IEAPM teve origem na transposição do conceito do telégrafo para um algoritmo que controla dois transdutores eletroacústicos<sup>1</sup> submarinos nas transmissões de sinais (mensagem), utilizando como protocolo o código Morse<sup>2</sup>. Seu desenvolvimento por pesquisadores do Grupo de Acústica Submarina do IEAPM teve como meta principal a transmissão submarina de textos curtos com confiabilidade que proporcionasse comunicação entre dois pontos na maior distância possível.

O algoritmo foi dividido em dois módulos: transmissão/codificação (MTx); e recepção/decodificação (MRx). O protocolo de comunicação especificado neste primeiro algoritmo foi baseado na regra de pontos, traços e pausas, descrita pelo código Morse, i.e, um ponto é codificado como uma forma de onda senoidal contínua (Continuous Waveform - CW) com frequência de 7kHz, duração de 0.3 segundos e amplitude unitária; um traço é representado pela combinação de três pontos

**1 Transdutores - São equipamentos que transformam um tipo de energia em outro, principalmente sinais elétricos. Transdutores eletroacústicos transformam energia elétrica em acústica e vice-versa. Ex.: Hidrofones, Alto-falantes, Sonares, etc.**

**2 Código Morse - Desenvolvido em 1835, pelo pintor e inventor Samuel Finley Breese Morse, o Código Morse é um protocolo binário de representação à distância de números, letras e sinais gráficos, utilizando-se de sons curtos e longos transmitir mensagens. Esse protocolo é composto pelas letras do alfabeto e todos os números. Na mensagem esses caracteres são representados por uma combinação específica de pontos e traços.**

consecutivos.

Além disso, uma pausa separava pontos e traços sendo codificada como um período de silêncio, com duração igual à do ponto. Duas letras e duas

palavras eram separadas por duas e três pausas, respectivamente. Como exemplo deste protocolo, a Figura 1 mostra o sinal que codifica o texto "MARINHA DO BRASIL".

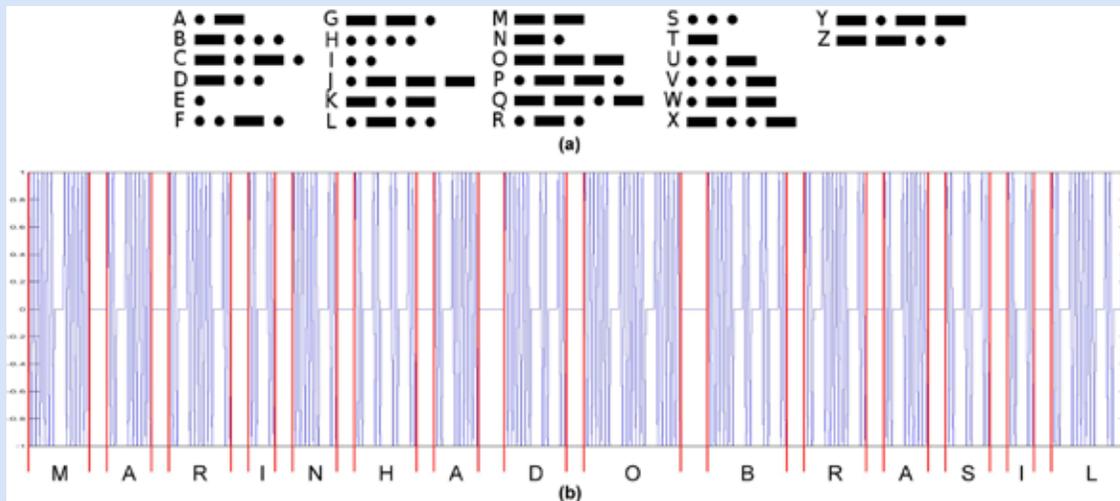


Figura 1: Exemplo de um sinal transmitido pelo MTx. (a) símbolos do código Morse para o alfabeto; (b) texto "MARINHA DO BRASIL" codificado pelo protocolo deste algoritmo.

O sucesso dos resultados obtidos com essa metodologia, em experimentos realizados no tanque acústico de testes do IEAPM, propiciou a criação de um projeto maior e mais complexo de comunicação submarina que atualmente vem sendo desenvolvido na Divisão de Comunicações Submarinas do IEAPM.

Na primeira etapa dessas pesquisas foram realizados estudos sobre técnicas de modulação e demodulação digital a fim de melhorar o desempenho do algoritmo anterior, que até então tinha sua eficácia garantida em ambiente controlado (tanque acústico). A modulação digital pode ser definida como um sistema que possui duas entradas a informação (digital) e a portadora (analógica); e um sinal de saída, que é usado para transportar tal informação numa determinada transmissão. Dentre as técnicas de modulação digital existentes, foi selecionada a modulação digital por chaveamento de frequência (Frequency Shift-Keying - FSK), por possuir uma boa eficiência na transmissão de dados em banda estreita. Essa modulação consiste, resumidamente, em associar cada símbolo a ser transmitido, a

um pulso senoidal de frequência específica com duração predefinida. Desta forma, uma sequência de dados se transforma em uma série de pulsos modulados em  $n$  frequências distintas, que são transmitidos sequencialmente através do canal de comunicação (meio).

Com o objetivo de reduzir a taxa de erro (Bit Error Rate - BER) e elevar taxa de transmissão de dados (bits por segundo - bps), um protocolo mais robusto foi especificado fazendo com que os módulos MTx e MRx fossem reprojatados utilizando a modulação 16-FSK, ou seja, chaveamento de 16 frequências distintas que permitem a transmissão de 4 bits em um pulso de determinada frequência onde cada caractere de um texto, que é representado por um conjunto de 8 bits, é transmitido como uma sequência de 2 pulsos (símbolos) em frequências específicas.



## Resultados

Diversos experimentos foram realizados a fim de avaliar o desempenho do modem acústico submarino desenvolvido. Três deles representam com fidelidade a evolução do trabalho.

No ano de 2010 foram realizados testes de desempenho, com uma taxa de erro de 5% em transmissões de até 1500 metros de distância.

Em 2011, foram realizados experimentos na Enseada dos Anjos em Arraial do Cabo – RJ, onde a taxa de erro, em distâncias de 800 metros, diminuiu para 0,3%, num ambiente de testes altamente desfavorável, com a ocorrência de um fenômeno físico chamado de multicaminhamento, que é caracterizado pelas múltiplas reflexões do sinal na superfície, no fundo do mar e nas encostas da enseada, causando uma indesejável interferência dos dados.

Finalmente, o último experimento realizado em maio de 2012, mostrou sólidos resultados, comparáveis com os obtidos nas publicações científicas mais recentes da área. Foram obtidas taxas de erro por transmissão da ordem de  $10^{-2}$ , a distâncias de até 3.400 metros do receptor à fonte, com a profundidade variando entre 4 e 30 metros.

Os resultados obtidos ao longo destes dois anos têm sido satisfatórios e dentro das expectativas, pois mostraram que a modulação utilizada é adequada. Muito da robustez do sistema foi alcançada após o desenvolvimento de códigos específicos para a correção de erro e técnicas, adaptadas de sistemas usados na telefonia celular, que aumentaram a confiabilidade do modem e as distâncias de transmissão, diminuindo significativamente a taxa de erro.

Futuros trabalhos buscarão melhorar o sincronismo e diminuir os efeitos do canal, tais como o efeito Doppler<sup>3</sup> e o multicaminhamento e, ainda, aumentar as taxas de transmissão de dados, que atualmente está em torno de 200 bps.

## Agradecimentos

À tripulação do Aviso de Pesquisas Oceanográficas “Diadorim” pelo constante apoio nos diversos experimentos realizados pelo Grupo de Acústica Submarina (GAS).

Ao 1ºTen (EN) Vale, ao 1ºTen (RM2-T) Giuseppe e ao estagiário Marcos Felipe Medeiros pela condução, organização e participação eficaz no último experimento realizado pela Divisão de Comunicações Submarinas. Ao CNPq pelo suporte financeiro concedido através da subvenção número 381984/2012-5/DTI ao Pesquisador Jefferson Osowsky.

Em especial, ao SO-EL (RM1) Nonato pelas contribuições significativas e criativas para o avanço das pesquisas na área de Acústica submarina.



**Experimento realizado nas proximidades da Ilha do Cabo Frio em Arraial do Cabo - RJ .**

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Chitre M., Shahabudeen S. & Stojanovic M., 2008. *Underwater acoustic communications and networking: recent advances and future challenges*, Marine Tech. Soc. Journal, 42(1), pp. 103-116.

Viterbi, A. J. & Omura, J. K., 1979. *Principles of digital communications and coding*, McGraw-Hill, USA.

Watson, B., 1980. *FSK: Signals and demodulation*, WJ Tech-notes: The Communications Edge, 7(5).

Elliott, E. O., 1963. *Estimates of error rates for codes on burst-noise channels*, Bell System Technical Journal, 42(5), pp. 1977-1997.

# PORTO DO FORNO: COMPROMISSO AMBIENTAL EM UM MAR DE DESENVOLVIMENTO



**A** atividade portuária é tida como potencialmente poluidora, tendo em vista os impactos ambientais provocados pelas embarcações e por sua própria operação. Por isso, preservar os recursos naturais que usufrui, e que modifica, é exigência de órgãos federais em todos os portos do país. É essa responsabilidade e cuidado que o Porto do Forno, instalado em Arraial do Cabo - RJ, tem com seu mar – uma Reserva Extrativista de inestimável valor ambiental.

Ajustando-se à Lei Federal nº 6.938/81, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, a atividade do Porto do Forno passou por um processo de habilitação ambiental, que culminou em seu licenciamento ambiental junto ao IBAMA.

Trabalhando em parceria com o Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM), a Companhia Municipal de Administração Portuária (COMAP) / Porto do Forno cumpriu o Termo de Referência para sua regularização segundo as normas emitidas pelo IBAMA, colocando-se hoje como um dos cinco portos do país a obter este tipo de licenciamento.

Sob a Coordenação Geral do Doutor Luiz Ricardo Gaelzer, que pertence ao grupo de pesquisadores do IEAPM, o Projeto de Licenciamento Ambiental do Porto do Forno teve por propósito definir o impacto das atividades portuárias atuais e projetadas nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento, além de propor medidas para atenuar os efeitos adversos, assim como estimular aqueles benéficos, nos ambientes físico, biótico e socioeconômico.

Os estudos realizados permitiram caracterizar e avaliar a dinâmica ambiental da região na qual o Porto do Forno opera, assim como os reflexos desse empreendimento na reorganização da economia local e regional.

A partir do EIA/RIMA elaborado pelo IEAPM, o IBAMA concedeu a Licença de Operação (no 892/2009), que exige a implantação de diversos planos e programas de monitoramento. Dentro destes programas de monitoramento a COMAP/Porto do Forno realiza vários projetos, desenvolvidos pela equipe de pesquisa do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM):

## **Programa de Monitoramento da Qualidade da Água e do Sedimento**

Este Programa mantém o acompanhamento periódico e sistemático dos parâmetros físico-químicos da água do mar e dos sedimentos de fundo. Sob o acompanhamento técnico dos oceanógrafos Fernanda Thomazelli e Carlos G. Massone, este programa avalia a qualidade do ambiente marinho na área de influência do Porto do Forno, em função das atividades desenvolvidas.

Até o momento foram realizadas três campanhas de avaliação e coleta de dados referentes a este programa, e foi constatado que as condições e os padrões de qualidade da água e do sedimento não apresentaram nenhuma alteração que possa ser relacionada a um possível impacto.

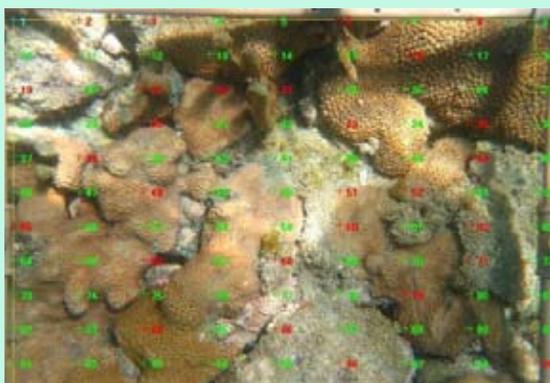


## **Programa de Gerenciamento da Água de Lastro**

Apesar do Porto do Forno não se caracterizar como receptor de água de lastro por não ser exportador de mercadorias, todas as atividades de lastro devem fazer parte de um Plano de Gerenciamento de Água de Lastro do Porto. Este Programa visa apresentar recomendações para a gestão da água de lastro no Porto do Forno, de acordo com os dados analisados. O responsável técnico é o pesquisador Flávio da Costa Fernandes (IEAPM).

## Programa de Monitoramento da Biota Aquática, Bioindicadores e Ecotoxologia

Num trabalho em conjunto da equipe do IEAPM composta pelos pesquisadores Maria Helena Campos Baeta Neves (Fitoplâncton e Ecotoxologia), Wanderson Carvalho (Zooplâncton e Fitoplâncton), Wanda Ribas (Zooplâncton); Flávio da Costa Fernandes, Elizabeth Martins da Costa, Júlio César Monteiro (Bentos), Eduardo Barros Fagundes Netto e Luiz Ricardo Gaelzer (Íctiofauna), este programa monitora a biota aquática da região de influência do porto de Arraial do Cabo, considerando os componentes do plâncton, bentos e nécton.



## Programa de Monitoramento e Controle de Bioinvasão por Espécies Exóticas

Este Programa realiza um levantamento qualitativo e quantitativo das espécies de organismos exóticos que se fixam em cascos de navios ou em estruturas que venham de águas estrangeiras, com menos de seis meses operando em águas nacionais brasileiras, que porventura entrem na área de atuação do Porto do Forno, tendo como responsáveis técnicos os pesquisadores Ricardo Coutinho e José Eduardo Arruda Gonçalves.

## Programa de Recuperação dos Processos Erosivos da Praia dos Anjos

O Programa tem o objetivo de fazer a real avaliação da situação dos processos erosivos, através de medições do fluxo de sedimentos ao longo da praia, de maneira que se possa conhecer suas variações anual e sazonal e, assim, estimar a velocidade com que tais alterações estão ocorrendo, o que auxiliará na tomada de decisões sobre as providências necessárias. O trabalho é realizado em conjunto com a Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e tem como responsáveis técnicos os pesquisadores Rogério Neder Candella (IEAPM) e Hélio Hering (UERJ).



O Porto do Forno possui uma rígida política ambiental, trabalhando com o compromisso de compatibilizar suas atividades e serviços com a conservação do meio ambiente, dentro dos princípios do desenvolvimento sustentável, visando atender às necessidades da União, de seus clientes, funcionários, e da comunidade de Arraial do Cabo.

# O efeito da ressurgência costeira de Cabo Frio

## na Propagação Acústica Submarina



*Gabriel Codato A. Silva*  
Estagiário do Grupo de Sensoriamento  
Remoto do IEAPM

*Leandro Calado*  
Encarregado do Grupo de Sensoriamento Remoto do IEAPM  
Doutor em Oceanografia Física

*Wandrey B. Watanabe*  
Doutorando na Universidade de São Paulo

*Nélson Martins*  
Doutorando na Universidade do Algarve, Portugal

*Arthur E. A. Ramos*  
Oceanógrafo no Cento de Hidrografia da Marinha

A região oceânica ao largo de Cabo Frio constitui um domínio oceanográfico peculiar, quando comparado ao padrão de configuração da costa brasileira. Nesta região ocorre uma mudança brusca na orientação da linha de costa, onde a quebra da plataforma continental torna-se mais próxima do continente. O resultado é um sistema complexo onde as dinâmicas de circulação costeira e oceânica interagem fortemente entre si, desencadeando uma série de processos físicos referentes à interface oceano-plataforma (CALADO *et al.*, 2008).

Dentre os principais processos, destaca-se a ocorrência da ressurgência costeira. Este fenômeno resulta da combinação entre a própria configuração da costa de Cabo Frio e a persistência de ventos do quadrante nordeste – que ao fluir por vários dias consecutivos na mesma direção, acarreta no afastamento das águas superficiais costeiras, através da dinâmica de Ekman. Esse mecanismo promove o afloramento da Água Central do Atlântico Sul (ACAS), que ascende além da quebra da plataforma continental com temperaturas abaixo de 18°C, podendo aflorar em superfície próximo a costa (CALADO *et al.*, 2010). Em contrapartida, a camada superficial que abrange essa região do talude é geralmente ocupada pela Corrente do Brasil (CB), composta por águas com temperaturas mais elevadas – em torno de 25°C a 27°C durante o verão e de 22°C a 24°C durante o inverno. Nesse processo

de interação entre as águas da CB e a ressurgência pode ser desenvolvido um gradiente térmico de até 10°C, conforme observado na Figura 1.

Os gradientes de temperatura podem impactar a propagação do som no mar e, conseqüentemente, o alcance dos equipamentos sonares. A Figura 2 ilustra uma possível condição em que gradientes de temperatura dificultam ou até inviabilizam a localização de alvos.

A utilização do sonar em operações navais militares passou a ter maior importância durante a Segunda Guerra Mundial, onde as técnicas acústicas de detecção de alvos permitiam a localização de submarinos, principal arma de ataque aos navios. Desde então, o uso do sonar ativo e passivo tornou-se um instrumento fundamental no emprego do Poder Naval (AGUIAR, 2005). Junto ao avanço tecnológico destes instrumentos, veio a necessidade de se relacionar dados meteorológicos e oceanográficos com o ambiente acústico, no intuito de viabilizar uma boa previsão de desempenho sonar (XAVIER, 2005).

De fato, a variabilidade da estrutura de temperatura e salinidade do oceano provoca efeitos significativos no campo acústico, causando incertezas no seu prognóstico. Dessa forma, a previsão e o monitoramento sinótico dos processos oceanográficos são fundamentais para subsidiar uma previsão acústica acurada.

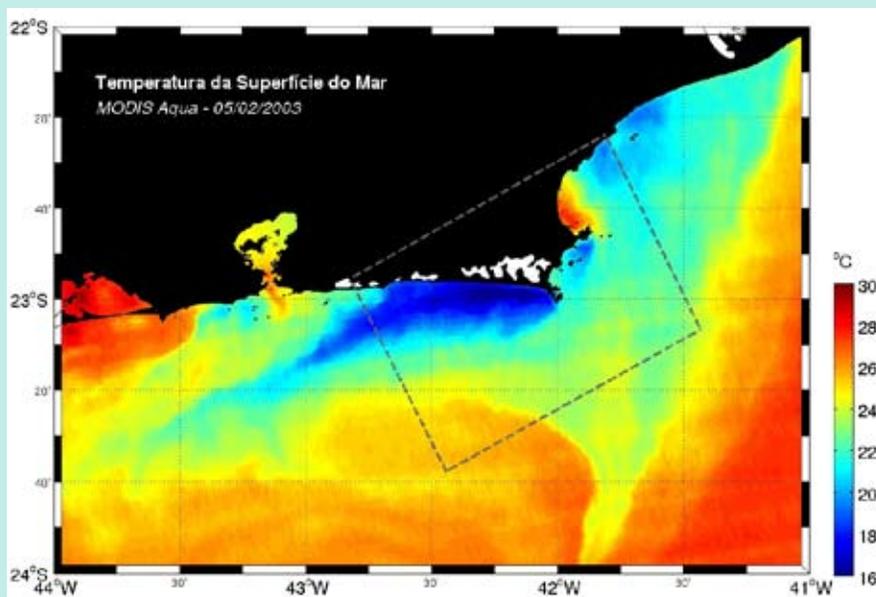
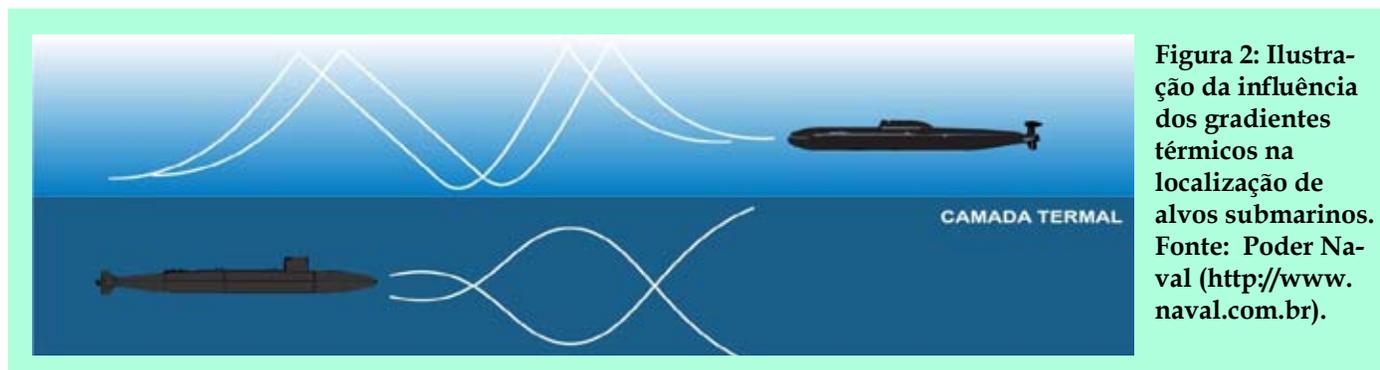


Figura 1: Imagem de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) evidenciando o fenômeno da ressurgência costeira em Cabo Frio.



A modelagem numérica hidrodinâmica é uma das ferramentas que traduz de forma espaço-temporal a estrutura tridimensional termohalina e dinâmica do movimento do oceano, propiciando a investigação de fenômenos físicos que interagem com o ambiente acústico. O estudo foi baseado nesta abordagem, onde um modelo numérico da ressurgência

costeira de Cabo Frio foi implementado como parâmetro de entrada em um modelo de propagação acústica, que simulou a transmissão dos sinais. O objetivo foi avaliar o desempenho dos sinais acústicos ao longo do gradiente térmico promovido pela ressurgência, buscando compreender as perdas na propagação acústica causadas por este fenômeno.



**Figura 2: Ilustração da influência dos gradientes térmicos na localização de alvos submarinos.**  
Fonte: Poder Naval (<http://www.naval.com.br>).

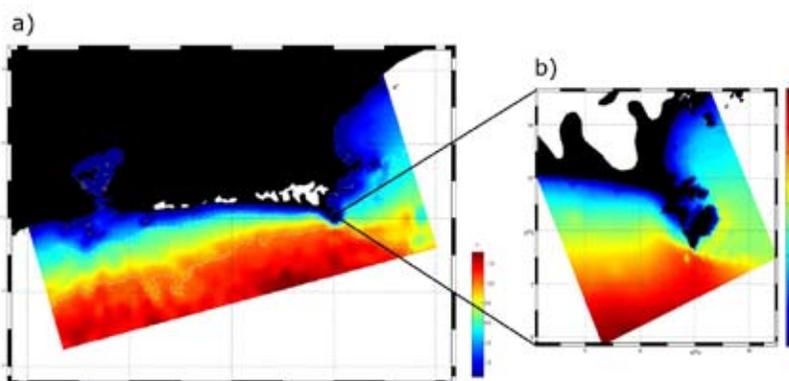
## Modelo Numérico Hidrodinâmico

O modelo numérico hidrodinâmico utilizado foi o Regional Ocean Modeling System – ROMS (SHCHEPETKIN & MCWILLIAMS, 2005), no qual foi empregada uma técnica conhecida como aninhamento (do inglês, nesting), que consiste em utilizar resultados de uma simulação numérica como forçantes iniciais ou como condição de contorno para outra simulação, com maior resolução espacial e temporal.

A simulação de menor resolução apresenta uma grade de resolução espacial de aproximadamente 1 km, com limites 22°S – 24°S de latitude e 44°W – 41°W de longitude – Figura 3 (a). Neste experimento, a única forçante utilizada foi a tensão de cisalhamento do vento, extraída do modelo global NCEP (National Centers for Environmental Predic-

tion), com resolução temporal de 6 horas. Já no experimento de maior resolução, além da tensão de cisalhamento do vento, também foi utilizada a forçante de maré, extraída do modelo global de previsão de maré TPXO (TOPEX/POSEIDON global tide model). Neste experimento, a grade possui limites 22,86°S-23,1°S de latitude e 42,19°W-42,89°W de longitude, e apresenta variação espacial que permite adensamento de resolução na região de maior interesse, portanto a resolução espacial varia entre 50 a 300m – Figura 3 (b). Ambos os experimentos tiveram como condição inicial de temperatura e salinidade os campos extraídos da climatologia de Boyer et al. (2005), e as simulações foram realizadas para o período de um mês (Janeiro/2001).

**Figura 3: Ilustração do aninhamento com as respectivas grades batimétricas, onde (a) representa a grade de menor resolução, e (b) a grade de maior resolução espacial na região de Cabo Frio.**



Dos resultados do modelo numérico, foram selecionados dois cenários distintos, sendo um deles representativo da ressurgência costeira – Figura 4 (a), e outro de uma situação onde a ressurgência não ocorria – Figura 4 (b). Os transectos observados nesta figura representam as seções termohalinas que foram convertidas em seções de velocidade do som, através do algoritmo da UNESCO (FOFONOFF & MILLARD, 1983). Estas seções foram utilizadas como base para a construção da estrutura de propagação sonora, posteriormente implementadas em um modelo acústico para se estudar a propagação dos sinais.

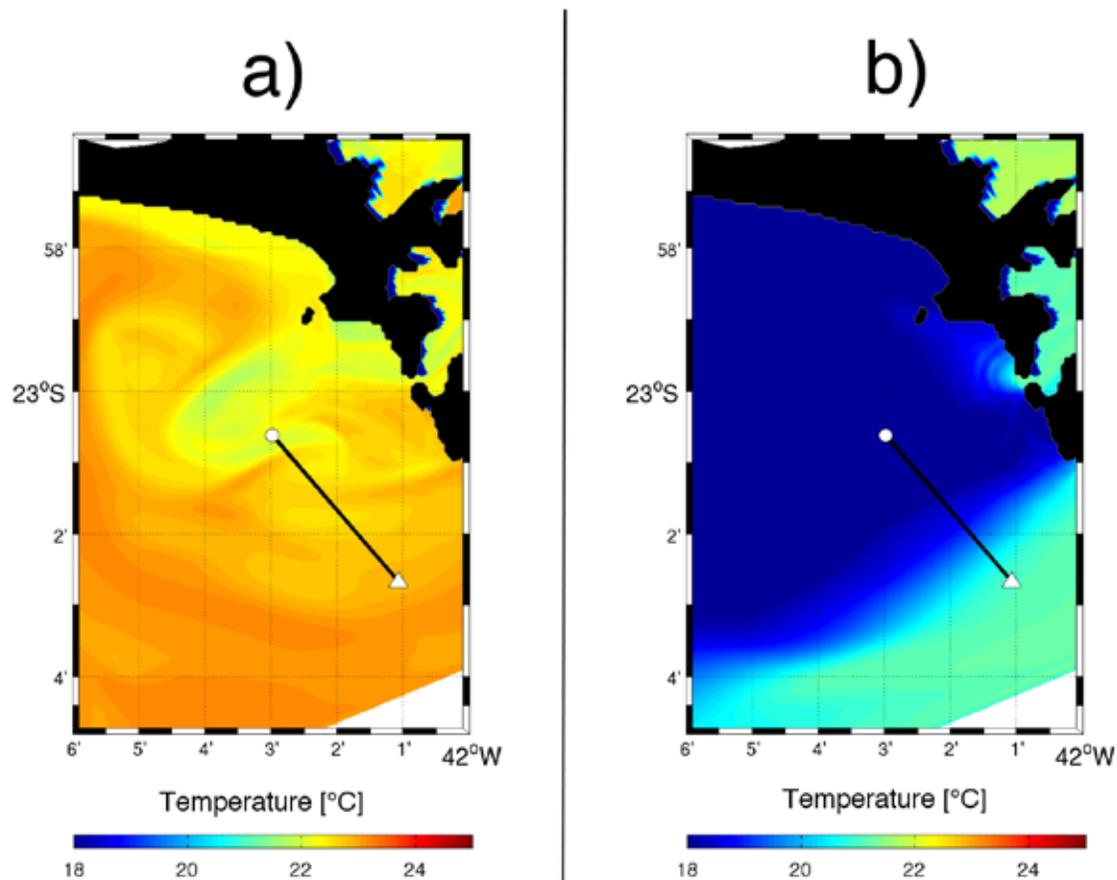


Figura 4: (a) Seção representativa de um cenário (a) com ressurgência e um (b) sem ressurgência. Os transectos representam as seções termohalinas utilizadas como entrada do modelo acústico, onde o triângulo é a posição da fonte sonora, e o círculo o receptor

## Modelo de Propagação Acústica

A propagação dos sinais acústicos foi realizada através do modelo acústico BELLHOP (PORTER & BUCKER, 1986), um eficiente programa de traçamento de feixes, desenvolvido em linguagem Fortran como parte do software Acoustic Toolbox. Este modelo foi projetado para executar o traçado bidimensional de raios acústicos em um determinado perfil de velocidade do som. No caso deste trabalho, a velocidade do som varia conforme distância e profundidade, e foi calculada com base no algoritmo da UNESCO (FOFONOFF & MILLARD, 1983).

A propagação dos feixes foi realizada a partir de 10 m de profundidade, com abertura angular de  $-45^\circ$  a  $45^\circ$ , e frequência de 1500 Hz. A velocidade do som nos sedimentos foi estabelecida como 1750 m/s, e a análise da atenuação dos sinais foi feita a partir do cálculo do parâmetro de Transmission Loss (TL).



## Resultados e Discussão

Os resultados numéricos conduzidos com o ROMS caracterizaram a ressurgência costeira de Cabo Frio de forma realística. A ressurgência gerada pelo modelo apresentou grande maturidade, fazendo com que águas de 18 °C chegassem até a superfície. Os ventos de nordeste agiam intensificando a ascensão das águas de fundo, o que também evidenciou a eficiência do modelo numérico em reproduzir o fenômeno.

Através da Figura 5, no mapa de temperatura da superfície do mar (TSM) próximo a costa, é possível identificar um evento de forte ressurgência costeira, referente ao dia 25 de Janeiro de 2001.

Já na Figura 6, é nitidamente reconhecido um evento onde a ascensão da água de fundo não ocorria, referente ao dia 05 de Janeiro 2001.

O resultado dos experimentos realizados com o BELLHOP mostrou que a pluma de ressurgência atua como uma barreira à propagação do som, visto que no cenário sem ressurgência um mesmo sinal acústico alcançou distâncias maiores. Ou seja, o primeiro experimento mostrou que quando não há pluma de ressurgência o sinal sonoro se propaga por mais de 4 km, enquanto que na ocorrência do fenômeno o sinal da fonte sonora é praticamente extinto a cerca de 2 km de distância (Figura 6).

Essa atenuação dos sinais é provocada pelo forte gradiente térmico, o qual acaba funcionando como um mecanismo de refração da onda sonora ao longo da sua trajetória. No caso de um sistema sonar ativo, onde um transdutor atua como fonte sonora e emite um sinal acústico cuja intensidade de pressão é SL (Source Level), o pulso sofre perdas na propagação (TL), de modo que o nível acústico que chega no alvo é  $SL - TL$ . Após atingir o alvo, parte desse sinal, definido como Refletividade do Alvo (TS - Target Strength) é refletido de volta para o receptor e neste trajeto acumula novas perdas (TL) (AGUIAR, 2005). Sendo assim, o nível de eco (EL) na face do transdutor, agora atuando como hidrofone é definido por:

$$EL = SL - 2TL + TS \dots (1)$$

Com base na equação acima (1), uma implicação prática do fenômeno observado neste trabalho seria a diminuição da probabilidade de detecção de um alvo posicionado além da frente térmica da ressurgência costeira, sendo que o nível de eco (EL) depende essencialmente das perdas na propagação.

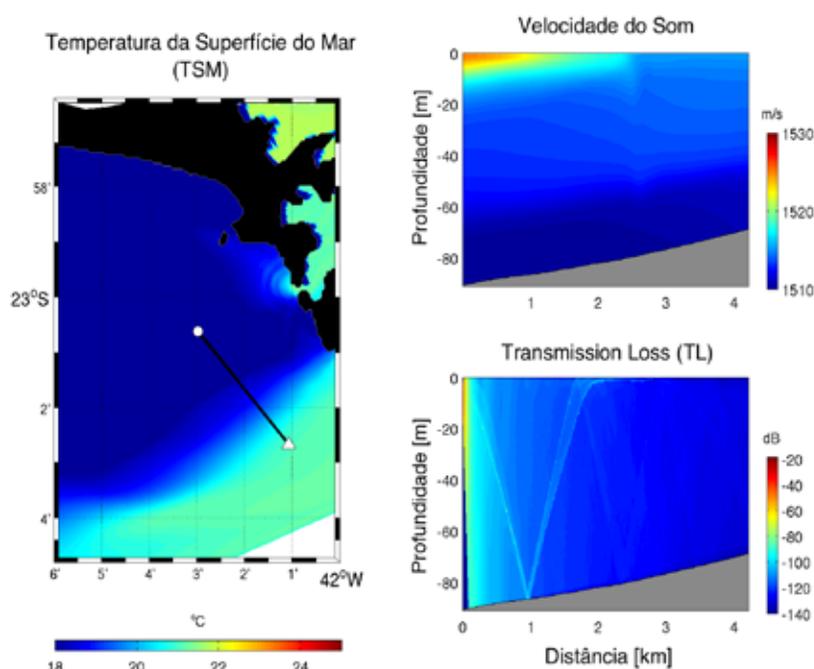


Figura 5: Seção vertical de atenuação do sinal acústico para o cenário com ressurgência.

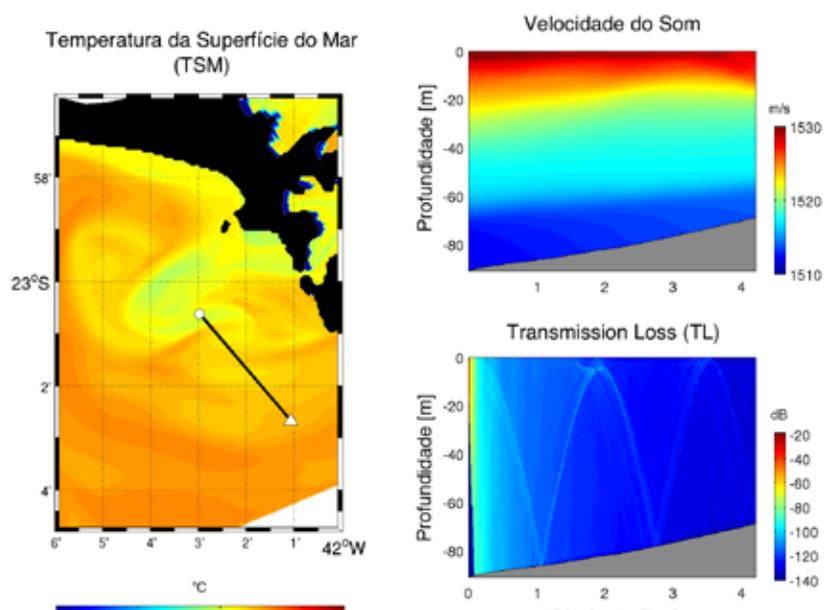


Figura 6: Seção vertical de atenuação do sinal acústico para o cenário sem ressurgência costeira.

## Conclusões

O modelo numérico possibilitou, com alta resolução espacial e temporal, uma reprodução sinótica do campo termohalino da ressurgência costeira de Cabo Frio. Esta ferramenta traz consigo a possibilidade de prever a variabilidade da estrutura termohalina do oceano, subsidiando os sistemas de previsão do ambiente acústico.

Os resultados do modelo acústico ilustram de forma qualitativa a influência das frentes de densidade na propagação de um sinal acústico.

Assim, foi possível perceber que a interação do processo de ressurgência costeira com o ambiente acústico pode impactar a propagação dos sinais sonoros de forma significativa, muito provavelmente prejudicando atividades práticas da acústica submarina, como por exemplo a detecção de alvos submarinos. Espera-se futuramente analisar este problema de forma quantitativa, no caso, determinando a probabilidade de detecção de alvos nos mesmos cenários aqui analisados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, O.A. Sistema de Previsão de Alcance Sonar para um Oceano Heterogêneo e Discreto. Tese – Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ) Tese de Doutorado, Engenharia Oceânica, 2005.
- BOYER, T., S. LEVITUS, H. GARCIA, R. A. LOCARNINI, C. STEPHENS, & J. ANTONOV. 2005. Objective analyses of annual, seasonal and monthly temperature and salinity for the world ocean on a 0.25 degrees grid. *Int. J. Climatology*, 25(7), 931 – 945.
- CALADO, L.; SILVEIRA, I.C.A.; GANGOPADHYAY, A.; CASTRO, B.M. 2008. Feature-Oriented Regional Modeling and Simulations (FORMS) for the Western South Atlantic: Southeastern Brazil Region. *Ocean Modelling*, v.25, pp. 48-64.
- CALADO, L.; SILVEIRA, I.C.A.; GANGOPADHYAY, A.; CASTRO, B.M. 2010. Eddy- induced upwelling off Cape São Tomé (22°S, Brazil). *Continental Shelf Reserch*, 30: 1181-1188.
- FOFONOFF, P; MILLARD, R.C. JR. 1983. Algorithms for computation of fundamental properties of seawater. *Unesco Tech. Pap. In Mar. Sci.*, n. 44.
- SHCHEPETKIN, A. & MCWILLIAMS, J. 2005. The regional oceanic modeling system (roms): a split-explicit, free-surface, topography-following-coordinate oceanic model. *Ocean Modelling*, 9(4), 347–404.
- XAVIER, B.C. Modelos de propagação acústica em águas rasas. Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ) Dissertação de Mestrado, Engenharia Oceânica, 2005.



**SISPRES 5.0: Reestruturação do software, aumento de resolução espacial e incorporação de novos parâmetros**



*Rafael G. Soutelino*: Pesquisador Oceanógrafo da Divisão de Dinâmica dos Oceanos. M.Sc. e Doutorando em Oceanografia Física pela Universidade de São Paulo.

*Leandro Calado*: Pesquisador, Encarregado da Divisão de Dinâmica dos Oceanos. Dr. em Oceanografia Física pela Universidade de São Paulo.

*Simone Pacheco C. C.*: Analista de Sistemas da Divisão de Dinâmica dos Oceanos. Especialização em Gerência de Projetos de Sistemas pela Universidade Estácio de Sá.

*Andre Felipe Lobato*: Assessor Técnico da Divisão de Dinâmica dos Oceanos. Graduação em Oceanografia pela Universidade Federal do Paraná.

*Juliana A. de Miranda*: Pesquisadora Oceanógrafa da Divisão de Dinâmica dos Oceanos. Doutoranda em Oceanografia Física pela Universidade de São Paulo.

*Victor A. Godoi*: Pesquisador da Divisão de Dinâmica dos Oceanos. M.Sc. em Engenharia Oceânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

*Ana Cláudia de Paula*: Capitão-de-Fragata (T) Pós-graduada em Oceanografia Física, Encarregada do Grupo de Oceanografia Física.

O desenvolvimento do Sistema de Previsão do Ambiente Acústico para o Planejamento das Operações Navais (SISPRES), que utiliza a caracterização ambiental para efetuar o cálculo de previsão de alcance de sonar (Xavier, 2008), desde a data de sua criação, vem sendo constantemente aprimorado, acompanhando as inovações tecnológicas e as necessidades apresentadas pelos usuários. Como exemplo, a ampliação da área de abrangência, a inclusão de novos parâmetros ambientais (Silva et al., 2010) e a ampliação da Base de Dados Ambiental Qualificada BDAQ (Pacheco & Jabor, 2011) já foram relatados nos últimos anos.

Com a proximidade do lançamento do SISPRES 5.0 (prevista para o final do ano de 2012), relataremos aperfeiçoamentos realizados e aqueles em curso para os três blocos que o compõem: BDAQ, Sistema Tático de Fatores Ambientais (STA) e Módulo de Previsão de Alcance Sonar (MODPRES).

O Projeto está passando por uma reformulação que culminará na renovação de Termo de Compromisso, em dezembro de 2012. Essa atualização e renovação consiste na inserção de novos parâmetros (como correntes e cobertura de nuvens), aumento da resolução da grade e grades mais refinadas para área costeira, além da possibilidade de instalação do Sistema em plataformas variadas.



## BDAQ: Atualização, aumento e aperfeiçoamento no controle de qualidade

Como já descrito por Xavier, (2008), a BDAQ passa por constante atualização de acordo com a ampliação dos bancos de dados ambientais nacionais e mundiais que utiliza como fonte. Para o SISPRES 5.0, além da atualização frequente, novos parâmetros serão adicionados, sendo eles cobertura de nuvem e correntes oceânicas. Vêm sendo implementadas melhorias substanciais visando ao aprimoramento da qualidade dos campos climatológicos de Temperatura e Salinidade, parâmetros essenciais para o aperfeiçoamento da previsão do alcance do SONAR.

A primeira delas refere-se a etapa de tratamento dos dados após as fases de formatação e qualificação relatadas por Jabor (2009). A construção de climatologias de Temperatura e Salinidade é ainda foco de discussão na comunidade científica oceanográfica. Um dos maiores desafios en-

frentados, seja para a criação de climatologias mensais ou anuais, é a natureza heterogênea dos dados nos domínios temporal e espacial. Tal característica se exemplifica em amostras dentro do conjunto de dados que, apesar de terem passado por todos os testes de qualidade realizados pelo Sistema de Carga e Qualificação de Dados Oceanográficos (CARGO), apresentam valores isolados que diferem de seus arredores. Tais diferenças podem ocorrer por erros de amostragem ou valores com desvios significativos em relação à média de uma certa região em um dado mês, por uma flutuação sutil do sensor, ou por ocasião de um ano não representativo da média (anomalias associadas à variabilidades decadais, por exemplo). Tais amostras isoladas levam à geração de feições do tipo "olho de boi" na interpolação por Análise Objetiva (AO), tal como exemplificado na Figura 1.

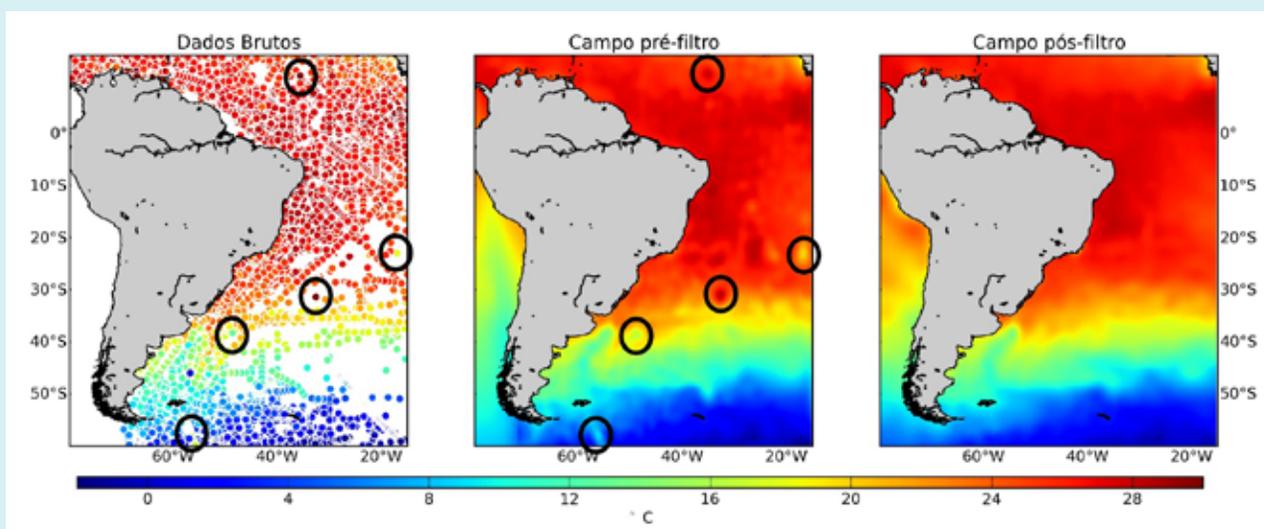


Figura 1: Exemplo ilustrando o funcionamento do novo filtro implementado no tratamento dos dados da BDAQ para temperatura em superfície para o mês de janeiro. Painel esquerdo: valores de temperatura nos pontos de coleta. Note a presença de valores que diferem dos demais em âmbito regional, identificados pelos círculos pretos. Painel central: campo interpolado por AO antes da aplicação do filtro. Observe a assinatura do tipo "olho de boi" para cada um dos pontos assinalados no painel esquerdo. Painel direito: campo interpolado por AO após aplicação do filtro, que suprimiu tais valores do processo.

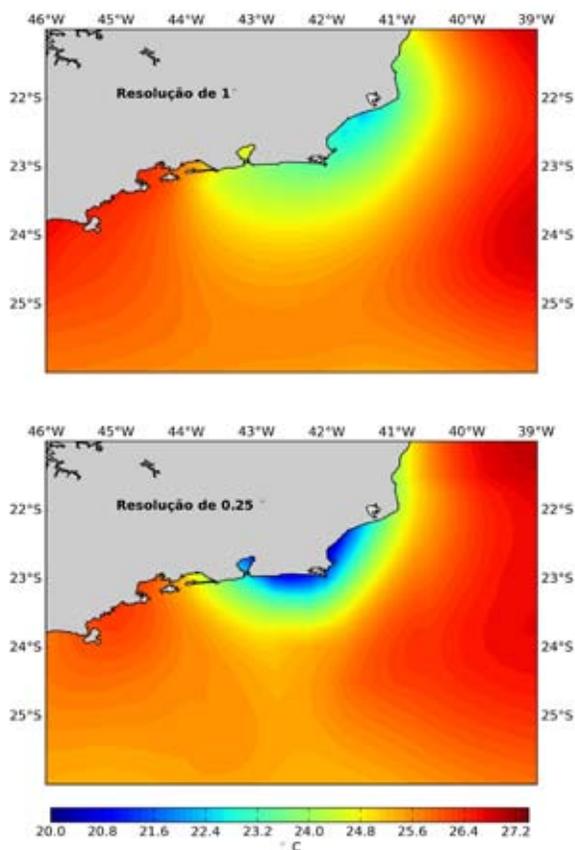
Para amenizar este problema, uma nova fase foi adicionada ao CARGO, posterior àquelas já existentes. Foi desenvolvido um filtro em caixa espacial baseado em desvio padrão, com o objetivo de eliminar dados estranhos a seus vizinhos. Para cada amostra da BDAQ de uma dada grandeza (T ou S), seus trinta vizinhos mais próximos são reunidos em uma população e sua média e des-

vio padrão são calculados.

Se a diferença entre uma amostra e a média desta população ultrapassar duas vezes o desvio padrão, ela é suprimida do processo de interpolação por Análise Objetiva (AO). O resultado apresenta-se satisfatório, como ilustrado para a climatologia de temperatura de janeiro em superfície (Figura 1, painel direito).

A segunda mudança refere-se a diminuição do espaçamento horizontal da grade principal do SIS-PRES de  $1^\circ$  para  $0,25^\circ$ , o que permitirá melhor uso dos dados do BDAQ, através da criação de campos ambientais mais ricos em feições de menor escala, como a ressurgência costeira de Cabo Frio, por exemplo (Figura 2).

Adicionalmente, estão sendo geradas subgrades com resolução aproximada de 5 km na área encapsulada pela Amazônia Azul. Tais grades são justificadas pela presença de uma densidade de amostras consideravelmente maior em regiões mais próximas à costa, viabilizando a interpolação de mais alta resolução espacial. A criação destas grades possibilitará uma abordagem bi-dimensional para a previsão do alcance do sonar através do MODPRES, gerando expectativas melhores para seu aperfeiçoamento.



**Figura 2:** Campos de temperatura da superfície do mar na Região Sudeste, ilustrando o processo de ressurgência costeira ao largo de Cabo Frio. Painel superior: resolução espacial de  $1^\circ$ , relativo ao SISPRES precedente. Painel inferior: resolução espacial de  $0,25^\circ$ , após a implementação da grade mais refinada para a nova versão do Sistema.

## STA: Mudança de paradigma no desenvolvimento do software e modernização da interface gráfica

Para a criação da versão 5.0, o grupo de desenvolvimento tem como desafio a descontinuação da linguagem de programação (Visual Basic) adotada desde então. Esta linguagem não é mais suportada por seus desenvolvedores. Isto implicou na adoção de uma nova linguagem e consequente re-estruturação do software por completo. A nova linguagem escolhida foi Python, uma linguagem livre, que além de otimizar custos no desenvolvimento, tem constante atualização e suporte previstos para longo prazo. Python é uma linguagem de programação moderna, de alto nível, multi-plataforma, que permite desenvolvimento modular, facilitando a leitura do código, sua atualização e adição de novas funcionalidades. Sua característica interativa permite testar o código à medida que ele é desenvolvido, acelerando bastante o processo e potencializando o trabalho em equipe.

A característica multi-plataforma da linguagem Python e o fato de possuir bibliotecas para uma grande diversidade de aplicações favorece, por exemplo, a implementação de versões do STA para outros sistemas operacionais como Linux, MacOS, navegadores web, ou mesmo para dispositivos portáteis (smart phones e tablets), produtos que poderiam ampliar os horizontes de utilização do Sistema, otimizando sua utilização.

A modificação da linguagem e do paradigma de programação vêm abrindo portas para modernização da interface gráfica do STA. Algumas das modificações já adotadas resultaram em um design mais limpo da janela, melhoria na qualidade dos gráficos, maior rapidez no processamento dos mapas e maior flexibilidade de acesso aos recursos de sua manipulação. Outras a serem implementadas até o lançamento da nova versão almejam a inclusão de novos tipos de gráficos e menus e botões mais claros e flexíveis.





## **MODPRES: Adoção de novos modelos de propagação acústica**

A nova versão do MODPRES contará com novos modelos de propagação acústica, que não mais utilizarão apenas um perfil para a previsão do alcance do sonar. Os campos ambientais iniciais para a modelagem acústica agora serão bi-dimensionais, permitindo a reprodução de efeitos que gradientes horizontais térmicos e batimétricos causam na propagação e/ou atenuação do sinal acústico, tornando consideravelmente mais precisos os resultados obtidos. A perda de sinal acústico ocasionada por fenômenos, como ressurgência costeira ou quaisquer gradientes térmicos de plataforma continental, por exemplo, será melhor representada. Para versões posteriores, a equipe de desenvolvimento do MODPRES migrará também para a nova linguagem Python e usufruirá assim das vantagens supracitadas, além de estender sua disponibilidade para diferentes sistemas operacionais.



## **Considerações Finais**

O projeto SISPRES mantém seu espírito dinâmico, adaptando-se e atualizando-se constantemente, procurando atender aos usuários e ao meio onde ele é aplicado. O SISPRES mais uma vez mostra pioneirismo, adotando inovações tecnológicas e ampliando suas hastes, para fornecer de forma rápida e eficaz detalhes do cenário físico, como elemento de auxílio às decisões táticas e de planejamento às Operações Navais.

### **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Xavier, B. C. 2008. Sistema de Previsão do Ambiente Acústico para o Planejamento das Operações Navais – SISPRES. Rev. Ressurgência, 2, 52-53.

Jabor, P. M. 2009. Segurança dos dados do Projeto SISPRES. Rev. Ressurgência, 3, 64-65.

Silva, G. M., Jabor, P. M., Stadtlober, M. E. E., 2010. SISPRES: Ampliação da Área de Abrangência e Inclusão de Novos Parâmetros Ambientais. Rev. Ressurgência, 4, 18-20.

Pacheco, S. C. C., Jabor, P. M., 2011. Incorporação dos flutuadores ARGO na base de dados do projeto SISPRES. Rev. Ressurgência 5, 28-30.

[www.ieapm.mar.mil.br](http://www.ieapm.mar.mil.br)

# IEAPM

“Pesquisando o mar,  
rumo ao futuro”

# Desenvolvimento de TÉCNICA de PREVISÃO da corrente do BRASIL na região SUDESTE

**Figura 1: Operação  
UNITAS-LANT ,  
fonte: Poder Naval  
(<http://www.naval.com.br>).**



*Leandro Calado*

Pesquisador Encarregado do Grupo de Sensoriamento Remoto do IEAPM  
Doutor em Oceanografia Física

*Ricardo Marques Domingues*

Pesquisador no National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA

*Wandrey Bortoli Watanabe*

Doutorando na Universidade de São Paulo

*Gabriel Serrato de Mendonça Silva*

Bolsista da FAPERJ no Grupo de Sensoriamento Remoto do IEAPM

*Eduardo Negri de Oliveira*

Professor Doutor na Universidade do Estado do Rio de Janeiro

*Leticia Vasques dos Reis Portella Nascimento*

Estagiária do Grupo de Sensoriamento Remoto do IEAPM

A circulação oceânica no litoral brasileiro pode ser considerada complexa e altamente dinâmica, pois as correntes oceânicas carregam as massas d'água em direções distintas e em diferentes camadas verticais. A principal corrente no sudeste brasileiro, a Corrente do Brasil (CB), evolui em seu caminho com uma intensa atividade de mesoescala, caracterizada por sua dinâmica meandrante que, eventualmente, pode evoluir para a formação de estruturas ciclônicas oceânicas denominadas vórtices. Na literatura é bem estabelecida a presença de pelo menos três sítios de recorrência de meandros e vórtices na costa brasileira, sendo estes nas regiões ao largo de Vitória, Cabo de São Tomé e Cabo Frio.

O entendimento do comportamento do sistema CB e sua atividade de mesoescala é de extrema importância, não apenas pela sua riqueza científica, mas pela importância econômica e estratégica no contexto do cenário operacional da Marinha do Brasil (Figura 1). A previsão desse comportamento tem melhorado significativamente nos últimos anos, especialmente devido aos avanços no processamento computacional que permitiram consideráveis melhoras no refinamento dos modelos numéricos hidrodinâmicos. No entanto, para que o resultado apresentado pelo modelo seja coerente com o que se propôs estudar é preciso que os dados oceânicos utilizados como condições iniciais sejam bem especificados, subsidiando o modelo para que represente fielmente as características reais da dinâmica oceânica.

Neste contexto, o Modelo Regional Orientado por Feições (MROF), desenvolvido por Gangopadhyay *et al.* (1997) e aprimorado para a região brasileira por Calado *et al.* (2008), aparece como uma alternativa interessante para complementar as avançadas técnicas de modelagem numérica existentes. Esta técnica utiliza-se de Modelos de Feição (MF), ou modelos paramétricos, para representar feições

oceânicas individuais, como correntes, vórtices e plumas de ressurgência. Essas feições são incorporadas a dados coletados preteritamente e a imagens de satélite para criar uma estrutura de temperatura e salinidade tridimensional realística do oceano, que pode ser utilizada como campo inicial para o modelo numérico.

Dentro do contexto do Projeto Rede de Modelagem e Observação Oceanográfica (REMO) foram utilizadas as ferramentas Modelo Regional Orientado por Feição (MROF) da CB e o modelo oceânico Regional Ocean Modeling System (ROMS) para desenvolver um sistema de previsão oceânica operacional.

Para validar os resultados obtidos pela previsão o algoritmo que detecta frentes termais oceânicas Single-Image Edge Detection (SIED) foi aplicado possibilitando comparar os resultados das simulações com as imagens termais obtidas por satélite.





## Os Dados Orbitais e o SIED

Os dados orbitais utilizados neste estudo foram adquiridos na página do Group for High Resolution Sea Surface Temperature (GHRSSST). Uma nova categoria de imagens de sensoriamento remoto denominada blended, resultado da união de sete diferentes sensores orbitais e dados "in situ" coletados por bóias oceanográficas, fornece imagens da temperatura da superfície do mar sendo invariavelmente geradas com 0% de nuvens. Dessa forma, essas imagens tornam-se ideais para a comparação com o resultado de modelagem numérica, especialmente para uma região com a presença permanente de nebulosidade, como é o caso do sudeste brasileiro.

As imagens foram obtidas com resolução espacial de, aproximadamente, 1 km e resolução temporal diária, com sua divulgação pelo GHRSSST ocorrendo com um atraso de dois dias. Os resultados do ROMS são apresentados com uma resolução espacial de 4 km. Assim, a comparação com a melhor resolução espacial das imagens orbitais seria equivocada devido ao método de detecção de frentes termais do SIED que depende diretamente da resolução espacial. Dessa forma, as imagens blended foram reamostradas para a mesma resolução do modelo, 4 km, e só depois trabalhadas dentro do contexto deste trabalho.

Para realizar uma comparação entre os resultados do ROMS e das imagens de satélite foi utilizada uma ferramenta objetiva baseada em histogramas e parâmetros estatísticos. Dessa forma, passou a ser viável a comparação entre os resultados, impedindo que classificações subjetivas a tornassem inválida (Cayulla & Cornillon, 1995). O algoritmo SIED, desenvolvido por Cayulla & Cornillon (1992), é considerado um dos mais robustos para a detecção de frentes oceânicas, sendo amplamente utilizado desde a década de 90, tendo ampla validação pela comunidade científica (Belkin et al., 2009).

O SIED trabalha em diferentes escalas, variando do local ao regional, de forma a identificar regiões onde exista uma frente termal. Uma frente termal pode ser descrita como uma mudança abrupta entre duas regiões que possuem temperaturas relati-

vamente uniformes e diferentes entre si (Belkin & O'Reilly, 2009). Dessa forma, o SIED busca, através de janelas de 32 por 32 pixels, regiões cujo histograma local se apresenta como bimodal. A região localizada entre os dois picos do histograma bimodal é considerada uma frente em potencial. Para garantir a qualidade das frentes identificadas, o algoritmo também analisa a coesão e distribuição das temperaturas encontradas para determinar se o comportamento bimodal do histograma se deve realmente à presença de uma frente, ou apenas a padrões erráticos de temperatura.

## Modelo Regional Orientado por Feições e a Previsão

A técnica do MROF pode ser considerada uma forma realística de construir a estrutura termohalina inicial para previsão oceânica. Sua filosofia consiste em construir uma estrutura tridimensional de feições conhecidas na costa brasileira, através de modelos paramétricos (Modelos de Feição), tendo como base os dados "in situ", climatológicos e orbitais. Modelos de Feições (MF) é a base do MROF e são representações numéricas das feições oceanográficas de maior relevância dinâmica, como correntes, vórtices e meandros.



A partir de dados de cruzeiros oceanográficos, dados climatológicos e imagens de satélites, procura-se construir os MF's determinando-se equações matemáticas capazes de descrever a estrutura termohalina tridimensional da feição (Calado *et. al.*, 2008). Dessa forma, o campo termohalino preliminar, utilizado para inicializar os modelos numéricos de previsão oceânica, é ajustado de acordo com as variabilidades de mesoescala observadas nas feições oceanográficas, que por sua vez, são delimitadas pelas imagens de satélites e capturas pelo algoritmo SIED. Diferente dos MF's baseados apenas em dados climatológicos, os MF's baseados em dados sinóticos coletados por plataformas orbi-

tais representam com maior fidelidade a estrutura dinâmica da feição oceanográfica. No IEAPM foram desenvolvidos MF's para a Corrente do Brasil (CB) em sua porção sudeste e para alguns vórtices associados à ela.

A Figura 2 ilustra o processo de construção do MROF, a aplicação do sistema de identificação de frentes oceânicas e as três fases do sistema: O MROF propriamente dito, que inclui dados orbitais, os MF's e o processo de interpolação das feições com a climatologia; a simulação numérica de previsão; e a Detecção de frentes via o algoritmo SIED, possibilitando comparações qualitativas entre os resultados das simulações e as imagens orbitais.

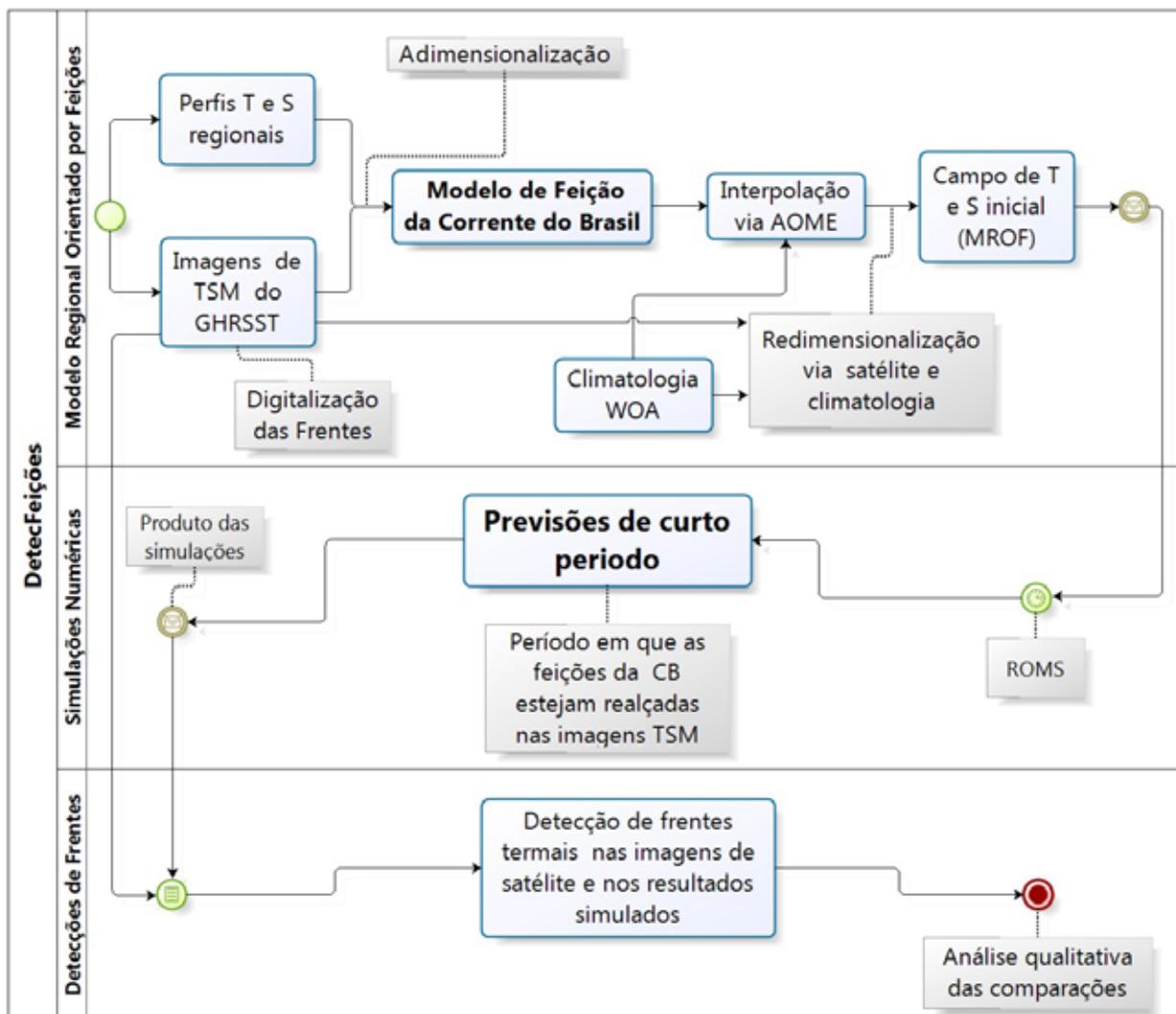


Figura 2: Metodologia do sistema de previsão de curto período da CB.



## Discussões

Os resultados do modelo ao longo dos dias da previsão foram comparados qualitativamente com as imagens de satélites dos dias correspondentes. Para isso, as frentes oceânicas detectadas pelo SIED, em ambos os casos, foram sobrepostas sobre a imagem de satélite para melhor visualização dos resultados. Para ilustrar a eficiência do processo de previsão, foi escolhido o período da primavera (19 a 24 de Outubro de 2010) pela presença quase contínua de um gradiente termal acentuado, que facilita o processo comparativo (Fig. 3).

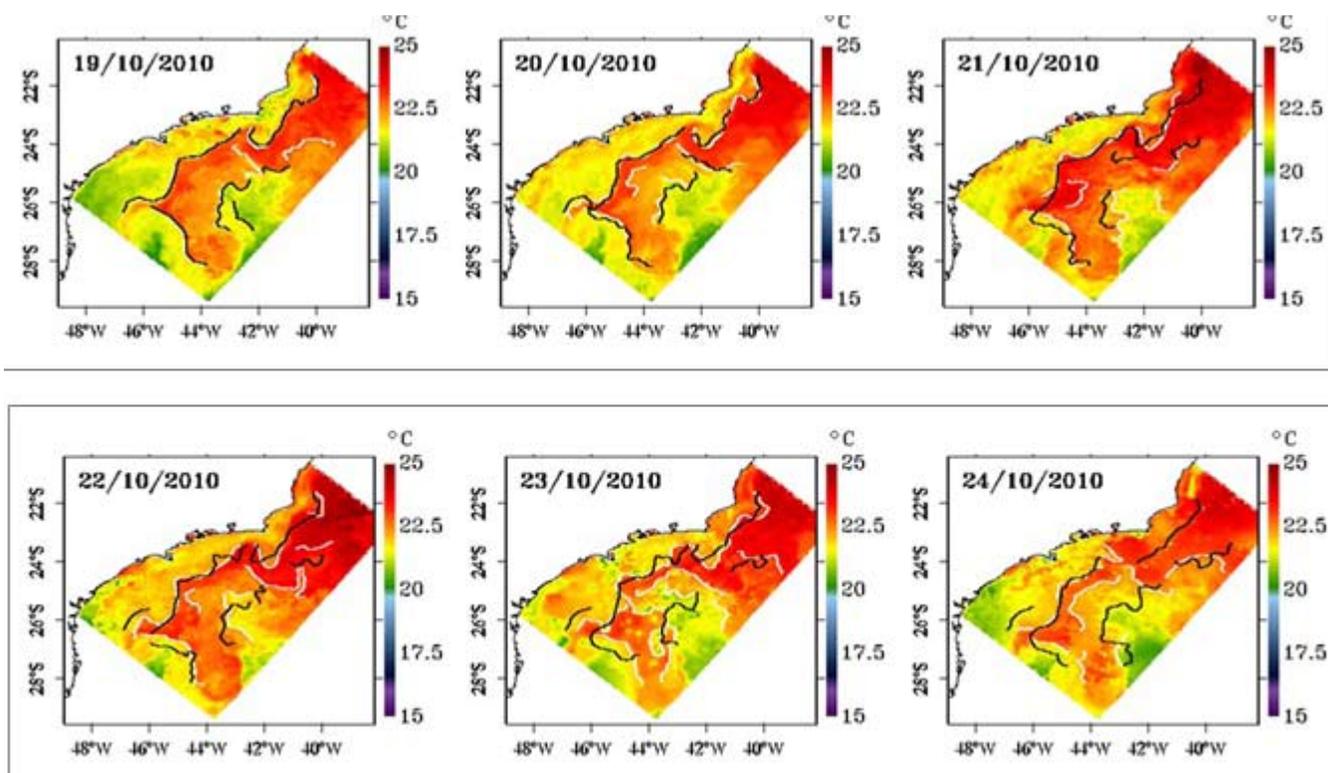


Figura 3: Sobreposição das frentes oceânicas detectadas pelo SIED na imagem de satélite (branco) e no resultado da previsão do modelo numérico (preto) nos dias 19 a 24 de Outubro de 2010.

Como era esperado, as frentes não são perfeitamente concordantes, mas o modelo se mostrou bastante coerente. No primeiro momento, no dia 19 (nowcast), as frentes são praticamente coincidentes, com pouca perda de detalhamento ocorrendo na simulação. Esse comportamento é esperado, pois o modelo se baseia, em parte, nesta mesma imagem de satélite. Nos três dias iniciais (19 a 21), o meandro associado ao Vórtice de Cabo Frio (23°S) é similar em ambas as frentes, com a maior perda de identificação ocor-

rendo no último dia.

Nos dias subsequentes as frentes não se encontram em perfeita sincronia, mas o comportamento geral pode ser considerado bastante coerente. Chega-se a esta conclusão, principalmente, porque, nas simulações pode ser vista uma identificação bastante boa do caminho da frente interna da CB, bem como do deslocamento de uma pluma quente que passa a ocorrer em 27°S, o que mostra que o modelo têm reproduzido, de forma geral, o comportamento da CB.

## Considerações Finais

É possível perceber que existe uma concordância entre as frentes oceânicas identificadas nas imagens de satélite e aquelas detectadas nos resultados do modelo. Isso indica que os resultados do modelo são coerentes com o comportamento encontrado nos dias subsequentes à rodada do mesmo. Além disso, com o melhoramento do campo inicial, marcado aqui pela introdução da estrutura tridimensional do MROF, foi possível acompanhar com detalhamento a evolução de meandros e a formação de vórtices ao longo do caminho percorrido pela frente interna da CB.

Deve-se destacar o fato de que a ferramenta de previsão da CB encontra-se em contínuo aprimoramento, uma vez que melhoramentos no MROF e na qualidade dos dados orbitais são um dos principais objetivos da Divisão de Dinâmica dos Oceanos e do Grupo de Sensoriamento Remoto.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELKIN, I. M.; CORNOLLON, P. C.; SHERMAN, K., 2009: Fronts in Large Marine Ecosystem. *Progress in Oceanography*, v.81, 223-236.

BELKIN, I. M.; O'REILLY, J., 2009: An Algorithm for Oceanic Front Detection in Chlorophyll and SST Satellite Imagery. *Journal of Marine Systems*, v.78, 319-326.

CALADO, L.; SILVEIRA, I. C. A.; GANGOPADHYAY, A.; CASTRO, B. M., 2008, Feature-Oriented Regional Modeling and Simulations (FORMS) for the Western South Atlantic: Southeastern Brazil Region. *Ocean Modelling*, v.25, pp. 48-64.

CAYULA, J. F.; CORNILLON, P., 1992, Edge Detection Algorithm for SST Images. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, v. 9(1), pp. 67-80.

CAYULLA, J. F.; CORNILLON, P., 1995: Multi-Image Edge Detection for SST Images. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 12, 821-829.

GANGOPADHYAY, A.; ROBINSON, A. R.; ARANGO, H. G., 1997. Circulation and dynamics of the western north Atlantic. I. Multiscale feature models. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 14(6), 1314-1332.





# Soluções MICRO para problemas MACRO

## O mexilhão dourado e seu controle

*Sávio Henrique Calazans Campos*

Pesquisador do IEAPM, Mestre em Biofísica  
pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

*Flávio da Costa Fernandes*

Pesquisador titular do IEAPM, Doutor em Oceanografia  
Biológica pela Universidade de São Paulo.



**M**udanças ambientais estão cada vez mais recorrentes na pauta de discussões dos especialistas em todo o mundo. Neste contexto, a bioinvasão aquática tem se tornado uma preocupação dos ór-

gãos e instituições internacionais. A Organização Marítima Internacional - IMO já está discutindo temas como o controle da água de lastro e incrustações em navios. Nesta mesma linha, países desenvolvidos criaram suas políticas de prevenção e controle da água de lastro. Os navios transportam, não intencionalmente, organismos em sua estrutura (casco e água de lastro) tornando-se o principal vetor de introdução de espécies exóticas aquáticas. O problema das espécies exóticas é identificado por especialistas como uma das maiores ameaças aos corpos de água continentais e costeiros. Após o deslastro, várias formas de vida podem encontrar boas condições ambientais para se estabelecerem no novo



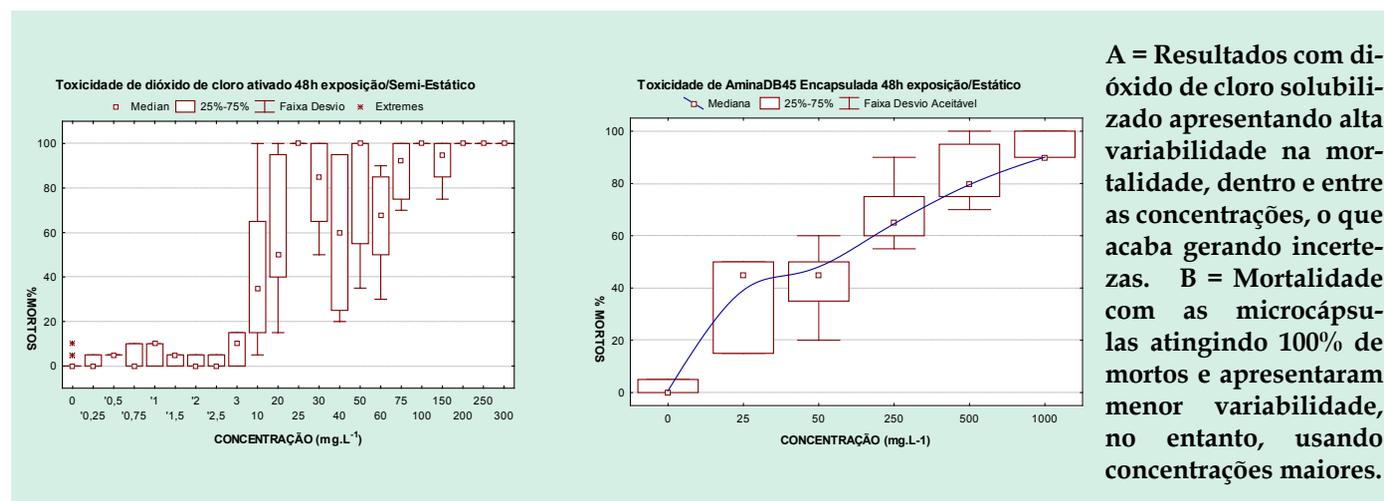
local e quanto maior for a quantidade e a frequência de propágulos introduzidos, maior será a probabilidade da invasão ser bem sucedida. Desta forma, o crescente intercâmbio comercial, via transporte marítimo, aumenta o número de casos de espécies invasoras no Brasil e no mundo.

Geralmente, ao se estabelecerem, as espécies exóticas invasoras interferem no equilíbrio ecológico, e conseqüentemente, em atividades produtivas, gerando danos econômicos, problemas sociais e alterações ambientais, principalmente quando não encontram fatores limitantes para o seu desenvolvimento (predadores, parasitas e competidores). O estabelecimento de uma espécie invasora dificilmente é reversível num ecossistema natural.

No mundo, moluscos límnicos, como o Dreisse-

na polymorpha, Limnoperna fortunei e Corbicula fluminea, estão se espalhando, colonizando diferentes regiões e se tornando a principal preocupação dos órgãos de controle ambiental, devido às alterações causadas nos ambientes, onde antes estes organismos não existiam. No Brasil, já foram identificadas quatro espécies exóticas de bivalves límnicos: o mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) e três espécies de Corbiculidae (*Corbicula fluminalis*, *C. fluminea* e *C. largillierti*).

Sem nenhuma dúvida, a melhor conduta para o controle dos organismos invasores é a prevenção. Contudo, já é considerada inevitável a ocorrência das invasões biológicas em função das alterações ambientais geradas pelas atividades humanas. Desta forma, a busca pelas alternativas de mitigar os seus efeitos surge como uma necessidade.



A = Resultados com dióxido de cloro solubilizado apresentando alta variabilidade na mortalidade, dentro e entre as concentrações, o que acaba gerando incertezas. B = Mortalidade com as microcápsulas atingindo 100% de mortos e apresentaram menor variabilidade, no entanto, usando concentrações maiores.

Uma variedade de substâncias biocidas está sendo testada e avaliada dentro de diferentes abordagens e estratégias de controle. Os biocidas dissolvidos geralmente são opções preferidas no controle de moluscos em instalações e sistemas produtivos em função de serem fáceis de dosar e seu efeito se estende por todo o sistema sem a necessidade de desmontá-lo.

O uso contínuo de algum tipo de biocida dissolvido previne a incrustação (assentamento dos organismos) dentro dos sistemas industriais. Contudo, esta estratégia acaba gerando um alto custo ambiental em função da concentração de biocida na massa de água que passa nas tubulações, para conseguir matar os organismos. Ao considerarmos o controle de bivalves adultos, biocidas

dissolvidos acabam gerando uma variabilidade na mortalidade e com isto uma incerteza no resultado esperado.

As substâncias dissolvidas na água (principalmente os cloros) provocam a reação de defesa natural dos mexilhões, que fecham suas conchas por até três semanas resistindo às dosagens do biocida. Esta capacidade de defesa dos mexilhões amplificam o risco de dano ambiental gerada pelos biocidas dissolvidos, principalmente sobre os organismos não-alvo, além do alto custo com dosagens contínuas para a remoção dos organismos.

O desenvolvimento de técnicas inovadoras, produtos, métodos e substâncias alternativas, para o controle de organismos invasores no mundo está sendo impulsionado pela busca por maior eficiên-



cia com baixo custo, associado a um baixo impacto ambiental e operacional.

Neste contexto foram propostos biocidas microencapsulados, em estudos realizados pela universidade de Cambridge-UK, para o controle do mexilhão zebra (*Dreissena polymorpha*) e atualmente comercializados pela empresa BioBullets.

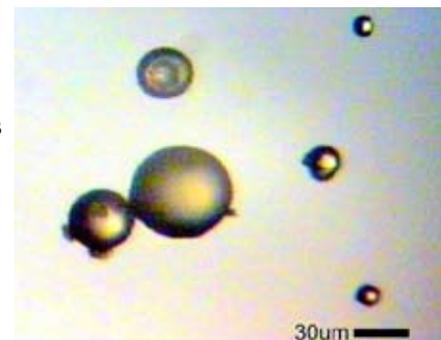
Microcápsulas são utilizadas em diferentes atividades tecnológicas (tintas, têxteis, eletrônicas

As microcápsulas são produzidas como pequenas partículas (de 3 a 800 $\mu$ m) que contêm compostos ativos (20-30%) revestidos por uma cobertura ou proteção, geralmente um invólucro nutritivo ou atrativo (alginatos, proteínas, lipídeos, etc).

etc.), sendo mais empregadas na indústria alimentícia e farmacológica. No caso dos mexilhões, as partículas servem para direcionar o efeito do biocida, isolar e controlar a sua dissolução, evitando a degradação do princípio ativo.

As substâncias que compõem os microencapsulados utilizados são aprovadas para a utilização em tratamento de água potável na Europa (cloreto de potássio e compostos de amônia quaternária).

Microcápsulas de KCl utilizadas em experimentos com *Limnoperna fortunei* (adaptado de Campos, 2009)



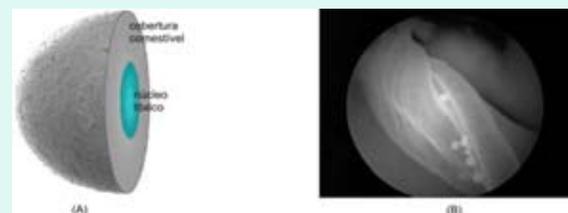
Testes realizados com o mexilhão zebra (Europa e EUA) e também com o mexilhão dourado (Brasil – IEAPM) demonstram que o uso de microencapsulado é eficaz, alcançando 100% de mortalidade em laboratório com uma baixa variabilidade de resposta em relação às substâncias químicas dissolvidas (Campos, SHC. 2009). Tais resultados estimulam a expectativa em um produto altamente eficiente. Os benefícios proporcionados por biocidas encapsulados podem oferecer vantagens econômicas e operacionais, bem como benefícios ambientais em função de se considerar os hábitos de filtração dos mexilhões.



Microcápsulas de AminaDB45 na cavidade paleal do *Limnoperna fortunei* (Calazans C., S.H.)



*Limnoperna fortunei* fixados em estrutura de metal (Calazans C., S.H.)



A ideia de encapsulamento de biocida para o controle de mexilhões. A - Representação de biocida encapsulado; B - Fotografia com endoscópio, do biocida microencapsulado sendo transportado pelas brânquias de um mexilhão zebra vivo (Modificado de Elliot e Aldridge, 2006)

**Esta técnica oferece como vantagens:**

- A proteção do princípio ativo até o seu momento de reação;
- A possibilidade da dosagem específica necessária para o controle do mexilhão e a consequente diminuição das emissões no efluente;
- A possibilidade de lançar menor quantidade de biocida no ambiente devido o mexilhão retirá-lo da água ao realizar a filtração.
- A possibilidade de selecionar os diferentes filtradores (organismos alvo e não alvo) através da diferenciação do tamanho das partículas.

Em contrapartida, em tratamento de águas de



resfriamento de indústrias, ainda é necessário muito material, o que o torna pouco competitivo em relação aos biocidas estabelecidos no mercado como o cloro.

A forma particulada ou microencapsulada de entregar o biocida aos mexilhões tornam-se uma alternativa promissora e eficiente para o controle de bivalves filtradores. No entanto, ainda existe a necessidade de melhorar esta tecnologia para ampliar o desempenho da formulação do moluscocida em condições reais de densidade de mexilhões, qualidade de água e hidrodinamismos; e também, de tornar esta técnica ainda mais acessível comercialmente. No Brasil, ainda não há nenhum estudo de desenvolvimento para o uso deste produto em larga escala. Certamente a continuidade das pesquisas, no uso e no desenvolvimento de produtos inovadores irão promover a conquista de produtos mais efetivos para o controle de bioincrustação em sistemas de aquáticos.

**Limnoperna fortunei colonizando filtro de usina hidroelétrica (Gustavo Darrigran)****REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Aldridge D.C., Elliott P., Moggridge G.D. 2006. Microencapsulated BioBullets for the control of biofouling zebra mussels. *Environ. Sci. Technol.*;40:975-979.
- Calazans C. SH, FERNANDES F. C, ALDRIDGE D, REBELO M.D. 2012. Assessment of dissolved and microencapsulated biocides toxicity for the control of golden mussel *Limnoperna fortunei* infestation. (in Magazine Review 2012). 1-11.
- Campos S.H.C. 2009. Avaliação de biocidas dissolvidos e microencapsulados para o controle do mexilhão dourado *Limnoperna fortunei* (Dunker, 1857). 63p.
- Cataldo, D.; Boltovskoy, D. & Pose, M. 2002. Control del molusco incrustante *Limnoperna fortunei* mediante el agregado de moluscicidas al agua. In. Tercera jornada sobre conservación de la fauna íctica en el río Uruguay, Paysandu, Uruguay.
- Costa, R., Elliott, P., Saraiva, P. M., Aldridge, D. and Moggridge, G. D. 2008. Development of Sustainable Solutions for Zebra Mussel Control Through Chemical Product Engineering, *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 16(3); 435—440.
- Darrigran, G. e Damborenea, C. 2009. Bioinvasões. p.1-29. In: DARRIGRAN, G. & DAMBORENEA, C. (Eds). Introdução a biologia das invasões – O mexilhão dourado na América do Sul: biologia, dispersão, impacto, prevenção e controle. Editora Cubo Multimídia Ltda, São Carlos - SP, Brasil, 245p.
- Fernandes, F.C.; Campos, S.H.C. e Plastina, A. 2009. Estrutura de prevenção e controle. p.397-423. In: MMA (Ministério do Meio Ambiente). Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas do Brasil. Série Biodiversidade, 33. MMA, Brasília – DF, Brasil, 439p.
- Mansur, M.C.D.; Santos, C.P.; Darrigran, G.; Heydrich, I.; Callil, C.T. and Cardoso, F.R. 2003. Primeiros dados quali-quantitativos do mexilhão-dourado, *Limnoperna fortunei* (Dunker), no Delta do Jacuí, no Lago Guaíba e na Laguna dos Patos, Rio Grande do Sul, Brasil e alguns aspectos de sua invasão no novo ambiente. *Revista Brasileira de Zoologia* 20: 75–84.
- Polman H.J.G., Janssen-Mommen J.P.M. 2011. Consultancy services to assist and advise confederación hidrográfica del Ebro for control and mitigation of the Zebra mussel within the EU regulations. p. 115.
- Silva, J.S.V.; Fernandes, F.C.; Souza, R.C.L.; Larsen, K.T.S., Danelon, O.M. 2004. Água de lastro e bioinvasão. p.1-10. In: SILVA, J.S.V.; SOUZA, R.C.L. (Orgs). Água de lastro e bioinvasão. Editora Interciência, Rio de Janeiro, Brasil, 224p.

# Emprego de unidades de simulação de ecossistemas marinhos

## MESOCOSMOS



Figura 1: Testes preliminares de flutuabilidade dos mesocosmos no Campo de Testes do IEAPM.

*Lohengrin Fernandes*

Pesquisador do IEAPM, Doutor em Ciências Biológicas pelo Museu Nacional/UFRJ.  
Divisão de Ecossistemas Marinhos

Colaboradores:

*Dr. Wanderson de Carvalho, MSc. Wanda Ribas, 1ºT-RM2 Diego Seda D'Elia,*

*Bolsista Mariana Alberto, Bolsista Judson Rosa, Estagiária Thaís de Souza, Estagiária Myllena de Souza*

O Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM através do Departamento de Pesquisas iniciou atividades de pesquisa em nove Unidades de Simulação de Ecossistemas Marinhos, tipo Mesocosmos, no Campo de Testes na Ilha de Cabo Frio (Fig. 1). Os mesocosmos são estruturas flutuantes parcialmente fechadas, cuja versatilidade permite simular variadas condições no ambiente marinho, como derrames de óleo, ressurgência, dentre outras. Em decorrência disso, podem ser realizados experimentos que permitirão um melhor conhecimento do meio ambiente marinho em proveito de sua utilização pela MB em diferentes condições oceanográficas.

Com apoio da Fundação Carlos Chagas de Amparo à Pesquisa no Estado do Rio de Janeiro – FAPERJ (E-26/110.220/2011), os nove mesocosmos foram instalados para apoio ao projeto de monitoramento dos efeitos da ressurgência no fluxo de energia e matéria através dos ecossistemas (Fig. 2). Os mesocosmos empregados têm quatro metros de profundidade e um metro de diâmetro, um volume de água adequado para os primeiros experimentos no campo de testes.

Durante os experimentos, microrganismos mari-

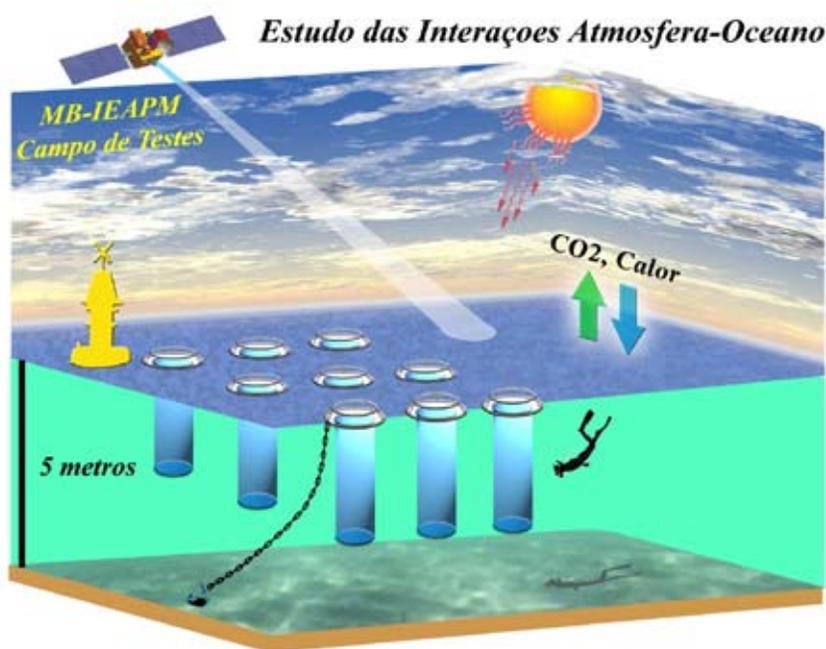
nhos serão mantidos em condições muito próximas daquelas em que estariam naturalmente, especialmente relativas à temperatura e à luminosidade. Embora comuns em outros países, experimentos desse tipo são escassos no Brasil devido ao alto custo de instalação e manutenção.

Para realizar ensaios experimentais, Institutos de Pesquisa e Universidades usualmente optam por simulações em condições de laboratório e por modelos matemáticos, práticas também adotadas no IEAPM.

## Instalação e Testes Preliminares

Os mesocosmos foram montados em estrutura de aço inoxidável, especialmente projetada para sustentar sacos de até 6.000kg. Inicialmente preparados nas instalações do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cenpes-Petrobras) e em seguida transferidos para o IEAPM. A estrutura sustenta sacos plásticos de baixa densidade, com diâmetro de 1 metro e comprimento de 4 metros, preenchidos com cerca de 4000 litros de água do mar.

Os primeiros testes de flutuabilidade e estabilidade foram realizados em agosto de 2011 e a adaptação para as condições de mar do Campo de Testes, considerando a ressurgência, estão se encerrando no presente. Simultaneamente, serão monitorados os parâmetros temperatura, índice de cor de matéria orgânica dissolvida (Colored Dissolved Organic Matter - CDOM), nutrientes, clorofila e outros pigmentos fotossintetizantes, proporcionando um potencial para calibração de dados obtidos por sensoriamento remoto.



**Figura 2: Modelo 3D da disposição dos 9 mesocosmos e dos principais parâmetros em consideração nos testes preliminares.**

Espera-se que o IEAPM esteja habilitado para realizar esta capacitação com este tipo de estrutura também em outras áreas de interesse da Marinha do

Brasil, e que adicionalmente atraia a parceria de empresas e outros institutos, do país e do exterior, para usufruírem desse tipo de estrutura.

# Célula de Inovação Tecnológica

## Almirante Paulo Moreira

*Caroline Christiane Diehl*  
Primeiro-Tenente (RM2-T)  
Encarregada da Célula de Inovação  
Tecnológica do IEAPM



**A** Inovação Tecnológica é cada vez mais um fator determinante de competitividade para a indústria e para o setor público, elevando principalmente seu crescimento econômico, social e colocando o país em posição de destaque no comércio mundial. Permanecer atualizado é cada vez mais um fator crítico de sobrevivência e o custo do desenvolvimento tecnológico é cada vez maior, envolvendo riscos e incertezas.

Para que ocorra uma Inovação Tecnológica é necessário que o produto, processo ou serviço inovador tenha possibilidade de comercialização e lucro, isto falando em indústria, pois no caso do setor público a necessidade é de que a inovação seja eficiente e eficaz.

Para a Marinha do Brasil (MB) Inovação Tecnológica é a introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo ou social que resulte em novos produtos, processos ou serviços.

A Lei de Inovação Tecnológica (LIT), Lei nº 10.973, de 2 de dezembro de 2004, que dispõe sobre os incentivos à inovação e à pesquisa científica e tecnológica, trouxe no seu art. 16, a obrigatoriedade de toda Instituição Científica e Tecnológica (ICT) dispor de um Núcleo de Inovação Tecnológica (NIT) próprio ou em associação com outras ICT,

com a finalidade de gerir sua política de inovação.

O Núcleo de Inovação Tecnológica da Marinha do Brasil (NIT-MB) que foi criado pela Portaria nº 179/EMA de 31 de julho de 2009 é um órgão central localizado na SecCTM e tem a ele vinculadas, técnica e funcionalmente, as Células de Inovação Tecnológica, que ficam sediadas nas Instituições Científicas e Tecnológicas da MB. Cada Instituição de Ciência e Tecnologia (ICT) da MB possui uma Célula de Inovação Tecnológica (CIT), que cumpre dentro da ICT as atribuições dadas ao NIT pela LIT.

A CIT do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) foi criada em agosto de 2009 com o nome de Assessoria de Inovação Tecnológica e Obtenção de Recursos, passando em 2010 a se chamar Célula de Inovação Tecnológica.

Em virtude do conhecimento produzido pelo IEAPM nas diversas áreas de sua missão, faz-se necessário a proteção de todas essas inovações, por meio do instituto da propriedade intelectual ou de contratos de confidencialidade e sigilo, bem como a sua transferência, para a geração de recurso e a continuidade das pesquisas, trabalho esse executado pela CIT.

Em Abril de 2012 a CIT participou do edital da Faperj de Apoio à Criação e Implementação de Núcleos de Inovação Tecnológica no Estado do Rio de Janeiro no qual foi contemplado e contará com o apoio da referida instituição para a estruturação da CIT, podendo assim ampliar e realizar de uma forma mais efetiva as suas atividades.

Como principais ações na área de proteção intelectual, a CIT já deu entrada em dois pedidos de patente no INPI relativos a bioincrustação sendo que esses pedidos geraram um depósito de patente nos EUA. Na área de Acústica Submarina foi dado entrada em um pedido de registro de programa de computador no INPI, e protegeu um software por direito autoral.

# 30 anos de qualidade em Gerenciamento de Projetos



# 40 ANOS

## PORTO ORGANIZADO

**100% LICENCIADO** E PRONTO PARA **NOVOS** NEGÓCIOS



- ✓ LOGÍSTICA PRIVILEGIADA
- ✓ BASE DE APOIO OFFSHORE
- ✓ OPERAÇÕES DE ÓLEO E GÁS
- ✓ IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO
- ✓ AMPLA ÁREA PARA ARMAZENAMENTO



**PORTO DO FORNO**  
UM MAR DE DESENVOLVIMENTO