

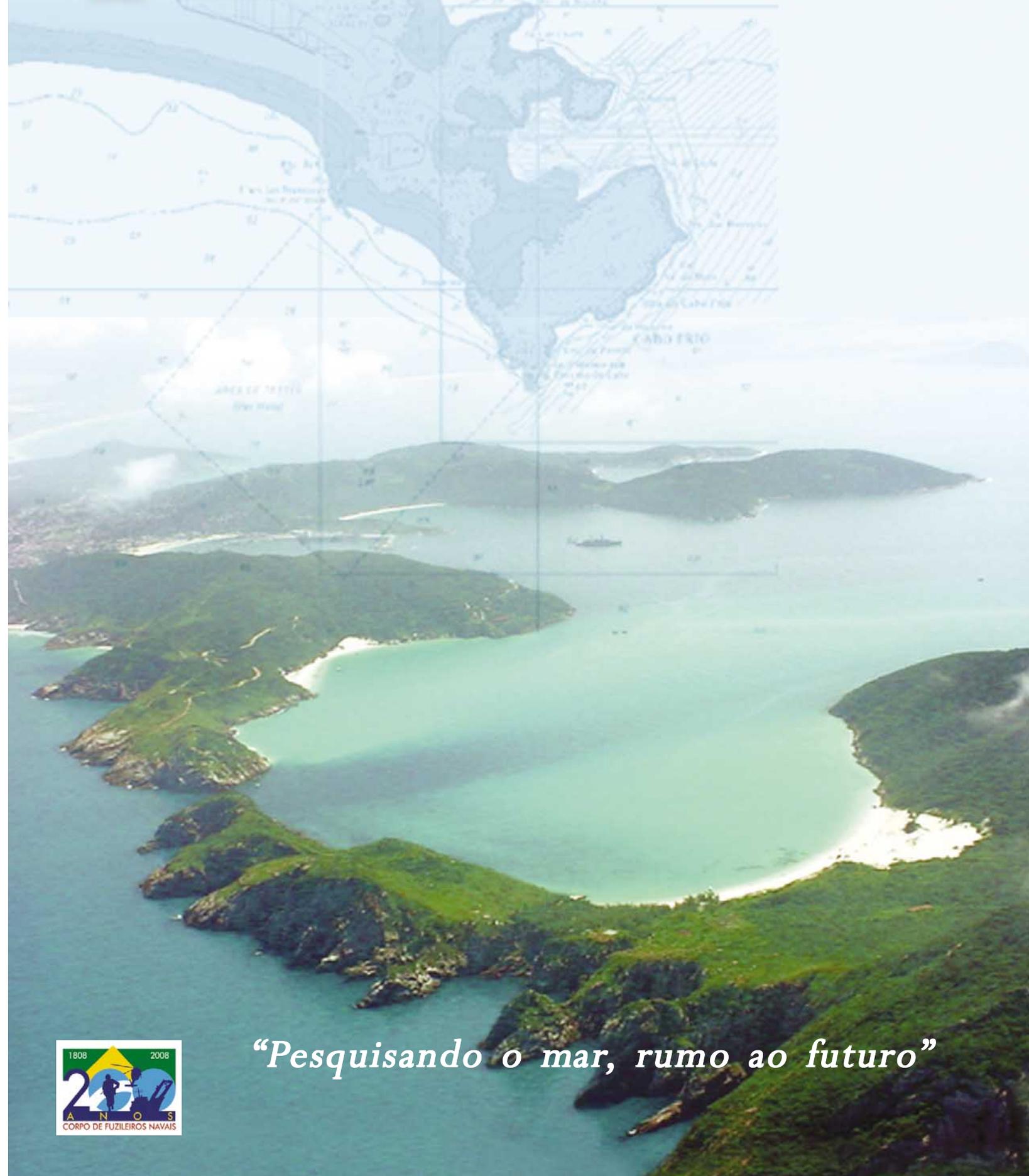


ISSN 1982-2790

A Ressurgência

Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira

Número 2 . 2008



“Pesquisando o mar, rumo ao futuro”





Rua Luiz Correia, 350 - Praia dos Anjos
28.930-000 - Arraial do Cabo - RJ
Tel: (22) 2622-9078 / 9070 / 9075
ressurgencia@ieapm.mar.mil.br





Palavras do Diretor



Ao comemorarmos o 24º aniversário de criação deste Instituto, temos a grata satisfação de editar o segundo número da Revista “A Ressurgência”, publicada pela primeira vez no ano de 2003.

“A Ressurgência” tem a pretensão de permitir a seus leitores o acesso a conhecimentos relacionados aos projetos em desenvolvimento no IEAPM, bem como servir de meio de divulgação dos principais eventos aqui realizados.

Assim, tenho plena convicção de que ela será um valioso instrumento a impulsionar este Instituto rumo à concretização de nossa visão de futuro, qual seja: ser reconhecido, nacional e internacionalmente, como um centro de excelência em pesquisas relacionadas às ciências do mar, até o ano de 2012.

Desejo a todos uma boa leitura!

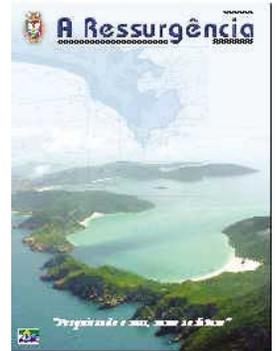
SERGIO ROBERTO FERNANDES DOS SANTOS
Contra-Almirante
Diretor





A Ressurgência

ISSN 1982-2790 – Número 2 . 2008



Vista aérea de Arraial do Cabo, destacando, à direita, a praia da Ilha do Cabo Frio.

Expediente

A Ressurgência

Publicação do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – IEAPM
Rua Kioto, 253 – Praia dos Anjos
CEP: 28930-000
Arraial do Cabo – RJ

Sergio Roberto Fernandes dos Santos
Contra-Almirante
Diretor

Presidente do Conselho Editorial
Rony Costa de Moraes
Capitão-de-Mar-e-Guerra
Vice-Diretor

Diretor de Redação
Tadeu de Mendonça Pereira Lima
Capitão-de-Fragata

Editor
Marco Antonio da Costa Vieira
Capitão-de-Corveta

Colaboradores:
CMG (Ref) Dick Silveira de Mello
CMG (Ref) Frederico Corner M. Bentes
Eliane Gonzalez Rodriguez
CF (T) Marcus Vinícius da Silva Simões
1º Ten. (T) Rogério de Moraes Calazan
Elizete da Silva Vieira
Sérgio Roque Machado (SEROMA)
Amarildo Alves da Silva

Revisão:
CMG (Ref) Pedro Marcos Moniz Cadaval

Arte e Diagramação:
Lucia Moreira (luciahmoreira@yahoo.com)

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

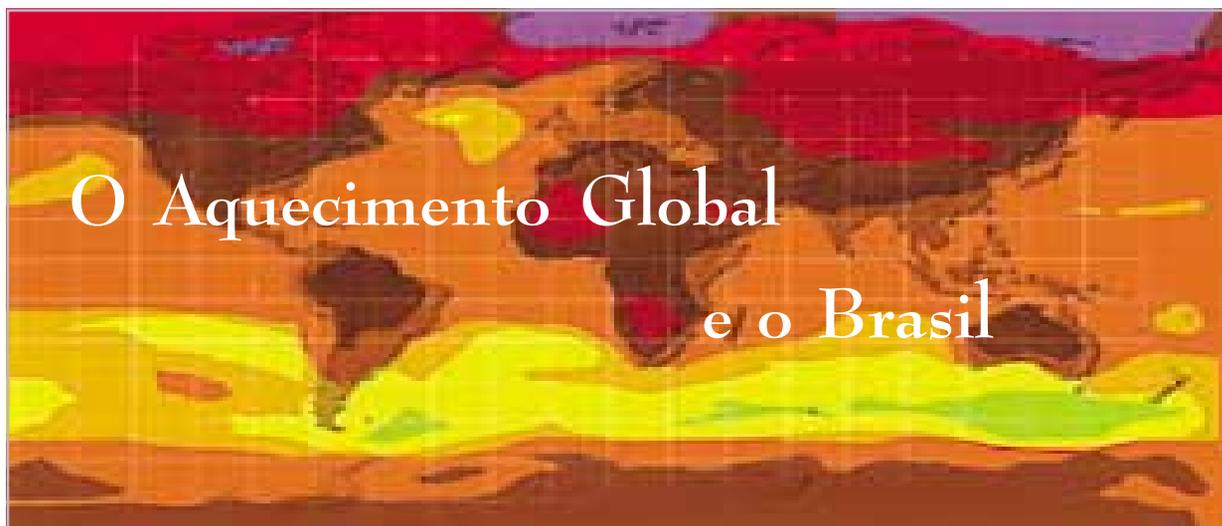
Visite nosso site:
<http://www.ieapm.mar.mil.br>
<http://www.ieapm.mb>

DISTRIBUIÇÃO GRATUITA

Sumário

O Aquecimento Global e o Brasil	5
Avaliação da Atividade Antiincrustante de Glicerofosfolípidios Isolados de Organismos Marinhos da Região de Arraial do Cabo – RJ	8
IEAPM Realiza Mostra “O Domínio Das Ondas”	12
Dados Oceanográficos Coletados por Aeronave de Asa Rotativa – DOCAAR	13
Sistema Atlas Digital de Oceanografia e Meteorologia para Construção Naval	16
Ciência Forense na Marinha: Identificando Derrames de Óleo no Mar	18
IEAPM realiza o VII Encontro de Bioincrustação, Ecologia Bêntica e Biocorrosão	21
Laboratório de Recursos Marinhos – LAREMAR	22
Estação Maregráfica e Monitoramento do Nível do Mar	23
Programa de Pesquisa para Controle do Mexilhão Dourado (Limnoperna fortunei) nas Águas Jurisdicionais Brasileiras	16
O Meteoro que nunca existiu	28
Museu Oceanográfico do IEAPM	30
IEAPM realiza o VII OMAR-SAT	34
Implementação de Estações de Medição de Ondas e Correntes Marinhas por meio de Radar Náutico	35
Previsão do Alcance Sonar – Influência do Fundo Marinho na Velocidade de Propagação e Atenuação dos Sinais Sonoros	39
Propagação da Energia Acústica Submarina	42
Monitoramento de Radionuclídeos	45
A Divisão de Química e o INMETRO	46
A Influência de Efeitos de Alta Frequência do Regime de Ventos na Ressurgência de Cabo Frio	48
Construção de Campos Termohalinos para Inicialização de Modelos Numéricos	50
Sistema de Previsão do Ambiente Acústico para o Planejamento das Operações Navais – SISPRES	52
IEAPM realiza Seminário Brasileiro sobre Água de Lastro	54

Ilustração : Internet



*Capitão-de-Mar-e-Guerra (Ref) Frederico Corner Montenegro Bentes
Assessor de Planejamento do Diretor do IEAPM*

A elevação do nível do mar é apresentada nos dias atuais de modo catastrófico, indicando que todas as cidades costeiras do mundo serão, total ou parcialmente, cobertas pelas águas dos oceanos, como resultado do aquecimento global ou efeito estufa, resultante do aprisionamento do calor irradiado pela Terra por gases, como o bióxido de carbono e amônia, oriundos da atividade humana.

Esta questão pode não ser simples e direta, ou mesmo catastrófica. Outros aspectos envolvidos no aquecimento global e na hipotética elevação do nível dos oceanos necessitam ser mais bem estudados e compreendidos.

O Professor Mörner, pesquisador da Universidade de Estocolmo, aponta que não há relação direta entre o clima e o nível do mar, embora seja verdade que o clima possa se tornar mais quente devido ao efeito estufa. Diz o Dr. Mörner que alguns valores elevados de aumento do nível do mar, apresentados como prova de uma catástrofe, são corretos em escala regional, mas de ocorrência impossível em escala global, com



Orla marítima de Macaé / RJ

base no fato de que os valores do nível do mar em várias partes do mundo não mostram uniformidade, pelo contrário, apresentam um quadro bastante confuso, por serem divergentes, além de concentrados no hemisfério Norte.

A análise do Dr. Mörner mostra que ocorreu uma elevação do nível do mar entre 1830 e 1930 da ordem de 1mm/ano e que não vem ocorrendo elevação vertical do nível do mar, mas redistribuição horizontal das massas d'água nos oceanos. Essa análise é importante por indicar que não ocorreu elevação do nível do mar em escala global superior a 1mm/ano, ao contrário de afirmações sobre valores muito mais elevados.

Afirma ainda que, embora o aquecimento global seja uma realidade no futuro próximo, o nível do mar crescerá devido a três causas incapazes de produzir uma inundação catastrófica em toda a Terra: a fusão das “neves eternas” das altas montanhas, como as que compõem os Andes, os Alpes e o Himalaia, cujo resultado seria uma elevação de 50cm no nível do mar; a expansão da coluna d'água dos oceanos, considerando que as águas mais profundas levariam 1000 anos para se aquecerem, isto é, o efeito do aquecimento nos oceanos é muito mais demorado; e o derretimento da capa de gelo da Antártica, muito lento para produzir efeito significativo no futuro próximo.



Vista do Porto de Recife / PE

O estudo é concluído indicando que a elevação do nível do mar será da ordem de 3 a 10mm/ano, ou 10-20 cm/século, o que trará conseqüências indesejáveis para países com terras baixas e regiões litorâneas, onde ocorra afundamento, ou subsidência da terra “firme”.

Na região Sudeste do Brasil, as variações de longo período dos níveis médios anuais do mar foram estudadas pelo Dr. Afrânio R. de Mesquita, do Instituto Oceanográfico da USP, com base nos registros obtidos nos últimos cinquenta anos por marégrafos instalados na região. Também foi estudada a variabilidade das curvas do nível médio do mar em toda a costa brasileira entre 1950 e cerca de 1990. Elas mostram um acréscimo do nível do mar relativo, isto é, medido por marégrafos fixados à Terra. Embora a tendência dessas curvas seja de crescimento, não é possível afirmar se o volume do oceano ao longo do Brasil está aumentando ou se a Terra está afundando.

O Dr. Afrânio Mesquita afirma que as medições do nível do mar absoluto,

empregando a moderna tecnologia de altimetria por satélite, não produzem valores compatíveis com um aumento do nível do mar ao longo do Brasil e que, também, há fortes evidências de que a costa brasileira, incluída a costa Sudeste, está submergindo a níveis maiores do que se supõe estar aumentando globalmente o nível do mar. E conclui que somente um programa de obtenção de valores GPS, acompanhados de medições de gravimetria, ou seja, da aceleração da gravidade em pontos selecionados, pode resolver esta questão.

Segundo um trabalho dos Dr. Cláudio Neves, Dieter Muehe e Gilberto Fialho, todos da UFRJ, o efeito estufa vem merecendo muita atenção na atualidade devido às conseqüências da elevação do nível do mar para países costeiros, como é o caso do Brasil, com cerca de 7.300 km de linha de costa e cuja região costeira concentra a maioria das atividades socioeconômicas. A pesquisa realizada pelos cientistas mencionados, na região metropolitana de Recife/PE, mostra que embora os dados de

marés na região não sejam suficientes, em termos de tempo de observação, para garantir qual a tendência do nível do mar, algum grau de consciência sobre o assunto deve ser despertado. Devido à localização da cidade de Recife, na foz de dois rios, sua distribuição espacial por áreas de terras baixas e cortadas por vários canais e pequenos rios, os impactos devidos à elevação do nível do mar serão graves naquela cidade. Por exemplo, o estudo feito pelo Dr. Dieter Muehe naquela pesquisa, com base em levantamentos aerofotogramétricos e outras técnicas, permitiu identificar os usos das terras e aquelas situadas abaixo da cota de 5m, indicando que de 90km² de terras emersas, 72 % delas estão abaixo desta cota e, ainda que não seja uma área inundada, ela será de alguma maneira afetada por uma elevação do nível do mar. Continua a pesquisa afirmando que sem considerar os efeitos de uma possível elevação do nível do mar, de vez que o período disponível de dados é insuficiente para definir com precisão o que está acontecendo, a gradual expansão da cidade para áreas antes ocupadas por manguezais, ao longo das margens dos estuários e de lagoas, já tem reflexos importantes na estação chuvosa, com transbordamento de canais, causando enchentes na zona comercial, com os habituais transtornos ao tráfego ou a ocorrência do fluxo de água de uma lagoa para uma galeria num dos bairros de classe média alta da cidade de Recife, produzindo inundação em edificações construídas sobre um antigo manguezal.

Esta questão de inundações em cidades costeiras devido às chuvas parece nada ter com uma elevação do nível do mar resultante do aquecimento global,

entretanto, um exemplo apontado pelo trabalho do Dr. Afrânio Mesquita corrobora estas afirmações sobre a cidade de Recife: durante a passagem de uma frente fria na região Sudeste, coincidente com a maré de sigízia (maré mais alta que ocorre durante as Luas Cheia e Nova), a variação da maré diária foi de cerca de 2m, entre maré alta e maré baixa, e do nível diário do mar de cerca de 70cm, o que causou efeito devastador com as águas do mar adentrando cidades em toda a região Sudeste.

As cidades costeiras brasileiras, de modo geral, estão localizadas nas margens de baías, ou na foz de rios e se desenvolveram nas planícies costeiras contíguas ao longo de rios, com aterros de lagoas e outras terras baixas, tais como manguezais e, por vezes, são recortadas por canais de drenagem. Nessas cidades, costumeiramente, além dessa expansão para o interior, elas se orientaram para as praias, onde as vias públicas litorâneas e construções estão muito próximas do mar, acarretando inundações de vias públicas e conseqüente interrupção do tráfego urbano rodoviário, e às vezes ferroviário, em especial quando a passagem de frentes coincide com marés de sigízia, o que causa o represamento dos rios e canais destinados a escoar águas pluviais.

A outra maneira de influência do nível do mar ocorre se considerarmos as ressacas que podem acompanhar as frentes frias, e se houver coincidência com a maré de sigízia as vagas se arrebeitarão não na praia, mas invadirão a via pública e as construções à beira-mar, como mostrou o trabalho do Dr. Afrânio Mesquita.

Independentemente da solução para a questão posta inicialmente - se a Terra está afundando ou se o nível do mar está subindo

devido ao efeito estufa ou aquecimento global - os Dr. Cláudio Neves, Dieter Muehe e Gilberto Fialho sugerem que, embora existam incertezas sobre a variação do nível do mar, pode-se determinar as áreas vulneráveis e, ainda, que algumas medidas podem ser tomadas já, entre elas o estabelecimento de uma linha de controle ao longo das praias, acompanhada do levantamento topográfico das áreas costeiras, a introdução de dispositivos legais que impeçam construções em terras baixas, com cota inferior a 2m acima do nível do mar atual, a adoção de uma elevação de segurança esperada para edificações, portos, urbanização, drenagem e sistemas de esgoto e avaliação dos custos de proteção, reassentamento e retirada das áreas potencialmente ameaçadas.

Por fim, e não menos importante, o Brasil necessita que sua rede permanente de marégrafos, hoje instalada desde a foz do rio Amazonas até o porto do Rio Grande, operada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação, pelo Departamento de Geodésia do IBGE, por terminais e empresas e pelo

Instituto Oceanográfico da USP, seja objeto de um projeto, com apoio financeiro apropriado, para a sua adequação ao acompanhamento da variação do nível médio do mar devido ao aquecimento global e à comparação com medições do afundamento da Terra.

Deve ser destacado que tanto a elevação do nível do mar devido ao aquecimento global quanto à elevação devida ao afundamento da Terra não ocorrerão instantaneamente, como se um vagalhão súbito viesse do oceano para a Terra ao longo da costa do Brasil, pelo contrário, são efeitos da ordem de centímetros por séculos, imperceptíveis até que o efeito acumulado seja catastrófico, daí a necessidade de acompanhamento ao longo da costa do Brasil de modo contínuo.

A Figura 1 representa o estudo de altimetria feito pelo Instituto de Planejamento da Prefeitura da Cidade do Rio de Janeiro - IPLANRIO e dá idéia do total de terras baixas ocupadas pela área urbana da cidade, passíveis de sofrerem as conseqüências acima descritas.

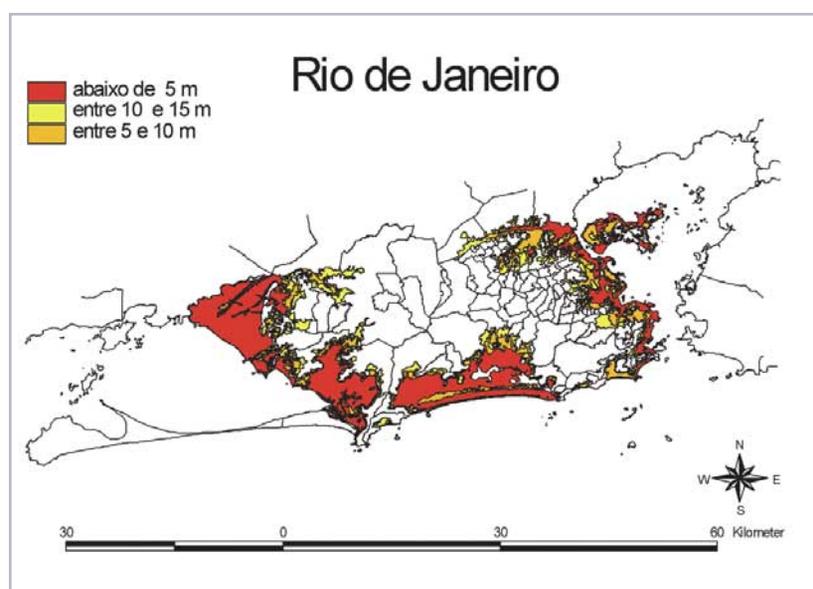


Figura 1 – Altimetria do Estado do Rio de Janeiro

Avaliação da Atividade Antiincrustante de Glicerofosfolipídios Isolados de Organismos Marinhos da Região de Arraial do Cabo – RJ

Capitão-de-Corveta (EN) William Romão Batista¹ e Maria Helena Campos Baeta Neves²

1. Encarregado da Divisão de Química do IEAPM. Graduado em Engenharia Química e pós-graduado (M.Sc.) em Química Analítica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

2. Pesquisadora Titular do IEAPM. Graduada em Ciências Biológicas e pós-graduada (D.Sc.) em Oceanografia Biológica pela Université de Paris.

O presente trabalho foi motivado pela questão relacionada ao banimento, promulgado para 1º de janeiro de 2008, do composto conhecido como tributil estanho (TBT), principal e mais eficiente biocida utilizado em tintas marítimas antiincrustantes, acreditando que o uso de um biocida não-poluente é de fato a melhor resposta para a sua substituição no combate à bioincrustação marinha. O mesmo se justifica pela necessidade da existência comercial de produtos com ação biocida ou antiincrustante, não-agressivos ao meio ambiente, que possam ser utilizados na preparação de tintas marítimas antiincrustante.

O principal objetivo foi avaliar a eficácia antiincrustante de substâncias do grupo dos alquil-glicerofosfolipídios análogos ao composto denominado *Platelet Activating Factor* (PAF) ou Fator Ativador de Plaquetas, que reconhecidamente possui potente ação celular.

Supõe-se aqui que tais compostos,

ao alcançar os invólucros celulares dos microorganismos, possam:

a) devido à característica hidrofóbica de seu radical alquídic, ser facilmente adsorvido por camadas de peptidoglicanos, polissacarídeos, lipopolissacarídeos ou fosfolipídios presentes na membrana plasmática e, agindo como um surfactante, causar danos à célula atingida; e

b) devido a sua característica de PAF-análogo, desencadear uma reação antagônica, *p. ex.*, inflamação, inibição de síntese celular ou apoptose, ocasionando a repulsão ou morte do microorganismo.

A idéia da utilização de tais PAF-análogos como agente antiincrustante tem como princípio o que acontece em outros tipos de células amplamente utilizadas na área médica e farmacológica, baseando-se no possível desencadeamento de uma reação antagônica ou processo inflamatório nas células dos organismos incrustantes em contato com tais produtos.

Deste modo, espera-se que um composto

difundido no biofilme, que possa agir ocasionando o rompimento ou mau funcionamento desta estrutura, faça com que os organismos que iniciam e formam o biofilme, tais como bactérias, microalgas, protozoários, rotíferas, ovos e larvas, sejam repelidos ou mortos, implicando na conseqüente inibição do início do processo de incrustação.

O presente trabalho foi limitado a ensaios em laboratório, utilizando água do mar *in natura*, e visou a verificar o assentamento de microorganismos marinhos, tais como bactérias, cianobactérias e diatomáceas, em lâminas de microscopia devidamente preparadas contendo as substâncias a serem avaliadas.

Para isto, PAF-análogos disponíveis comercialmente e extraídos de organismos marinhos, tais como mexilhão e esponja marinha, induzidos ao estresse por meio de inoculação de substância química irritante, foram avaliados em testes de laboratório quanto à eficácia antiincrustante contra microorganismos

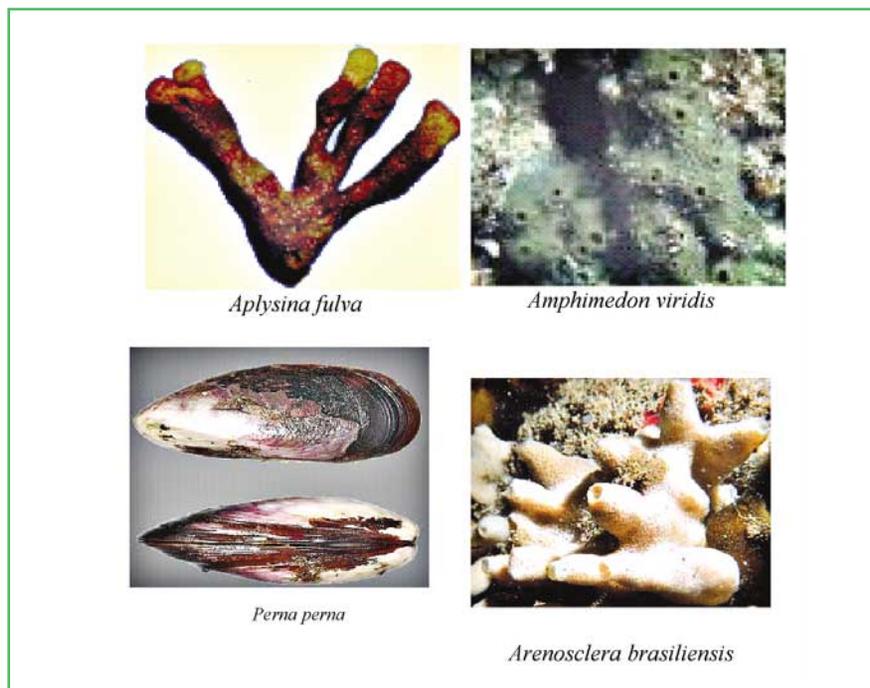


Figura 1 – Organismos marinhos objetos do estudo

planctônicos e material orgânico particulado, mantida sob aeração forçada, permanecendo sob inanição por 36 horas para o início do processo de indução ao estresse, sendo em seguida inoculados com solvente dimetil-sulfóxido (DMSO). A Figura 2 mostra a seqüência e o diagrama empregados no estudo.

Os extratos lipídicos, obtidos após concentração, foram fracionados por extração em fase sólida usando uma coluna cromatográfica de 1 cm de diâmetro preenchida com 10 gramas de sílica (250 – 115 mesh), visando a separar a fração mais polar contendo os glicerofosfolipídios de interesse.

presentes na formação do biofilme, etapa fundamental ao processo de bioincrustação marinha, sendo incorporados em lâminas para microscopia recobertas por gel ágar-ágar e dispostos em tanques contendo água bombeada diretamente do mar.

Os organismos marinhos utilizados, - uma espécie de mexilhão, *Perna perna*, e três espécies de esponjas marinhas, *Aplysina fulva*, *Amphimedon viridis* e *Arenosclera brasiliensis*, foram classificados e separados em dois grupos, dentro de cada espécie, para o processo de extração com solventes (Figura 1).

O primeiro grupo de cada espécie, o qual não sofreu nenhuma inoculação e serviu como referência, teve o seu processo de extração iniciado imediatamente. O segundo grupo foi transferido para recipientes contendo água do mar filtrada, tendo baixos teores de organismos

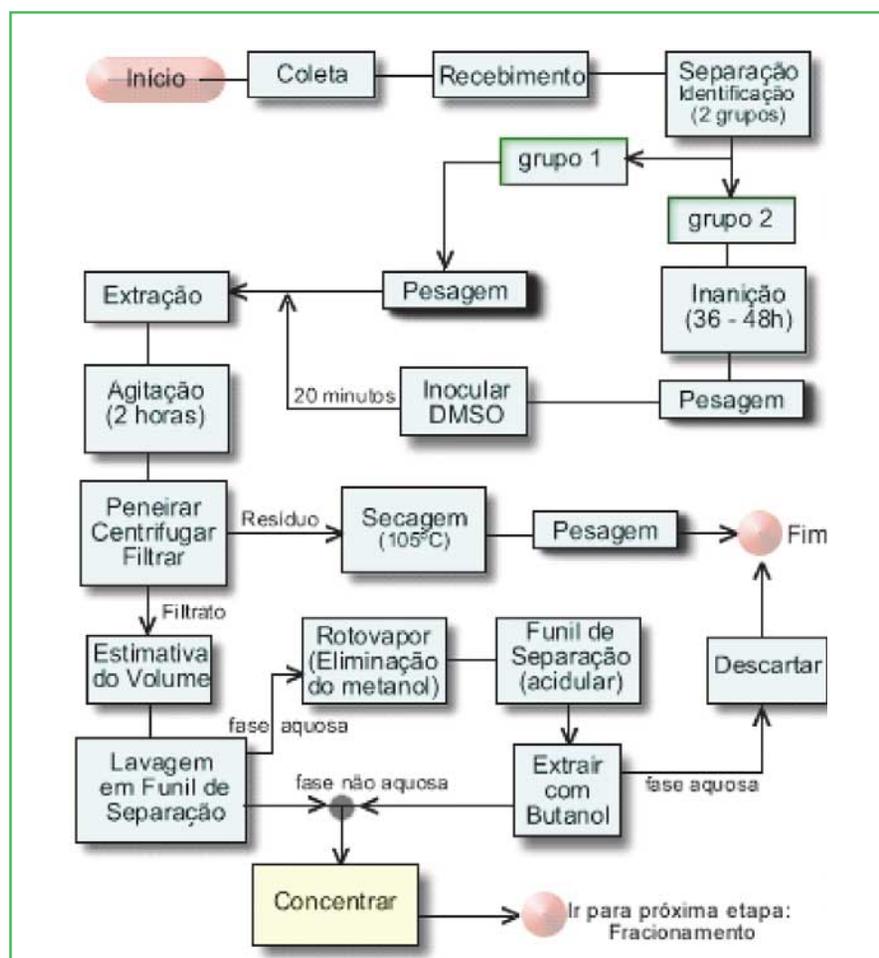


Figura 2 – Diagrama

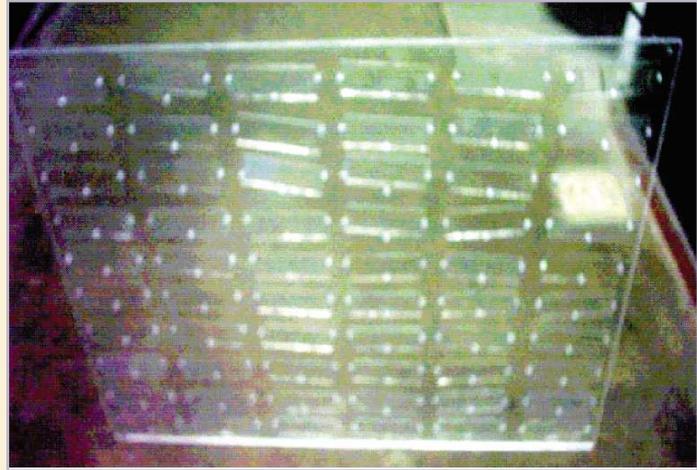


Figura 3 - Tanque e painel utilizado nos experimentos

As frações mais polares dos extratos iniciais, bem como uma solução do branco de reagentes e uma solução contendo um padrão de PAF-análogo foram incorporadas a gel de ágar-ágar e então, deste modo, usados para recobrir unilateralmente lâminas de microscopia. As lâminas assim preparadas foram fixadas em painéis de acrílico e então dispostos em um tanque contendo água do mar *in natura* (Figura 3).

Os painéis, quatro ao total, foram retirados individualmente a cada 48 horas, sendo as lâminas reservadas para posterior avaliação quanto ao grupo e quantidade de microorganismos aderidos por meio de microscopia de epifluorescência.

Na apresentação gráfica dos dados, foi correlacionado o número total de bactérias gram-

negativas aderidas por cm^2 de lâmina entre os extratos inoculados e o extrato de referência de cada espécie. Tendo por base de comparação os valores obtidos pelos

controles branco e padrão, podemos observar a dissimilidade da resposta do padrão em relação ao branco de reagentes e aos demais extratos avaliados, indicando

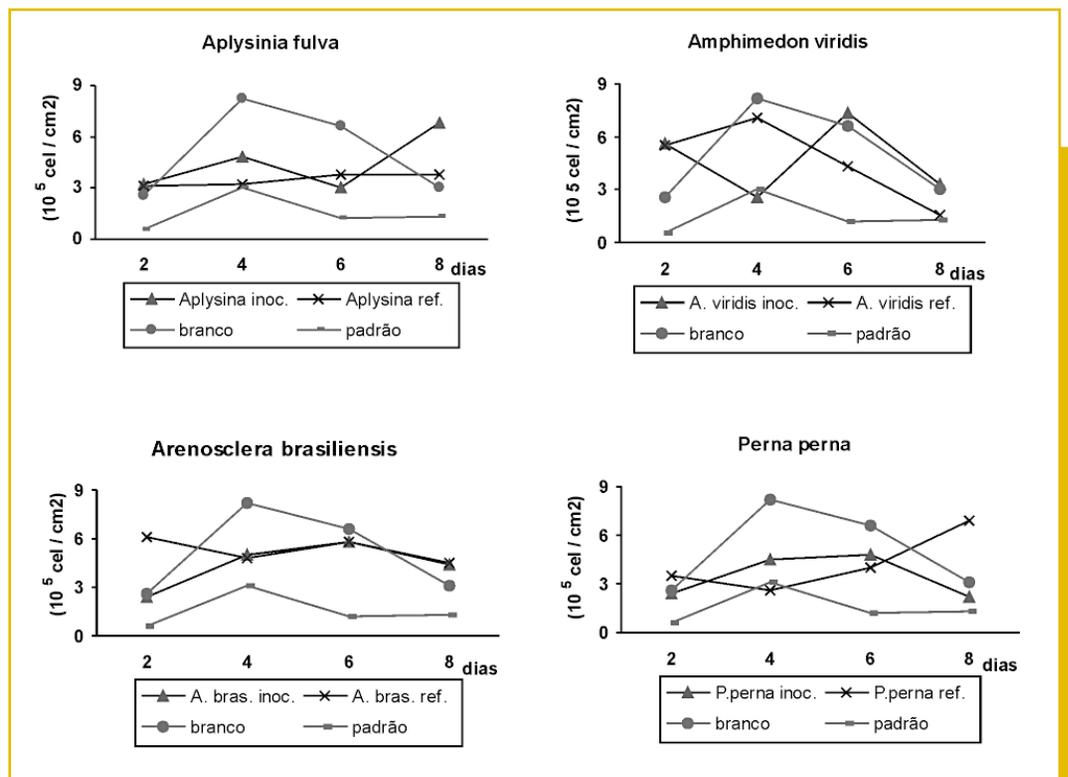


Figura 4 - Total de microorganismos aderidos nos extratos em comparação aos controles branco e padrão.



em todas as comparações uma menor adesão (Figura 4).

A avaliação dos dados estatísticos demonstrou que os extratos que possuíam indícios de PAF-análogos não apresentaram uma ação antiincrustante comparável ao controle do padrão, um PAF-análogo comercialmente disponível, porém acredita-se que a concentração de tais compostos no extrato tenha sido inicialmente superestimada, o que pode ter ocasionado um resultado não significativo. Porém, em relação ao padrão de PAF-análogo utilizado, o mesmo mostrou-se eficaz como um agente inibidor da adesão bacteriana, o qual apresentou, em

comparação ao branco de reagentes, uma menor adesão de bactérias gram-negativas. Contudo, nada se pode inferir sobre o mecanismo da ação inibidora, ou seja, se ela ocorreu por ação surfactante ou por sinalização celular. Por outro lado, devido à diminuta quantidade de adesão das cianobactérias e diatomáceas, não foi possível fazer qualquer avaliação relacionada a estes microorganismos. Para isto, devemos atentar para um maior tempo de imersão dos experimentos, permitindo que tal adesão venha a ocorrer, possibilitando assim obter uma maior quantidade de dados relacionados a estes microorganismos.

Por último, a utilização de um composto análogo ao PAF como um agente antiincrustante apresenta-se como uma promissora perspectiva na substituição do TBT, pois ao contrário de outros biocidas naturais já pesquisados, o mesmo apresenta uma molécula de fácil síntese e sua possível atuação como um mediador celular pode torná-lo mais eficaz em menores concentrações e permitir que o mesmo atue seletivamente na membrana citoplasmática dos microorganismos da bioincrustação, de modo que tal substância poderá apresentar-se como um produto antiincrustante economicamente viável e principalmente ambientalmente correto.

Estudos Oceanográficos

www.emgepron.com.br

Levantamentos Hidrográficos e Geofísicos

Oceanografia e Ciências Ambientais

Geo-informação

Auxílio à Navegação

EMGEPRON
EMPRESA GERENCIAL DE PROJETOS NAVAIS



IEAPM Realiza Mostra “O Domínio Das Ondas”

Capitão-de-Fragata Tadeu de Mendonça **Pereira Lima**

Chefe do Departamento de Apoio Técnico do IEAPM. Aperfeiçoado em Hidrografia e Navegação.



Aspecto do Salão do 1º piso

O Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira realizou a Mostra “Domínio das Ondas”, no período de 02 a 14 de outubro de 2007, em paralelo ao VII Simpósio sobre Ondas, Marés, Engenharia Oceânica e Oceanografia por Satélite (VII OMAR-SAT).

Este evento recebeu o apoio da Petróleo Brasileiro S.A. (PETROBRAS), da Secretaria de Turismo de Arraial do Cabo e do Estaleiro Cassinú, e contou com as participações do Canal de TV Woohoo, da fábrica de pranchas Fly Surfboard de Cabo Frio, das lojas Pier, Viamar, Tirannus e Toca do Lobo.

O propósito do evento foi aproveitar a presença de um grupo seletivo de pesquisadores e especialistas em oceanografia física, engenharia oceânica e oceanografia por satélite, participantes do VII OMAR-SAT, para aproximar a comunidade científica e a população em geral, a fim de demonstrar e divulgar a importância das Ciências do Mar, contribuindo assim para despertar possíveis vocações em jovens estudantes.

O evento, realizado no Espaço Cultural Amazônia Azul, contou com uma exposição no salão do 1º piso, composta por banners do Projeto “Previsão de Ondas

por Radar”; trabalhos de geologia aplicada à formação de ondas na região de Cabo Frio; um estande da fábrica de pranchas Fly Surfboard; um Simulador de Ondas montado pelo Dr. Leandro Calado, pesquisador do IEAPM; e grande acervo do Museu de Surf de Cabo Frio, incluindo dezenas de pranchas de diversos tipos, materiais, tamanhos e épocas, quadros, troféus, fotografias e miniaturas. Já no Auditório do piso superior, foi realizado um ciclo de palestras de Oceanografia e suas aplicações.

Compareceram diversos segmentos da sociedade como: autoridades da cidade de Arraial do Cabo (Secretários de Turismo, de Esportes e de Educação e Cultura); professores dos ensinos médio e superior; empresários do setor hoteleiro, de esportes e turismo; alunos de cursos superiores de Oceanografia; alunos do ensino médio; turistas nacionais e estrangeiros; e grupos escolares.



Visitação pública

Dados Oceanográficos Coletados por Aeronave de Asa Rotativa – DOCAAR

Capitão-de-Corveta (T) *Ana Cláudia de Paula*¹ e *Leandro Calado*²

1. Encarregada da Divisão de Modelagem de Sistemas do IEAPM. Graduada em Oceanografia, especializada em Geologia e Geofísica Marinhas e doutoranda em Oceanografia Física pela Universidade de São Paulo.

2. Ajudante da Divisão de Modelagem de Sistemas do IEAPM. Graduado em Física e pós-graduado (D.Sc.) em Oceanografia Física pela Universidade de São Paulo.

Introdução

Desde da década 60, os batitermógrafos descartáveis (*eXpendable Bathy Thermographs* – XBT) são aplicados com sucesso pela comunidade oceanográfica mundial. Medições de XBT podem ser utilizadas em diversas aplicações, como na previsão de alcance sonar na cena de ação, na previsão de correntes em operações de resgate (SAR), no controle e no monitoramento de derramamento de óleo, nas operações em plataformas de petróleo e na pesca industrial, entre outras.

Sondas batitermográficas descartáveis desenvolvidas especialmente para lançamentos por aeronaves (*Airbourne eXpendable Bathy Thermographs* – AXBT) é uma tecnologia relativamente antiga e está disponível para aeronaves de pequeno e médio portes. Este tipo de operação possibilita prover rapidamente as temperaturas perfiladas de uma extensa área, caracterizando, sinoticamente, uma região de mesoescala tridimensionalmente.

Este trabalho tem o propósito de oferecer uma solução mais acessível para a realização de campanhas com aeronaves (helicópteros) utilizando XBT, projetado



Figura 1: Aeronave SH-3 lançando XBT (acima) e embarcação AvPqOc Diadorim (à esquerda), utilizadas nas campanhas.

para ser lançado de embarcações, por terem um custo menor que os AXBTs. Desta forma, será possível a caracterização, em tempo quase real, da temperatura em profundidade, associando-a a feições oceanográficas.

O objetivo principal deste trabalho foi testar a possibilidade e desenvolver uma metodologia para coleta de dados de XBT (projetado para uso em embarcações), utilizando helicópteros, além de viabilizar a

coleta de dados de modo a caracterizar, em tempo-quase real, a temperatura em profundidade, associando-a a feições oceanográficas.

Campanhas realizadas

Foram realizadas duas campanhas de teste de lançamento de XBT por helicóptero SH-3, do 1º Esquadrão de Helicópteros Anti-Submarinos (HS-1), simultâneas com a

embarcação AvPqOc Diadorim, do IEAPM (Figura 1).

A primeira campanha teve como objetivo estabelecer a viabilidade de execução do lançamento em si e uma calibração preliminar dos dados. Foram realizadas quatro estações numa radial perpendicular à costa, ao largo da Ilha do Cabo Frio, conforme apresentado na Figura 2. A seção radial ao largo de Cabo Frio representa o gradiente térmico vertical característico dessa região, revelando a distribuição de águas mais frias no fundo da plataforma continental associadas à Água Central do Atlântico Sul (ACAS). Próximo à costa, tem-se a isoterma de 18°C entre aproximadamente as profundidades de 50 e 60 m, configuração característica de meses de verão e primavera, como é o caso. Entretanto, comparando os perfis coletados pela embarcação e pela aeronave, foi possível verificar uma pequena discrepância entre os dados. Este desvio foi ocasionado, possivelmente, devido à altura de lançamento do XBT pela aeronave, que altera as características da equação de queda do XBT.

A segunda campanha teve como objetivo principal a calibração dos dados em função da altura de lançamento do XBT pela aeronave. Projetou-se uma campanha com o intuito de elucidar os motivos das diferenças das medidas na primeira campanha. Os lançamentos nesta campanha foram feitos de três alturas diferentes pela aeronave e simultaneamente foram coletados dados com a embarcação, todos na mesma região da campanha anterior. Em função dos resultados e de informações contidas na literatura, recalibrou-se a equação de queda do XBT, a partir da altura de lançamento, viabilizando a operação de lançamento de XBT por helicópteros.

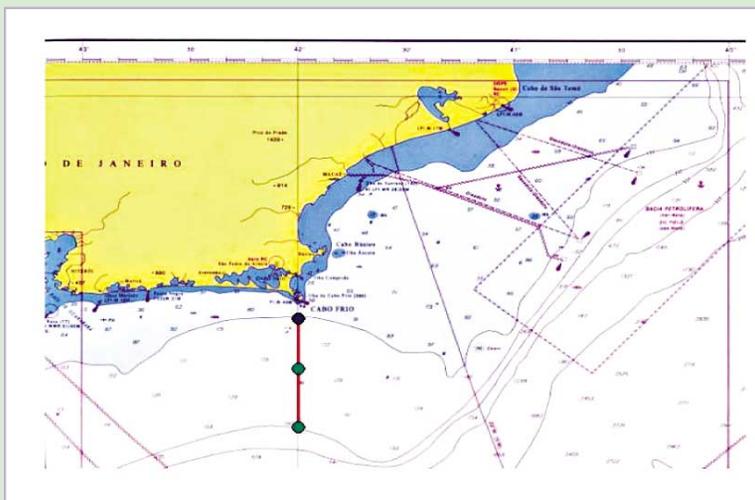


Figura 2: Localização das estações de lançamento de XBT e o lançamento sendo feito pelo SH-3.

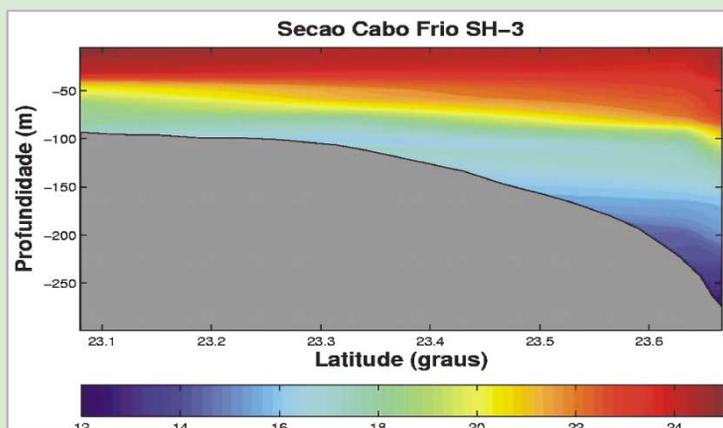


Figura 2: Localização das estações de lançamento no extrato da Carta Náutica nº INT 2008 (DHN). Seção de temperatura ao largo de Arraial do Cabo realizada pela aeronave SH-3

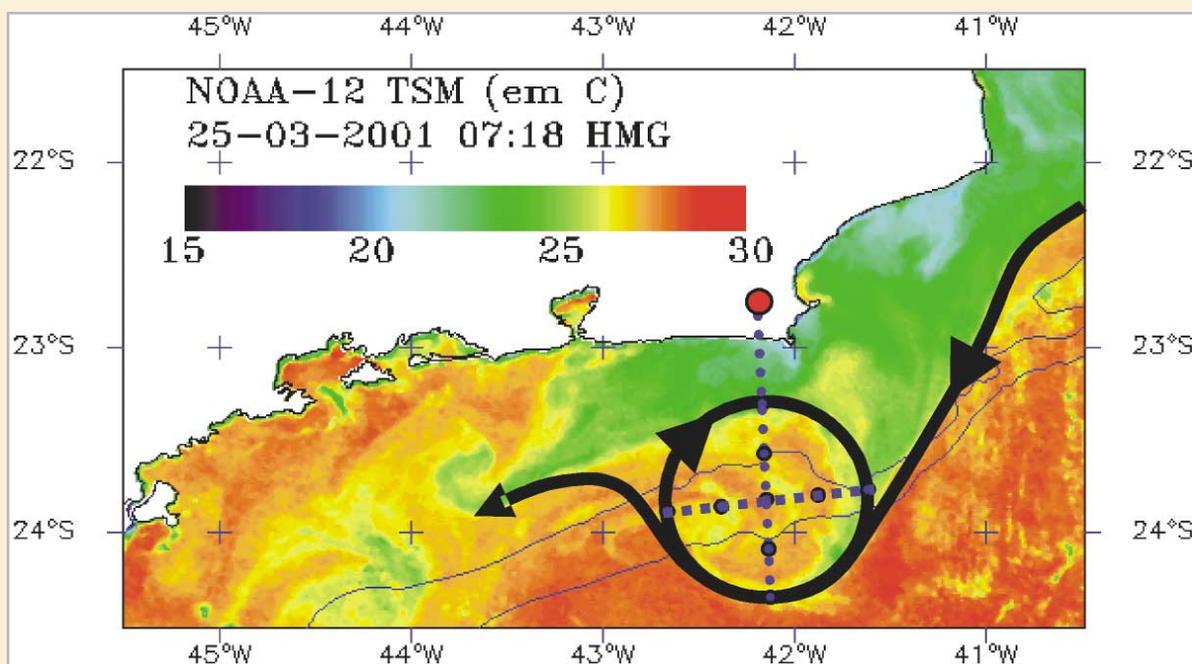


Figura 3: Exemplo de estações de XBT previstas para um vórtice de Cabo Frio, com SH-3 partindo da Base Aeronaval de São Pedro da Aldeia.

Proposta futura DOCAAR – PETROBRAS

Com base nas campanhas e nos estudos até o momento realizados, foi firmada uma parceria entre o IEAPM e a PETROBRAS para ser obtida uma climatologia termohalina dos vórtices ao largo de Cabo Frio, na qual o objetivo principal é estudar o comportamento desses vórtices, utilizando a vantagem da rapidez de coleta e mobilização com aeronave.

A Figura 3 apresenta um exemplo de proposta de coleta de dados para o vórtice de Cabo Frio com o helicóptero partindo da Base Aeronaval de São Pedro da Aldeia, com

duração prevista de 4h de voo e uma distância máxima percorrida de 107,7 MN.

A dinâmica das campanhas será norteadas por imagens orbitais (Temperatura da Superfície do Mar – TSM, altura ou cor do oceano), sendo que a aeronave será acionada assim que detectado o início de formação de um vórtice. Esta proposta de pesquisa visa a enriquecer o entendimento da dinâmica do vórtice de Cabo Frio, bem como objetiva a obtenção de dados oceanográficos de forma sinótica para alimentar modelos de previsão de circulação oceânica e de alcance sonar.

Conclusão

A utilização de helicópteros para obtenção de perfis de temperatura com XBT, regularmente utilizado por embarcações, é possível. Entretanto, ainda devem ser validados os resultados para perfis profundos e para outros modelos de XBT, contemplando todos os graus de liberdade do problema. Novas campanhas com esta metodologia têm que levar em consideração uma precisão na altura de lançamento, embora tenha sido verificado que quanto menor for a altura de lançamento, mais precisos serão os dados coletados.

Sistema Atlas Digital

de Oceanografia e Meteorologia para Construção Naval

Capitão-de-Corveta João Franswilliam Barbosa

Encarregado da Divisão de Instrumentação Oceanográfica do IEAPM. Aperfeiçoado em Hidrografia e Navegação e pós-graduado (M.Sc.) em Engenharia Oceânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

As características oceânicas e meteorológicas constituem fatores de fundamental importância ao correto dimensionamento dos meios navais, no que diz respeito aos projetos de casco, sistemas de propulsão e sistemas de armas.

Desta forma, está sendo implementado pelo IEAPM um sistema computacional denominado Atlas Digital de Oceanografia e Meteorologia para a Construção Naval, elaborado a partir de

requisitos estipulados pela Diretoria de Engenharia Naval (DEN).

O sistema apresenta estimativas calculadas, a partir de dados oriundos de áreas oceânicas de interesse da Marinha, de temperatura, salinidade, densidade, velocidade do som, circulação, temperatura do ar, temperatura da superfície do mar, pressão atmosférica ao nível do mar, umidade, vento, marulhos e batimetria.

O Atlas possui ainda os módulos de cálculo de nascer e pôr-do-Sol e de nascer e pôr-da-Lua, de crepúsculos civil e náutico, de fases da Lua e de previsão de maré em portos fluviais, que apesar de não fazerem parte da caracterização da área no contexto do sistema, fornecem importantes informações para o planejamento de construção e obtenção de meios, sem contudo estarem homologados como documento de Auxílio à Navegação pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN). A Figura 1 mostra a tela de apresentação do sistema.

Fruto de uma parceria entre o IEAPM e a DEN, o Sistema Atlas Digital de Oceanografia e Meteorologia para a Construção Naval teve concluída a sua terceira versão. Este Atlas objetiva fornecer parâmetros ambientais para auxílio no desenvolvimento de projetos para a construção de meios de superfície e submarinos, por meio do levantamento, compilação e análise dos dados disponíveis e da aplicação de técnicas de reanálise, de análise objetiva e de modelagem numérica para o preenchimento das lacunas de informação atualmente existentes nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB).

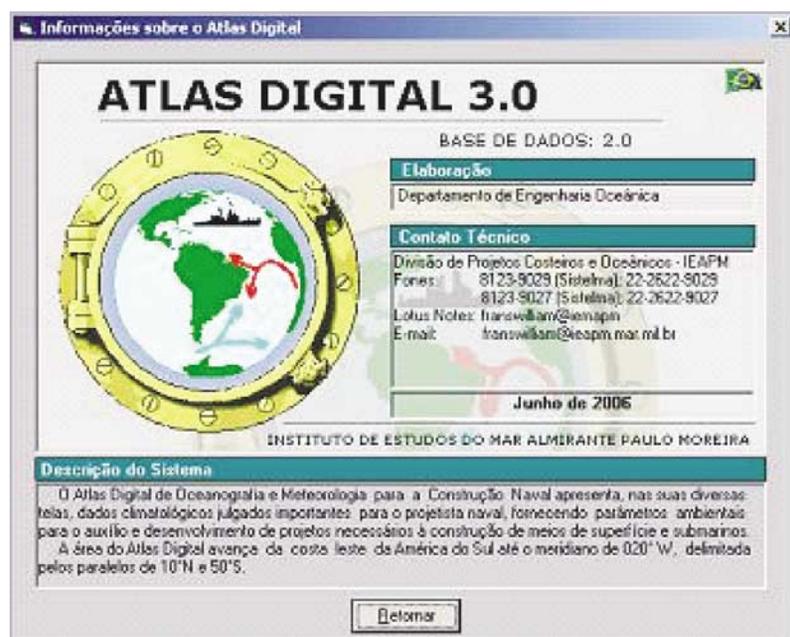


Figura 1 – Tela de Apresentação

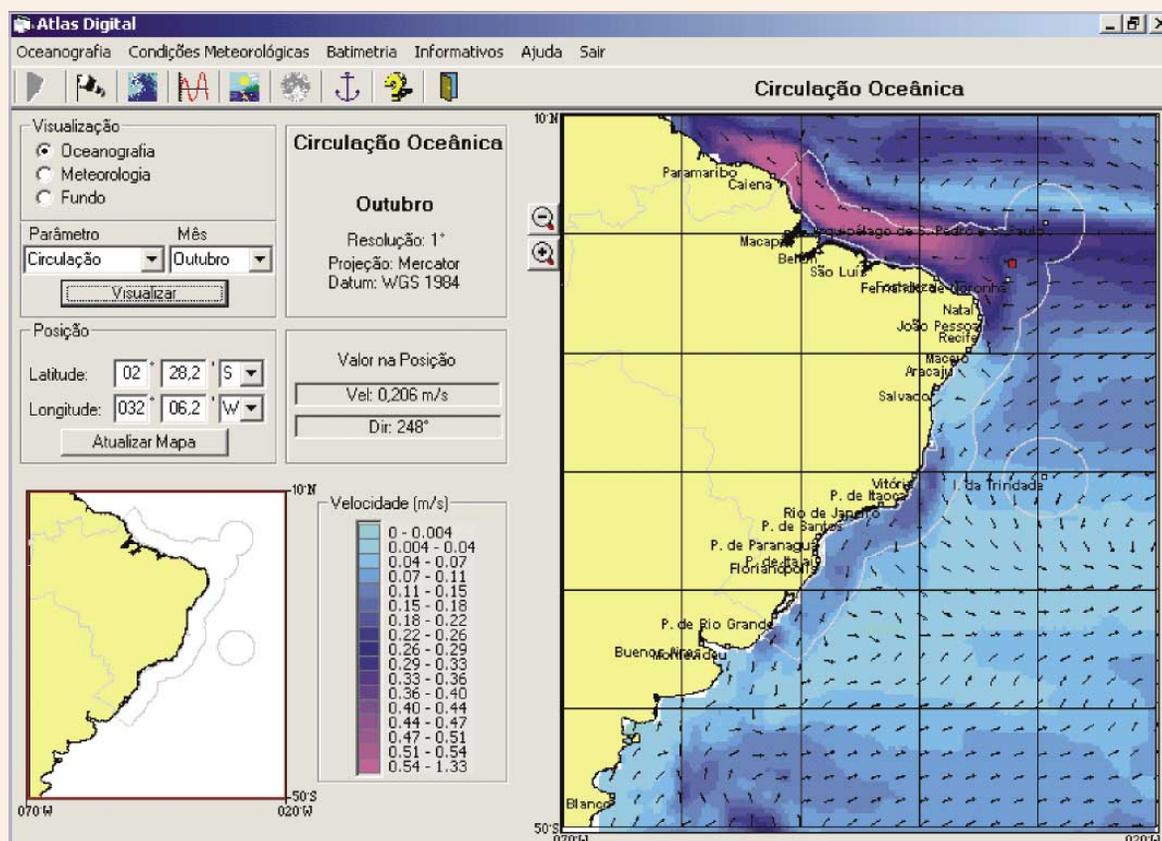


Figura 2 – Interface de Circulação Oceânica

Tendo como área total do projeto a área marítima correspondente às AJB e às regiões adjacentes ao norte, à leste e ao sul, compreendida entre os paralelos 10° N e 50° S, e a costa leste da América do Sul e o meridiano de 20° W, este Sistema disponibiliza parâmetros prioritários estabelecidos em comum acordo entre a DEN e o IEAPM, quais sejam:

- alturas (significativa, máxima e mínima) e período de ondas;
- intensidade e direção do vento;
- intensidade e direção de correntes oceânicas;
- temperatura, salinidade e densidade da água do mar à superfície e ao longo da coluna d'água;

- pressão atmosférica;
- temperatura do ar; e
- umidade relativa do ar.

Esta área marítima de interesse do Brasil pode ser regionalizada, por critérios oceanográficos e meteorológicos, em quatro subáreas, a saber: a região Norte, do Cabo Orange a Fortaleza; a região Leste, de Fortaleza a Caravelas; a região Sudeste, de Caravelas à Ilha de Santa Catarina; e a região Sul, da Ilha de Santa Catarina ao paralelo de 50° S, todas da costa ao meridiano de 020° W. Assim, teremos navios e embarcações-tipo adequados para a execução de operações navais em cada uma das subdivisões

identificadas onde o projeto do meio, além do emprego tático, depende dos fatores ambientais, isto é, do conhecimento das características oceano-meteorológicas das áreas em que os meios serão empregados. A Figura 2 apresenta uma das interfaces do sistema.

Este conhecimento pode, inclusive, ser utilizado pelo Setor Operativo na distribuição de navios ou embarcações, tendo em vista que cada área sob a responsabilidade dos Comandos de Distritos Navais possui características ambientais que influenciam a eficácia do emprego dos meios, no que diz respeito aos projetos de casco, sistemas de propulsão e sistemas de armas.

Ciência Forense na Marinha: Identificando Derrames de Óleo no Mar

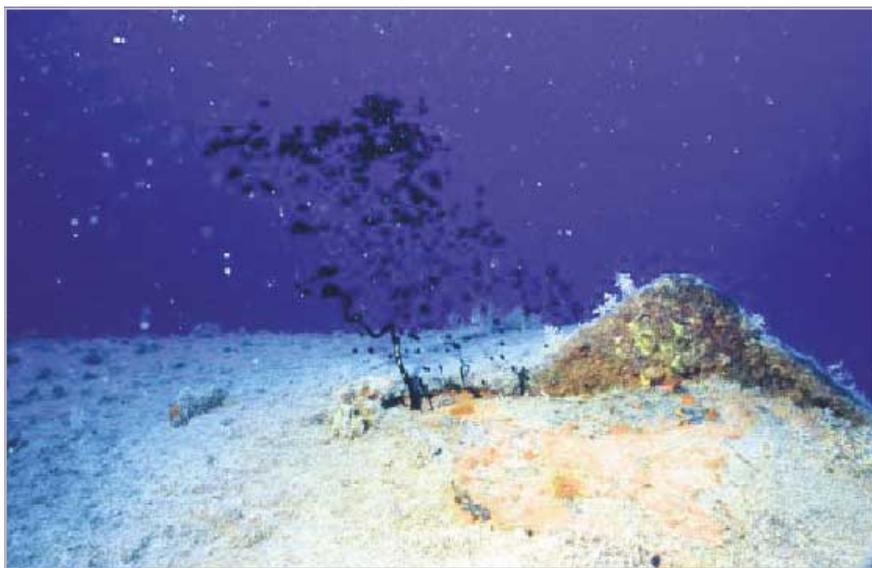
Capitão de Corveta (EN) **Márcio Martins Lobão**

Ajudante da Divisão de Química do IEAPM. Graduado em Engenharia Química e pós-graduado (M.Sc.) em Química Analítica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.



Óleo na beira da praia em Camelle, Espanha

Diversas séries na televisão ilustram a utilização de técnicas analíticas avançadas na elucidação de casos policiais. Séries como CSI[®] (Crime Scene Investigation), por exemplo, enfatizam a importância da utilização de tais técnicas como ferramentas de apoio à investigação criminal. Na ocorrência de um delito, deve ser assegurado ao réu o amplo direito à defesa, bem como ninguém pode ser condenado injustamente, de forma que na ocorrência de dúvida acerca da autoria de um crime, não é possível atestar inequivocamente a culpa de um réu que, então, não pode ser condenado. Tais técnicas visam, portanto, a promover a comprovação incontestável da autoria de um determinado delito, de forma que não parem dúvidas acerca do real autor do fato, prestando-se como um suporte técnico ao processo de investigação. Tendo em vista as especificidades de cada caso, sua elucidação envolve o uso de equipamentos de alta



Vazamento de óleo no casco soçobrado do USS Mississinewa – Micronésia

tecnologia, bem como de pessoal multidisciplinar altamente capacitado, de forma a conduzir tais trabalhos de investigação forense de forma inequívoca. Mas existe relação entre a investigação forense, seja ela ficção ou realidade, e o trabalho realizado pela Marinha do Brasil?

Desde o ano 2000, com a promulgação da Lei Federal nº 9966, que dispõe sobre a prevenção, controle e fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, compete à Autoridade Marítima, exercida pelo Comandante da Marinha, “levantar dados e informações e apurar responsabilidades sobre os incidentes com navios, plataformas

e suas instalações de apoio que tenham provocado danos ambientais”. Com isso, a Marinha do Brasil possui a atribuição legal de investigar a ocorrência de derrames de óleo no mar e promover a punição dos responsáveis, em conformidade com o disposto no Decreto Federal nº 4.136/2002. Ocorre que nem sempre é possível identificar obviamente o autor de um determinado derrame, e negar a autoria sempre faz parte de qualquer estratégia de defesa, sobretudo em vista das cifras que podem estar envolvidas quando da aplicação de multas. Deve-se, por isso, utilizar técnicas de investigação que permitam apontar, de forma incontestável e juridicamente reconhecível, o responsável por um determinado derrame de óleo.

Óleos são definidos pela Lei nº 9966 como “qualquer forma de hidrocarboneto (petróleo e seus derivados), incluindo óleo cru, óleo combustível, borracha, resíduos de petróleo e produtos refinados”. Quaisquer combustíveis ou lubrificantes comerciais, bem como o petróleo bruto, estão, portanto, enquadrados nesta definição. Óleos são misturas de muitas diferentes substâncias químicas, cada uma das quais com sua inerente toxicidade e comportamento quando presentes em meio ambiente.

A determinação do “fingerprint”, ou impressão digital de óleos, requer a investigação detalhada de diversos fatores que podem intervir no processo de identificação da fonte. A intemperização em meio ambiente – entendida como a alteração nas propriedades químicas e físicas do produto derramado em decorrência da ação de ventos e temperatura, entre outros fatores que acabam alterando a composição química do produto original – dificulta crescentemente o estabelecimento de relações inequívocas entre o derrame e suas possíveis fontes, conforme aumenta o tempo entre o derrame, sua descoberta e o decorrente processo de investigação (Figura 1). Além disso, as inúmeras possibilidades na composição dos diversos óleos, tanto nos petróleos brutos, quanto em produtos refinados, pode requerer uma abordagem específica para a determinação do “fingerprint” do produto derramado.

Apesar das dificuldades que envolvem um adequado processo de investigação, a composição química do produto derramado sempre fornece dicas acerca de sua origem. Óleos brutos, mesmo pertencentes a uma mesma bacia produtora e que podem,

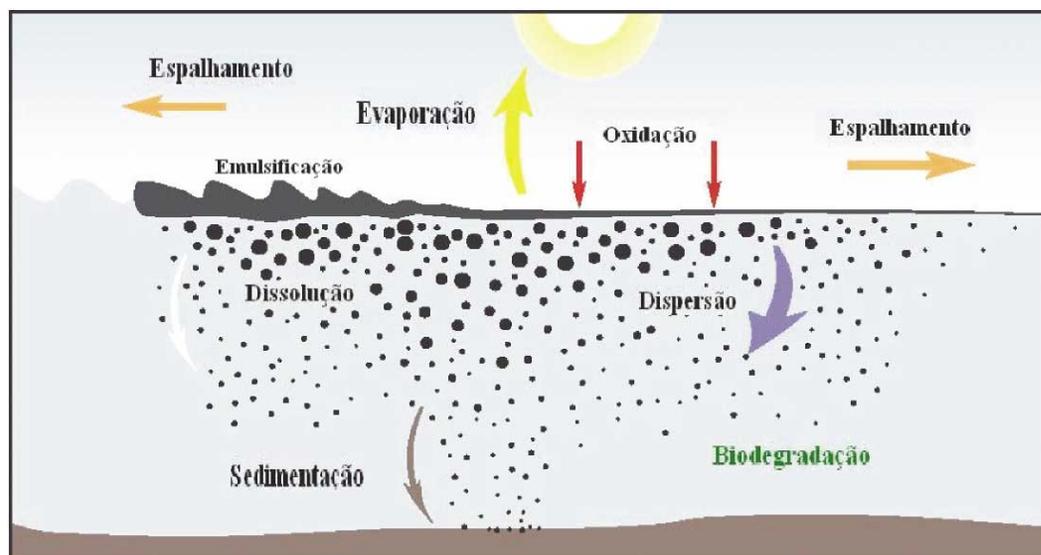


Figura 1- Esquema de intemperização do óleo derramado no mar.

Fonte: The International Tanker Owners Pollution Federation Limited – ITOPF Handbook 2007/2008.

portanto, apresentar elevada similaridade, sempre terão alguma característica que permitirá diferenciá-los entre si, em decorrência de pequenas variações na sua composição original, de forma que cada óleo é único. O petróleo é um produto de alteração geológica da matéria orgânica, acumulada em ambiente sedimentar ao longo de milhões de anos. Portanto, sua composição depende dos organismos vivos que lhe deram origem e também das condições de deposição e maturação desta matéria orgânica. Como regiões diferentes da Terra tiveram, ao longo do tempo, organismos adaptados às condições climáticas localmente reinantes e também processos de conformação geológica diversos, é de se esperar que os petróleos tenham composições bastante variáveis ao redor do mundo, o que permite estabelecer claramente a região de onde um determinado óleo foi extraído e estimar a sua idade.

Já a diferenciação de produtos comerciais derivados de petróleo requer uma análise diferenciada. Ao mesmo tempo em que somente a identificação do produto

derramado exclui suspeitos que obviamente não ocasionaram o episódio (por exemplo por não pertencerem a uma classe de navios que utilizariam o produto derramado – como nos derrames de petróleo bruto em que navios graneleiros são arrolados como suspeitos), a diferenciação óbvia entre duas fontes que transportem produtos muito similares, como por exemplo, um derrame envolvendo óleo diesel marítimo, utilizado por muitas embarcações pode ser difícil, sobretudo quando o fator intemperização entra em cena. Nesses casos, diferenciar dois suspeitos somente com as técnicas disponíveis na Química Analítica é uma tarefa bastante complexa. O processo de refino do petróleo bruto promove a separação das diversas substâncias presentes em função dos seus diferentes pontos de ebulição ou, em última análise, da sua volatilidade. Com isso, produtos comerciais da faixa da gasolina ou do diesel são ricos em substâncias mais leves, que tendem a ser bastante voláteis, com elevada perda por evaporação em meio ambiente e com pouco (ou até mesmo nenhum) resíduo recalcitrante, ou seja,

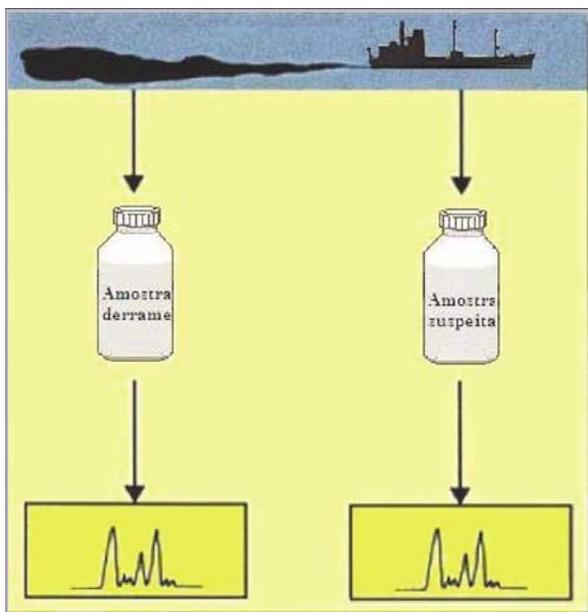


Figura 2 - Comparação entre um derrame e uma amostra suspeita, demonstrando a perfeita coincidência entre as amostras coletadas.

resistente ao processo de intemperização. A identificação de produtos leves, quando em médio a avançado estado de intemperização é um desafio. Tal dificuldade, porém, não é observada com produtos comerciais mais pesados, como alguns óleos lubrificantes, óleos combustíveis pesados ou óleos residuais (Figura 2). Mesmo sujeitos à intemperização, estes produtos sempre deixarão resíduos que permitam a determinação do “fingerprint” com a utilização de técnicas disponíveis na Química Analítica.

Várias técnicas podem ser utilizadas na comparação entre o óleo oriundo de um derrame e aqueles obtidos das fontes consideradas suspeitas. A espectrometria na região do infravermelho é uma técnica útil para episódios em que o óleo derramado não tenha sofrido intemperização, ou em seus estágios iniciais. A análise de metais também pode ser utilizada, podendo ser importante na diferenciação de alguns óleos ricos em metais, sobretudo níquel e vanádio. Porém, as técnicas mais importantes são

aquelas que envolvem a separação cromatográfica dos diversos componentes do óleo. A cromatografia propicia a separação e análise dos hidrocarbonetos presentes num determinado óleo em função da sua volatilidade, num processo similar à destilação em que as diversas substâncias atravessam uma coluna de separação, dita coluna cromatográfica, numa ordem estabelecida em função dos seus pontos de ebulição. Separadas as diversas substâncias presentes num óleo, em sua maioria hidrocarbonetos, parte-se para

a sua identificação e quantificação, onde é possível detectar os diversos componentes presentes com um detector de ionização em chama ou com um espectrômetro de massas. A análise química por meio da técnica de CG-EM (cromatografia em fase gasosa com detecção por espectrometria de massas) é a única que fornece evidência incontestável para a identificação da fonte de um determinado derrame, permitindo estabelecer a impressão digital de tais óleos pela determinação dos perfis de biomarcadores de petróleo.

Também conhecidos como fósseis geoquímicos, os biomarcadores de petróleo são compostos orgânicos complexos presentes no petróleo e originados a partir da degradação de substâncias presentes em organismos outrora vivos. São encontrados em materiais geológicos sedimentares (petróleos, rochas, carvões etc) e apresentam estruturas que sofreram pouca, ou mesmo nenhuma, alteração em relação às substâncias orgânicas que lhes deram origem.

Biomarcadores de petróleo são úteis porque suas estruturas complexas revelam mais informações sobre as suas origens do que outros compostos de ocorrência menos específica, visto que guardam relação estrutural e permitem correlações com substâncias orgânicas presentes nos organismos vivos. Os biomarcadores são um poderoso componente na exploração de petróleo. Combinada com outras ferramentas de exploração, a geoquímica de biomarcadores reduz significativamente o risco associado à busca por novos reservatórios dessa matéria-prima. Além de sua importância em estudos de exploração de petróleo, a resistência desses biomarcadores à decomposição, mesmo após terem sido submetidos ao beneficiamento industrial nas refinarias, constitui-se em uma importante ferramenta em estudos ambientais, propiciando a identificação dos autores de um dado derrame graças à identificação de seus perfis químicos e à avaliação da sua similaridade com óleos provenientes das fontes consideradas suspeitas.

Nos últimos anos, a Divisão de Química do IEAPM tem investido na capacitação do seu pessoal e na aquisição de equipamentos, a fim de realizar análises para a determinação dos perfis químicos de óleos derramados, ditas análises comparativas, e prestar apoio aos demais órgãos da Marinha do Brasil na investigação de episódios de poluição das águas jurisdicionais brasileiras por óleo.

Por meio das análises comparativas para a identificação dos responsáveis por derrames de óleo no mar, o IEAPM espera prestar sua parcela de contribuição para evitar a contaminação ambiental, permitindo assim a utilização racional e sustentável das nossas águas e a preservação desse patrimônio para as gerações futuras.



IEAPM realiza o VII Encontro de Bioincrustação, Ecologia Bêntica e Biocorrosão

*Maria Helena C. Baeta Neves
Pesquisadora Titular do IEAPM. Graduada em Ciências Biológicas e pós-graduada (D.Sc.) em Oceanografia Biológica pela Université de Paris.*

O VII Encontro de Bioincrustação, Ecologia Bêntica e Biocorrosão foi realizado no período de 26 a 30 de novembro de 2007, nas dependências do Hotel “A Ressurgência”, em Arraial do Cabo – RJ, e teve como tema “**A utilização de biocidas naturais em tintas antiincrustantes**”. Este encontro é realizado a cada dois anos com o propósito de ampliar e diversificar o intercâmbio científico e tecnológico no País, visando a proporcionar aos profissionais das áreas afins o conhecimento do estado da arte nas áreas de bioincrustação, biocorrosão e ecologia bêntica, a fim de estabelecer melhores critérios no emprego de recursos financeiros nas atividades navais e na conservação do meio ambiente.

O evento contou com a participação de 180 pessoas, entre profissionais e estudantes de pós-graduação, de 43 instituições. O encontro foi dividido em seis sessões abordando os seguintes assuntos: Projeto Integrado: Desenvolvimento de Tintas Antiincrustantes à Base de Biocidas Naturais - BIONATURA e Apresentação do Laboratório de Recursos do Mar - LAREMAR; Larvas, Colonização e



Sucessão; Macrofauna; Impacto Antropogênico; Bioinvasão; e Tributo à Professora Yocie Yoneshigue-Valentin, da UFRJ.

Foram realizadas nove conferências, proferidas por pesquisadores do Brasil, Argentina, Chile, EUA e Venezuela, cinco palestras e apresentados 78 trabalhos científicos e duas mesas redondas.





Laboratório de Recursos Marinhos – LAREMAR

Ricardo Coutinho

Pesquisador Titular do IEAPM. Graduado em Ciências Biológicas e pós-graduado (Ph.D.) em Oceanografia Biológica pela Duke University e Woods Hole Oceanographic Institute.

Em decorrência do reconhecimento do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) como um centro de referência dos estudos e pesquisas relacionados à bioincrustação, foi assinado um Protocolo de Intenções com a Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado do Rio de Janeiro (SECTI-RJ) para a participação do Instituto em projetos destinados ao desenvolvimento de pesquisas de biocidas e fármacos provenientes de organismos marinhos.

No âmbito desse acordo, foi construído no IEAPM, com recursos transferidos pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), por meio de um projeto de auxílio à pesquisa, o LAREMAR (Laboratório de Recursos Marinhos). Este laboratório funcionará como centro de uma rede de instituições dedicada à pesquisa de substâncias bioativas

produzidas por organismos marinhos. Essa rede, onde estará estabelecido o princípio de que os participantes deverão compartilhar equipamentos, experiências e recursos humanos, será coordenada pelo IEAPM e seu funcionamento será garantido por recursos provenientes de editais lançados pela SECTI-RJ/FAPERJ.

O LAREMAR é um laboratório com facilidades de ponta para a manutenção e cultivo de organismos marinhos, essenciais para pesquisas avançadas nas áreas de bioincrustação, biocorrosão, biodegradação de materiais expostos ao meio marinho e produtos naturais provenientes de organismos marinhos, tais como agentes biocidas a serem empregados em tintas antiincrustantes com baixa toxicidade para o meio-ambiente, bem como daqueles utilizados na produção de fármacos.



Estação Maregráfica e Monitoramento do Nível do Mar

Rogério Neder Candella

Pesquisador Titular do IEAPM. Graduado em Oceanografia e pós-graduado (D.Sc.) em Engenharia Oceânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

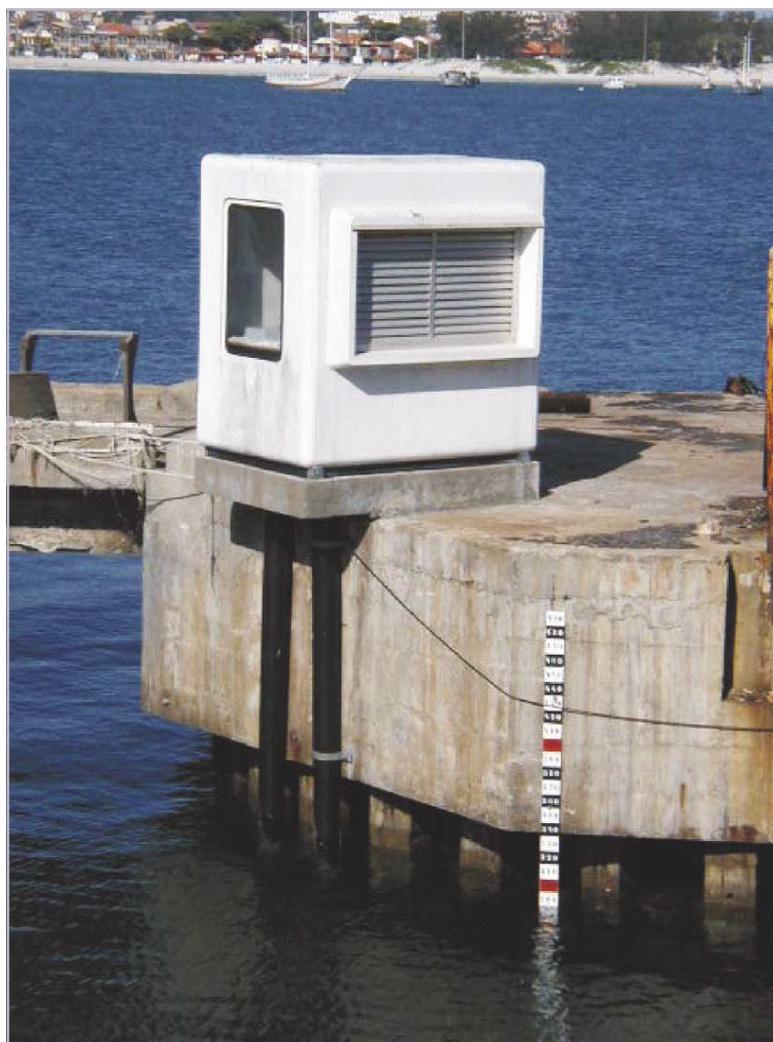


Figura 1 - Estação maregráfica do IEAPM no porto do Forno, Arraial do Cabo/RJ

Por muito tempo, a idéia de medição do nível do mar esteve relacionada somente às marés, especialmente para a determinação das constantes harmônicas utilizadas na confecção das tábuas de maré. Devido a essa relação, é comum chamar-se os medidores de nível do mar de marégrafos.

Porém, o sinal medido pelos marégrafos não é composto apenas pela maré astronômica, aquela determinada pela posição do Sol e da Lua. As informações que se pode extrair de tais registros vão muito além. Por exemplo, um dos assuntos mais veiculados na mídia atualmente tem sido a elevação do nível dos oceanos, associada ao efeito estufa e derretimento de gelo, e que poderia ter efeitos catastróficos para muitas cidades costeiras. Para se obter resultados expressivos a esse respeito, são necessários registros precisos e contínuos por longos períodos.

Outros fenômenos importantes, em freqüências diferentes, podem também ser estudados com esse tipo de medição, dentre eles, marés meteorológicas, seiches e outras variações menos freqüentes do nível do mar.



No Brasil, o equipamento mais utilizado para essa medição é o marégrafo analógico, dotado de uma bóia e um contrapeso, com registro em papel. No entanto, sua precisão é pequena para a correta utilização em estudos mais acurados, sua operação requer cuidados especiais, especialmente na troca dos maregramas e a disponibilização dos dados ainda tem que passar por processo de digitalização, o que aumenta não só o tempo e o esforço envolvidos, como também a possibilidade da introdução de erros sistemáticos ou aleatórios. Os marégrafos mais modernos possuem acumuladores digitais de dados, simplificando e agilizando a utilização das medições. Nestes, os sistemas de medição podem variar desde o tradicional bóia e contrapeso, aos mais sofisticados que utilizam radar.

A estação maregráfica mantida pelo IEAPM no Porto do Forno (Figura 1) está instalada desde a década de 80 e, desde 1995, pode abrigar até 3 medidores, simultaneamente. Desde o início, a estação conta com um marégrafo analógico tradicional e, entre 1997 e 2005, foi utilizado, concomitantemente, um aparelho digital da

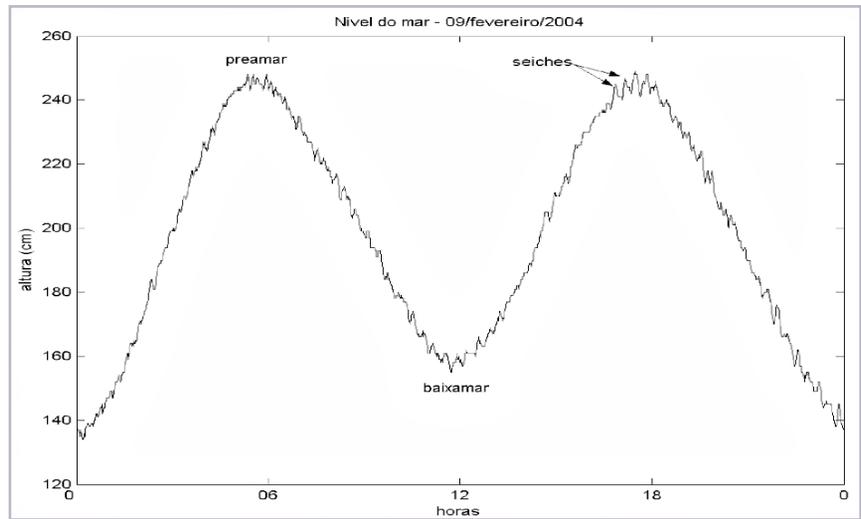


Figura 2 - Exemplo de registro de nível do mar obtido de forma digital, onde se pode notar a presença de seiches, oscilações de alta frequência ocorrendo junto com a maré

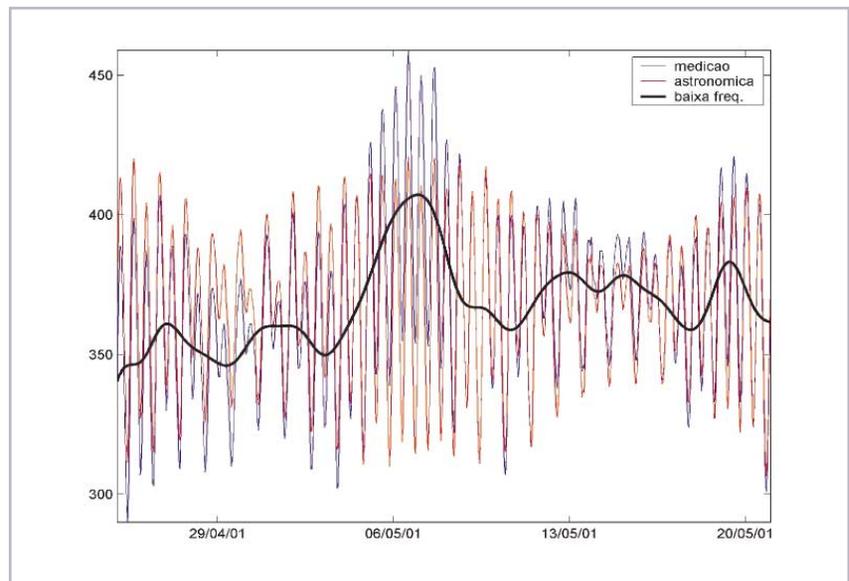


Figura 3 - Registro do nível do mar, em maio de 2001. A linha vermelha representa a maré prevista; a linha azul, os dados medidos; e a linha preta a variação de baixa frequência.

marca Digilevel. A utilização de dois equipamentos em conjunto permitiu, não só preencher eventuais lacunas, como também a aferição recíproca.

Na Figura 2, tem-se o exemplo de uma série de 24 horas do nível do mar obtida com marégrafo digital na estação do Porto do Forno, Arraial do Cabo/RJ, com intervalo

de medição de 1 min e resolução de 1 cm. Pode-se observar, além da maré astronômica, responsável pelas variações mais acentuadas, com seus máximos (preamares) e mínimos (baixamares), a presença de oscilações de alta frequência, com períodos praticamente constantes. Tais oscilações são chamadas seiches e seu período é

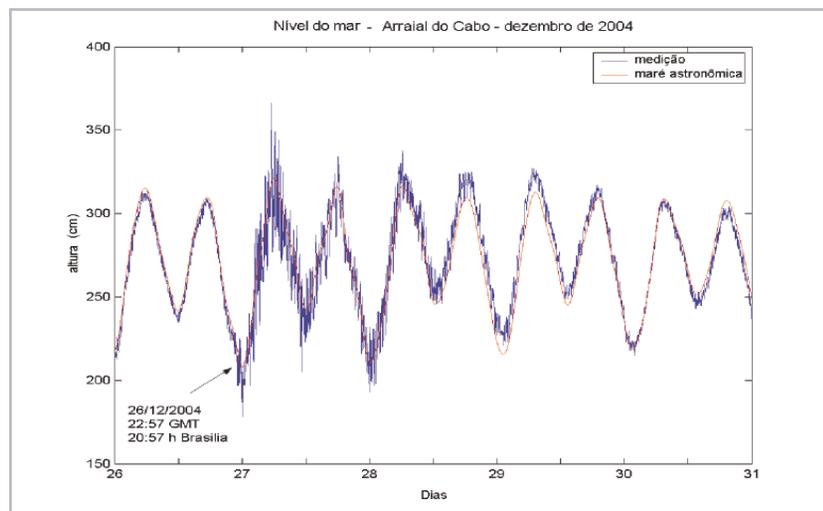


Figura 4a - Registro original do nível do mar na chegada do sinal do tsunami de dezembro de 2004

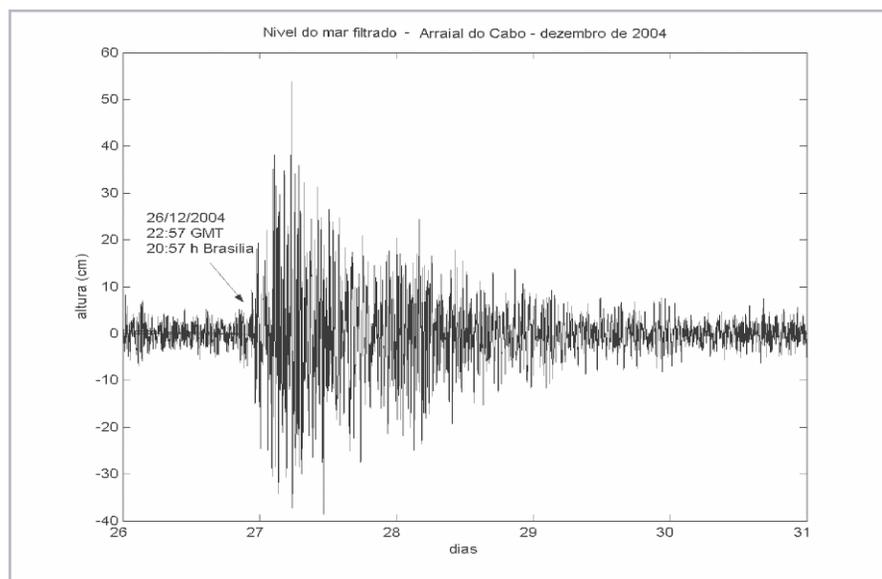


Figura 4b - Registro filtrado do nível do mar na chegada do sinal do tsunami de dezembro de 2004

ligado às dimensões locais, sendo, para a Enseada dos Anjos, próximo a 20 min e podendo suas amplitudes totais chegar a 20 cm, sendo observáveis, também, em medições de corrente.

As marés meteorológicas são, como o nome indica, alterações do nível do mar provocadas por fatores meteorológicos,

como o vento e a pressão atmosférica. São independentes da maré astronômica, podendo ter amplitudes significativas e, muitas vezes, ocasionar problemas de escoamento de águas pluviais ou inundações. Na Figura 3, tem-se o registro de uma maré meteorológica intensa, para o mês de maio/2001, que elevou o nível do

mar em mais de 60 cm em Arraial do Cabo, sendo igualmente registrada na Baía de Guanabara.

Eventos episódicos extremos, como o tsunami ocorrido no oceano Índico em dezembro de 2004, podem ser detectados por meio das medições dos mareógrafos. Tsunamis não são eventos raros, especialmente no oceano Pacífico, e, embora ocorram inclusive no oceano Atlântico, nunca haviam sido registrados no Brasil. Esse foi apenas o terceiro caso em que as ondas geradas puderam ser percebidas em todos os oceanos do mundo e, pela primeira vez, amplamente registradas.

Nas Figuras 4a e 4b, pode-se verificar os registros mareográficos original e filtrado do fenômeno. Esse registro foi amplamente difundido pela mídia no País e no exterior e propiciou a publicação de trabalhos científicos em colaboração com pesquisadores estrangeiros, especialistas no assunto, em periódicos internacionais.

O IEAPM envia os dados coletados ao Centro de Hidrografia da Marinha, onde estes são utilizados para a confecção das tábuas de maré para o Porto do Forno. Esses mesmos dados são, também, utilizados em modelos numéricos de circulação, uma vez que a maré é uma das principais forçantes das correntes na Enseada dos Anjos, e em trabalhos das diversas áreas da oceanografia que possuem influência do nível do mar.

Entre os projetos futuros, está uma análise de todos os dados já coletados na estação, visando ao estabelecimento de constantes harmônicas mais precisas e ao estudo de variações anômalas do nível do mar. Além disso, será instalado um novo equipamento digital, para, dessa forma, dar prosseguimento às medições de nível do mar com alta qualidade.

Programa de Pesquisa para Controle do Mexilhão Dourado (*Limnoperna fortunei*) nas Águas Jurisdicionais Brasileiras

Flavio da Costa Fernandes¹ e Karen Tereza S. Larsen²

1. Pesquisador Titular do IEAPM. Graduado em Ciências Biológicas e pós-graduado (Ph.D.) em Oceanografia Biológica pelo University College of North Wales.

2. Tecnologista Sênior do IEAPM. Graduada em Licenciatura em Ciências Biológicas.

Convivemos no sul e no sudoeste do Brasil, desde o ano de 1998, com o *Limnoperna fortunei* (Figura 1), um molusco bivalve invasor, vulgarmente conhecido como mexilhão dourado. Sabe-se que este bivalve é originário do sudeste da Ásia, foi introduzido acidentalmente por água de lastro nas proximidades do porto de Buenos Aires em 1991 e, aproveitando as vias navegáveis do Paraná, auxiliado pelos barcos em cujos cascos costuma aderir-se, invadiu o rio Paraguai alcançando o Pantanal. Em 2001, foi registrado em Itaipu e, subindo o rio Paraná, alcançou as usinas hidroelétricas de Porto Primavera em 2002, Jupiá em 2003 e, em 2004, a Ilha Solteira e a Barra Bonita, no Tietê, em São Paulo. Com características de invasor, quais sejam, alta capacidade reprodutiva, tempo curto de geração, ampla tolerância ambiental e estar associado à atividade humana, fixa-se a substratos firmes, formando, em curto espaço de tempo, grandes aglomerados que vêm causando entupimentos em filtros, turbinas e encanamentos, tanto de usinas hidroelétricas como de estações de tratamento de águas e sistemas de



Figura 1 - *Limnoperna fortunei*, vulgo mexilhão dourado.

refrigeração de indústrias que utilizam água bruta, alterando toda a rotina de manutenção destas instituições.

No ambiente natural, o molusco se adensa na quantidade acima de 140.000 i/m², causando danos irreversíveis ao meio ambiente que podem ser percebidos na degradação do habitat, na composição e na biodiversidade da fauna bentônica dos peixes. Perdas financeiras foram constatadas junto a comunidades de pescadores devido a danos nos motores dos barcos, rupturas das redes, perda na pesca, como também nos clubes de motonáutica e vela do município de Porto Alegre, considerando gastos que chegam a um valor aproximado de R\$ 1.000.000,00 (um milhão de reais) anuais com pinturas

antiincrustantes e manutenção. Perdas maiores vêm sendo constatadas nas usinas hidroelétricas, onde o molusco invasor, uma vez presente, forma em poucos meses grandes aglomerados que causam entupimentos de filtros e encanamentos, especialmente nos trocadores de calor. As paradas de turbinas para a remoção do molusco são cada vez mais frequentes em Itaipu, Porto Primavera e Ilha Solteira.

Desde a Antiguidade, os cascos de embarcações servem de morada e vetor de dispersão de espécies para diferentes áreas geográficas. Provavelmente, o primeiro palco de alteração dos padrões biogeográficos naturais marinhos foi o Mediterrâneo, onde há mais de 3 mil anos os fenícios foram a primeira grande civilização a dominar o mar.

Finalmente, na idade contemporânea, a revolução industrial abriu o caminho para a rápida transformação da frota naval mundial. As embarcações movidas a vapor possuíam maior extensão e volume de carga, novas rotas comerciais foram abertas e as rotas tradicionais tiveram fluxo de navegação intensificado. Acelerou-se, então, o processo de desconfiguração da

O Meteoro que nunca existiu

Capitão-de-Fragata(T) David **Canabarro Savi**¹ e Maria Helena Campos Baeta Neves²

1. Encarregado da Divisão de Geologia do IEAPM. Graduado em Administração de Empresas, aperfeiçoado em Hidrografia e Navegação e pós-graduado (M.Sc.) em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

2. Pesquisadora Titular do IEAPM. Graduada em Ciências Biológicas e pós-graduada (D.Sc.) em Oceanografia Biológica pela Université de Paris.

Introdução

Na condição de pesquisadores do projeto sobre preferência geoquímica de fixação das cianobactérias, do tipo azul, sobre os diferentes tipos de rocha, ao longo do litoral rochoso da região do Cabo Frio, os autores deste artigo percorreram detalhadamente o costão rochoso e a praia da Ilha do Cabo Frio.

Durante as expedições de campo, várias preciosidades científicas foram reveladas, entretanto este trabalho vem desvendar uma curiosidade da população local e dos turistas que passeiam um pouco além da Gruta Azul. Na escarpa à direita da Gruta, existe uma fenda de 10 metros de diâmetro, à meia encosta, situada na parte sudoeste da Ilha (Figura 1).

Área de estudo

A Ilha do Cabo Frio situa-se no Município de Arraial do Cabo, à leste do Rio de Janeiro nas coordenadas de 23°00'S e 42°00'W (Figura 1). Apresenta um formato alongado e ocupa uma área de aproximadamente 6,7 Km², alcançando, no seu ponto mais alto, 395 m acima do nível do mar, vizinha à Reserva Extrativista Marinha de Arraial do Cabo. A Ilha do Cabo Frio é constituída por um imenso batólito de rochas alcalinas, hipoabissais, exceto o flanco SE-S onde afloram brechas tectônicas e o embasamento cataclasado. Estas rochas alcalinas são datadas entre 49 e 52 Ma e, em conjunto com as rochas do embasamento continental, somado ao duplo tombolo, que conecta as rochas ao continente, formam o

Cabo Frio. O mapa geológico da Ilha do Cabo Frio mostra a variedade de rochas ígneas alcalinas encontradas na Ilha. Estudos indicam que essas rochas foram formadas em áreas profundas da terra, conforme a variação de sua composição química indica. A rocha encaixante em toda

a área é o orto-gnaiss, característico do Complexo Cabo Frio.

Resultados

O costão rochoso da Ilha do Cabo Frio, por ser constituído predominantemente por rochas alcalinas vulcânicas e plutônicas do Eoceno, cortando gnaisses pré-cambrianos, é, portanto, propício à instalação de uma película ou filme, que se forma sobre as rochas e outros substratos e permite a fixação de animais e vegetais maiores sobre as mesmas.

Em uma das expedições para coleta e análise dos organismos, a equipe de campo, após desembarcar e coletar material na Gruta Azul, decidiu subir o costão. Esta fenda era motivo de discussão entre os habitantes da região e os turistas: alguns definiam sua formação devido ao impacto de um meteoro que teria caído no passado, e isto explicaria sua forma circular, o fato de a fenda ter penetração na rocha e dela estar no meio da encosta; outros alegavam que a abertura teria sido ocasionada por um raio, durante uma forte tempestade; e outros conjecturavam ser a fenda um abrigo para o mau tempo ou virada repentina, construído pelos ingleses (com dinamite), na época do resgate do tesouro da Fragata Tétis, no Século XIX (Figura 2).



Figura 1 – Localização da Ilha do Cabo Frio



Conclusão

Uma vez vencido o costão, tivemos que escalar um trecho de grandes blocos entremeados por matacões, seixos e sedimentos, todos misturados e perigosamente soltos. Ao chegar no alto deste monte de fragmentos, nos vimos na base da fenda. As rochas que encontramos eram as mesmas da Gruta, intercaladas por diques e veios. Percebemos então o que de fato aconteceu: existe uma fenda que se afunila na rocha adentrando uns 100 metros, como muitas outras em Arraial, mas nesta o teto desabara, preenchendo a sua base. Portanto, a impressão de um buraco circular é mera ilusão de ótica: de fato, temos uma fenda grande, ocasionada pelo encontro de fraturas sub-verticais convergentes superiores, onde a parte superior desabada está na sua entrada, como um monte de



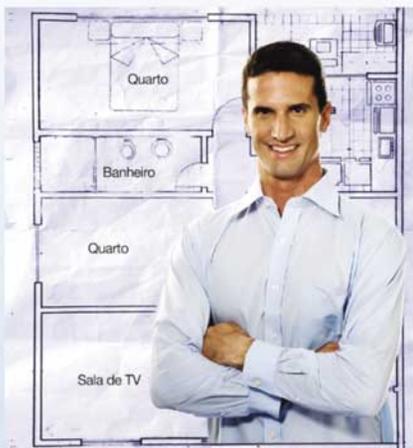
Figura 2 – A fenda

entulhos (Figura 2). O regresso à embarcação foi ainda mais difícil, pois tivemos que nadar com sambrurá carregado de amostras rochosas, umas da parede superior da fenda, outras da base, cobertas por biofilme.

Por fim, trata-se de um ambiente muito instável, com desembarque arriscado e controlado pelo IEAPM, que não autoriza incursões que não estejam inseridas em projetos científicos.

Financiamento Imobiliário

Tudo é possível, desde que bem planejado.



Financiamento para aquisição de imóvel residencial ou comercial, novo ou usado, construção de imóvel residencial, aquisição de terreno e de material de construção.

AS MELHORES CONDIÇÕES, COM TAXAS DE JUROS MENORES, AGORA COM PRAZOS E LIMITES DE FINANCIAMENTO AINDA MAIORES!

Mais informações: 0800 61-3040

Museu Oceanográfico do IEAPM

Capitão-de-Mar-e-Guerra (Ref) Dick Silveira Mello¹ e Capitão-de-Fragata Tadeu de Mendonça Pereira Lima²

1. Assessor de Planejamento do Diretor do IEAPM.

2. Chefe do Departamento de Apoio Técnico do IEAPM. Aperfeiçoado em Hidrografia e Navegação.

Em 1971, o Vice-Almirante Paulo de Castro Moreira da Silva instalou, em uma modesta casa cedida pela Prefeitura, localizada na Praia dos Anjos, em Arraial do Cabo/RJ, um pequeno núcleo de estudiosos das ciências do mar, dando, assim, os primeiros passos para o que viria a ser denominado de Projeto Cabo Frio, embrião do futuro Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM). À época, não se poderia supor que anos mais tarde essa desprezível instalação seria transformada no que hoje é o Museu Oceanográfico do IEAPM, como forma, inclusive, de preservar a memória de tão auspicioso empreendimento.

Pode-se dizer que a origem desse Museu deveu-se ao encalhe de uma baleia da espécie Orca (*Orcinus orca*), na manhã

de 03 de setembro de 1981, na Ilha do Cabo Frio. Nos dias subsequentes, seu corpo foi preparado para ser enterrado, a fim de que o seu esqueleto fosse aproveitado para uma futura exposição, com a finalidade didática e científica de exibí-lo ao público, por constituir-se, na época, único no Brasil.

Naquela ocasião, diversos contatos foram mantidos entre a direção do Instituto de Pesquisas da Marinha (IPQM), na pessoa do seu Diretor, o já citado Alte. Paulo Moreira, e o Diretor do Museu Nacional da UFRJ, objetivando obter apoio e orientação técnica para a montagem do referido esqueleto. Tal fato gerou a necessidade da criação de um espaço para a sua futura exposição, sendo determinado que as antigas instalações do Projeto Cabo Frio fossem preparadas e utilizadas como um Museu do Mar,



mostrando o desenvolvimento do referido Projeto, o “Fenômeno da Ressurgência” e as “Técnicas de Cultivo de Organismos Marinhos”, realizadas ao longo de anos de pesquisa e desenvolvimento. Também, foram exibidos equipamentos e aparelhos oceanográficos antigos, organismos marinhos preservados acondicionados em



vidros e espécimes vivos da Região dos Lagos (peixes, moluscos, crustáceos etc) em aquários e tanques marinhos. Em março de 1982, o Museu do Mar iniciava seu funcionamento de forma precária e, em dezembro do ano subsequente, foi reorganizado, tendo o esqueleto da baleia Orca como sua principal atração.



Com a criação do Instituto Nacional de Estudos do Mar (INEM), em 26 de abril de 1984, que sucedeu o Projeto Cabo Frio, o Museu passou a ter a denominação de Museu Oceanográfico e, neste mesmo ano, foi submetido a reformas de manutenção, visando à realização de adaptações museológicas, museográficas e de suas instalações de apoio aos visitantes. Foi reaberto ao público em 10 de março de 1985, com a denominação definitiva de Museu Oceanográfico do IEAPM, passando a ser parte integrante do Instituto.

Em 1989, o Museu inaugurou um grande aquário marinho (27 mil litros de água do mar) que passou a ser, além da baleia Orca, uma outra grande atração, que fez aumentar substancialmente o número de visitantes, representados em sua maioria por alunos das escolas públicas da própria Região dos Lagos.

Em junho de 1991, foram desenvolvidos no Museu, em parceria com a Prefeitura Municipal de Arraial do Cabo, os primeiros trabalhos sobre Estatística Pesqueira da Região. No início de 1996, o IEAPM recebeu recursos da Marinha do Brasil para realizar, juntamente com a

Faculdade de Arquitetura da UFRJ, um “Concurso de Idéias”, com o objetivo de eleger um projeto para uma ampla reforma do Museu, bem como para a construção de um Anexo.

Em fevereiro de 1997, foi iniciada a construção do prédio do Anexo do Museu, em um terreno localizado à sua frente e contíguo à Praia dos Anjos. Tal obra foi concluída no ano seguinte, quando entrou em funcionamento, em caráter provisório, abrigando parte do acervo do Museu Oceanográfico, que se encontrava em nova reforma para a ampliação e modernização de suas instalações, mantendo-se assim o atendimento ao público. A inauguração oficial do Anexo aconteceu em 26 de abril de 1999 e, após a conclusão das obras de reforma, o Museu foi novamente re-inaugurado em 23 de março de 2001.

Hoje, o Museu conta com instalações mais amplas e modernas e um acervo permanente de organismos vivos e fixados, réplicas de animais marinhos, equipamentos oceanográficos e meteorológicos relativos às áreas da física, química, biologia e geologia, com um total de mais de 200 peças, e possui, também, tanques e aquários com espécies

vivas da Região dos Lagos, possibilitando aos visitantes um contato direto com esses animais.

O Anexo do Museu possui um amplo salão no seu primeiro piso onde se encontra a Seção Histórica-Naval com um acervo totalizando 500 peças que relata parte da história dos naufrágios da Região. Conta também com painéis ilustrativos que fazem parte do “show-room”, onde estão montados “stands” que apresentam as atividades científicas realizadas atualmente, bem como os futuros projetos do IEAPM. O Anexo destina-se também a abrigar exposições de cunho cultural e possui, no seu segundo piso, um auditório com capacidade para quarenta pessoas, onde são ministradas palestras e cursos, além de atender às atividades do Ensino Profissional Marítimo. Em 2006, este Anexo recebeu o nome de “Espaço Cultural Amazônia Azul”.

Nestes dezoito anos de existência, o Museu recebeu a visita de mais de trinta mil pessoas, incluindo ministros, cientistas, reitores e autoridades navais e civis que deixaram registradas no Livro do Estabelecimento suas impressões sobre o Museu.

O IEAPM, em parceria com a SECIRM, desenvolve desde 1998, por intermédio do seu Museu, um Programa Fomento da Mentalidade Marítima, que oferece às comunidades locais e de outros municípios projetos de divulgação e mini-cursos de caráter pré-profissionalizante e de conscientização sobre a importância da Amazônia Azul. Realiza, também, o Curso de Mentalidade Marítima, onde são realizadas palestras sobre os mais variados temas, tais como: museologia; aquacultura; preservação do ambiente marinho; e



Foto: Thomas Pinhanez

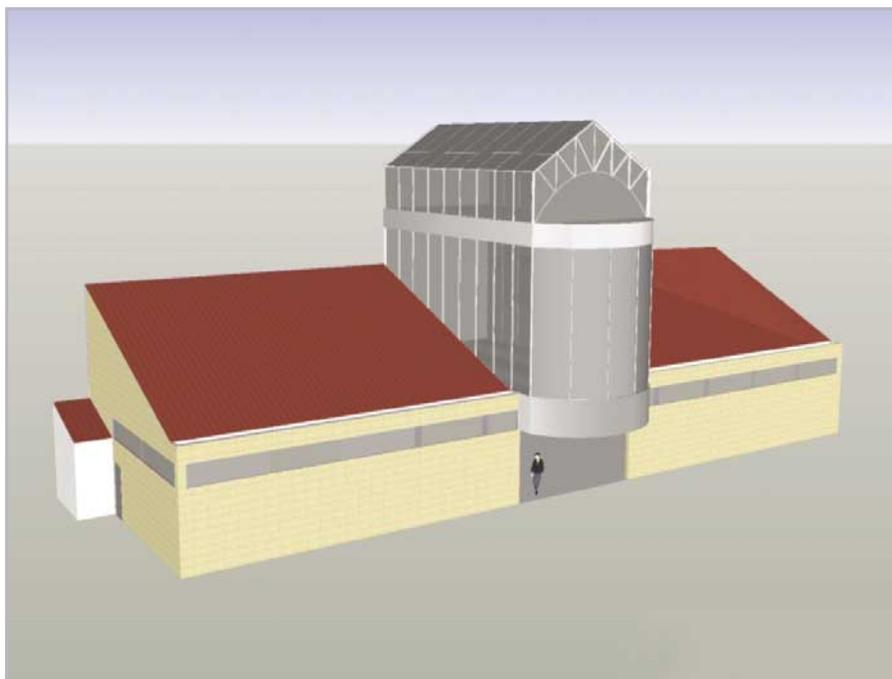


legislação sobre o mar brasileiro, com o propósito de transformar os participantes em formadores de opinião nesses temas. Esse Programa coloca a Marinha do Brasil em uma profícua relação com a sociedade dos municípios da Região, dando uma valiosa contribuição para a divulgação da importância do mar para o País.

Visando a otimizar esse grande potencial que o Museu Oceanográfico possui, como disseminador da mentalidade marítima, teve início, em 2007, a elaboração de um planejamento para a sua revitalização. O planejamento incluía o seu cadastramento no Sistema Nacional de Museus, já ocorrido por meio da Portaria nº 5, de 08 de outubro de 2007, do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) e a criação de projetos museológico, arquitetônico e executivo.

O projeto museológico foi contratado a uma conceituada empresa, a mesma que executou os projetos de revitalização do Museu Naval e do Espaço Cultural da Marinha, dentre outros. O projeto arquitetônico, que seguirá em paralelo com o desenvolvimento do projeto museológico, está sendo elaborado por outra empresa. Após a entrega desses projetos, terá início a busca visando à obtenção de apoio, a fim de possibilitar a concretização do que será o maior instrumento de divulgação da Marinha do Brasil, do IEAPM, das Ciências do Mar e da Mentalidade Marítima, fora do município do Rio de Janeiro.

O principal propósito deste projeto é a reengenharia funcional das instalações físicas do Museu e a criação de uma linguagem museológica profissional, a partir de seu propósito, transformando-o em um museu de nível internacional.



Projeto de modernização do Museu Oceanográfico do IEAPM

A revitalização dos espaços expositivos proporcionará melhor compreensão do ambiente marinho, da história geológica/arqueológica da Região dos Lagos e dos projetos oceanográficos desenvolvidos no IEAPM. Dessa maneira, o seu acervo será melhor organizado e aprimorado, de modo a divulgar, de forma mais clara, objetiva e profissional, a história dos oceanos e a importância do meio ambiente marinho para o desenvolvimento de nossa Nação.

Serão disponibilizadas aos estudantes, pesquisadores, professores e turistas, ferramentas interativas e de fácil entendimento, de maneira a oferecer a oportunidade de ampliar seus conhecimentos, bem como proporcionar estágios para estudantes na área de turismo, oceanografia e biologia.

A nova fachada, com uma “chaminé de vidro” que abrigará o esqueleto da baleia Orca, circundada por uma rampa helicoidal para a sua visualização por todos os

ângulos, com cobertura tipo “chapéu chinês” e recebendo uma iluminação especial, será uma solução inovadora para destacar a estrutura do IEAPM e o acervo do Museu Oceanográfico.

Assim, o Museu Oceanográfico do IEAPM vem cumprindo sua destinação, colocando à disposição dos visitantes um acervo que conta a história dos oceanos, constituindo-se num local onde estudantes, professores, turistas e outros segmentos têm a oportunidade de ampliar seus conhecimentos e despertar para a importância do meio ambiente marinho para o bem-estar e o desenvolvimento de nossa Nação. Vem, também, ao longo de todos esses anos, promovendo uma maior participação do público externo em seus eventos, contribuindo, assim, para a divulgação da Marinha do Brasil e de suas atividades, além de propiciar um melhor conhecimento do papel do Poder Naval na garantia dos interesses do Brasil no mar.



IEAPM realiza o VII OMAR-SAT



Capitão-de-Corveta (T) Ana Cláudia de Paula
Encarregada da Divisão de Modelagem de Sistemas do IEAPM. Graduada em Oceanografia,
especializada em Geologia e Geofísica Marinhas e doutoranda em Oceanografia Física pela Universidade
de São Paulo.

O Simpósio sobre Ondas, Marés, Engenharia Oceânica e Oceanografia por Satélite (OMAR-SAT) é organizado pelo Departamento de Engenharia Oceânica do IEAPM e tem como propósitos o conhecimento e a divulgação do estado da arte desses assuntos no Brasil e no exterior, o acompanhamento dos trabalhos em andamento e a discussão de modernas técnicas e suas possibilidades de aplicação.

Vale ressaltar que o primeiro evento desta natureza ocorreu em 1995, tendo sido denominado de 1º Simpósio de Ondas e Marés. Mais tarde, a este Simpósio foram mesclados o de Engenharia Oceânica e o Simpósio de Oceanografia por Satélite, ocasião na qual foi estabelecida a periodicidade de dois anos, dando assim origem ao Simpósio que é realizado nos moldes atuais.

A partir do VI OMAR-SAT, em 2005, foi instituído o “Prêmio Almirante Franco”, destinado aos melhores trabalhos de alunos de pós-graduação pré-selecionados para apresentação oral. Este prêmio visa também a homenagear o Vice-Almirante (Ref.) Alberto dos Santos Franco, decano da Oceanografia no Brasil e Doutor Honoris Causa pela Universidade de São Paulo. A sua 7ª edição foi realizada em outubro de 2007, nas dependências do Hotel de Trânsito “A Ressurgência”, em Arraial do Cabo/RJ.

O Simpósio conta com a participação de pesquisadores e especialistas brasileiros dessas áreas, bem como de estudantes de graduação, mestrado e doutorado de instituições de ensino de ciências do mar no País e abrange as áreas de observação e análise da superfície do mar; interações



Vice-Almirante (Ref) Franco recebe do
Contra-Almirante Fernandes, Diretor do
IEAPM, o certificado de participação

oceano-atmosfera; previsão de ondas e marés; tratamento e disseminação dos dados; transporte de sedimentos; morfodinâmica de praia; técnicas de medição e novos equipamentos; modelagem de geração e propagação de ondas; ação de ondas em estruturas, obras costeiras e em meios flutuantes; e sensoriamento remoto aplicado à Oceanografia.



Implementação de Estações de Medição de Ondas e Correntes Marinhas por meio de Radar Náutico

Capitão-de-Corveta João Franswilliam Barbosa
Encarregado da Divisão de Instrumentação Oceanográfica do IEAPM. Aperfeiçoado em Hidrografia e Navegação e pós-graduado (M.Sc.) em Engenharia Oceânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Introdução

Informações de ondas, em tempo real, tais como: altura, direção e período, são cruciais para a proteção da costa, para o controle de operações *offshore*, seja com plataformas semi-submersíveis ou navios FPSO (*Floating Production, Storage and Offshore Loading*), para a segurança à

navegação e para o desenvolvimento de atividades de esporte e recreio, dentre outras.

Nas últimas décadas, vem se tentando, no Brasil, manter medições, em tempo real e *in-situ*, de parâmetros de ondas, por meio de bóias oceanográficas e ondógrafos, equipamentos propícios à



obtenção de dados de boa qualidade. Porém, além do fato de haver poucas instituições detentoras desses equipamentos e com conhecimento técnico e apoio logístico capazes de realizar tais medições, há, para as instituições que detêm tais características, um custo elevado para a manutenção do sistema operacional, devido às constantes avarias causadas, principalmente, por navios pesqueiros que arrastam o equipamento, partindo seu sistema de fundeio, deixando-o à deriva.

Atualmente, informações de campos de ondas podem ser obtidas por muitos sistemas distintos, os quais podem ser divididos em dois grandes grupos. O primeiro grupo inclui os tradicionais instrumentos eletrônicos (ou mecânicos) especializados, que ficam diretamente em contato com o mar, para obter séries temporais *in-situ* da oscilação da superfície do mar e, às vezes, sua direção de propagação. O segundo grupo de instrumentos disponíveis para a obtenção dos parâmetros físicos dos campos de

ondas é formado por sensores remotos.

Em face das dificuldades de se medir ondas *in-situ*, nota-se, nos últimos anos, um elevado interesse de se medir ondas por técnicas de sensoriamento remoto. Medições de campos de ondas por estas técnicas fornecem dados de boa resolução e grande cobertura para uma determinada área. Seja implantado em terra ou em uma embarcação, assim como em um avião ou em um satélite, o sistema provê informações da evolução temporal do campo de ondas em uma determinada área e a partir destes dados podem ser calculados os parâmetros de ondas. Os dados obtidos por cálculo podem ser aferidos a partir da comparação com aqueles medidos *in-situ*.

Nesse contexto, o IEAPM e a PETROBRAS celebraram um Convênio com a finalidade de instalar dois sistemas de medição de parâmetros de ondas e correntes superficiais por radar. Estes sistemas foram instalados no Farol da Ilha do Cabo Frio, em Arraial do Cabo/RJ, e no Farol de Santa Marta, em Laguna/SC. O trabalho que está

sendo desenvolvido no IEAPM buscará fazer a validação deste sistema remoto mediante comparação entre dados de um sensor tradicional de medição de ondas *in-situ* (ondógrafo), implementando, assim, os dois primeiros sistemas de medição de parâmetros de ondas por meio de radar náutico, em terra, da América Latina.

Descrição do Sistema de Medição WAMOS

Os radares em banda X operam transmitindo impulsos retangulares de ondas eletromagnéticas e recebendo o sinal retroespalhado pela superfície do mar. Este sinal é originado pela dispersão dos campos eletromagnéticos nas ondas capilares e na rugosidade da superfície do mar, causada pelo vento local. A potência retroespalhada está modulada pelas ondas maiores, como os marulhos e as vagas, por meio das quais o radar disponibiliza a informação da variabilidade espacial dos campos de onda (Figura 1).

O sinal recebido pelo radar é digitalizado e armazenado em séries temporais de imagens polares da superfície do mar. Os valores são codificados em tons de cinza proporcionais à intensidade de imagem. Das imagens polares, é selecionada uma área em coordenadas cartesianas que posteriormente é analisada para estimar os campos de onda.

O sistema de medição de ondas WAMOS, desenvolvido pela OceanWaves GMB, empresa alemã, tem por base a coleta e o processamento de imagens de radar de banda X, com o objetivo de detectar padrões associados à propagação de ondas de gravidade (geradas por vento) na superfície do oceano. Este sistema possui os seguintes componentes:

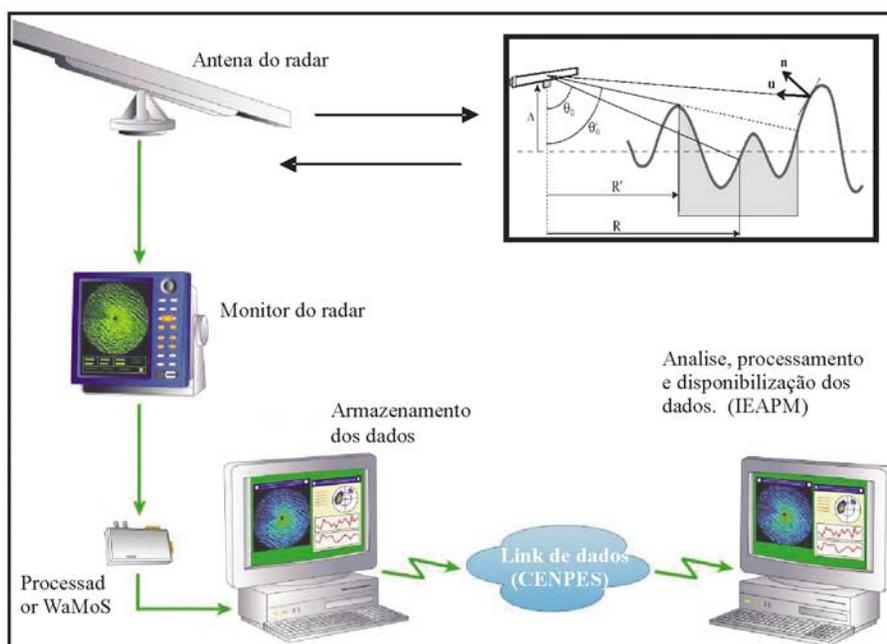


Figura 1- Esquema de funcionamento do Sistema WaMoS

- radar de banda X, de uso náutico, com 24 ou 42 rpm de revolução, antena de 8 ft;

- placa de aquisição das imagens do radar, desenvolvida pela OceanWaves; e

- microcomputador para recepção e armazenamento das imagens, processamento dos dados e posterior interface com o sistema de transmissão de dados.

Como suporte ao sistema, as duas estações contam com uma estação meteorológica para o fornecimento de dados de direção e velocidade do vento.

Processamento de Dados

Para analisar os campos de onda com radar, são utilizadas séries temporais de imagens cartesianas consecutivas da superfície do mar, tal como exemplificado na Figura 2.

Cada imagem do radar está formada por $N_x \times N_y$ pixels em direções X e Y, respectivamente, sendo representada em 256 níveis de cinzas que vão do preto ao branco (valores mínimo e máximo de potência retro-espalhada pela superfície do mar).

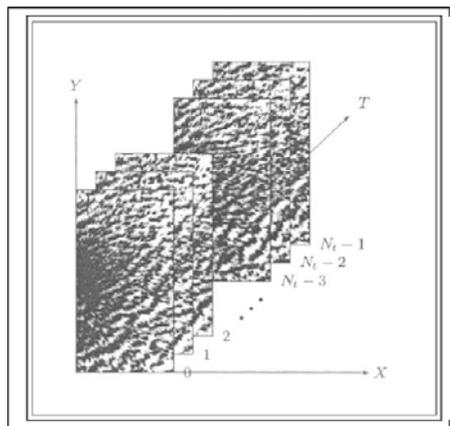


Figura 2 – Sequência de imagens que serão utilizadas no processo de normalização e estimativa dos espectros de ondas.

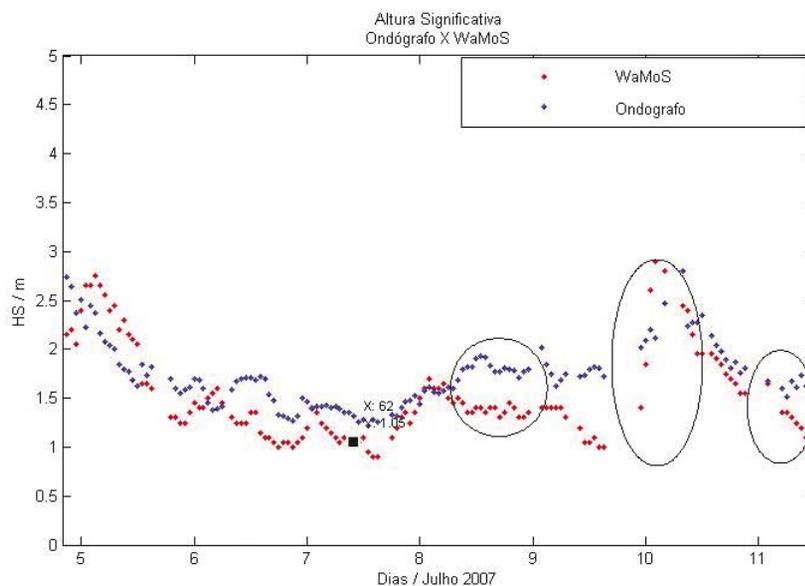


Figura 3 – Resultados comparativos entre os valores obtidos de altura significativa entre o Radar e o Ondógrafo.

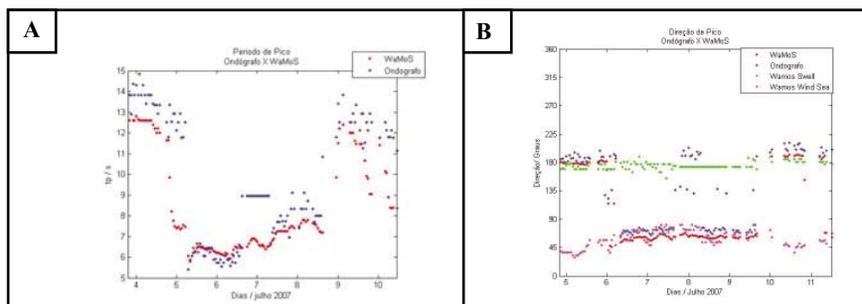


Figura 4a – Resultados comparativos entre os valores obtidos de Período de Pico entre o Radar e o Ondógrafo.

Figura 4b - Resultados comparativos entre os valores obtidos de Direção de Pico entre o Radar e o Ondógrafo com marulho e vaga separadamente.

Conclusão

A instalação, aferição e operacionalização do primeiro sistema, situado na Ilha do Cabo Frio, Arraial do Cabo / RJ, foi concluído em julho de 2007. A figura 3 apresenta, sucintamente, o resultado obtido no período de 04 a 11 de julho de 2007, onde, concomitantemente, o ondógrafo direcional Waverider MK-III estava em operação, a fim de que fossem obtidos dados comparativos. Nos dados

analisados, foi possível constatar a interferência do vento nos resultados, ou seja, para um funcionamento ideal do radar é necessário que a velocidade do vento não seja inferior a 3 m/s. Essa relação pode ser visivelmente constatada nas áreas destacadas, onde os dados obtidos por intermédio do radar são subestimados. Esta relação foi confirmada, quando dados de vento foram consultados para os períodos em questão.



Figura 5a - Disposição externa

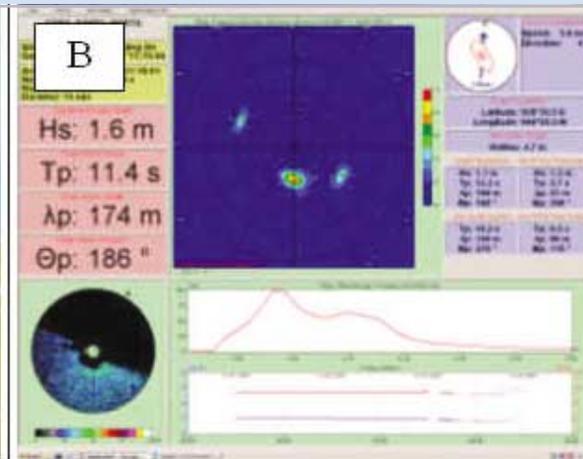


Figura 5b - Apresentação do display do Sistema WaMoS, em Laguna/SC.

A tabela 1 mostra o coeficiente de correlação entre os dados. Este coeficiente foi considerado satisfatório, com exceção ao referente à direção de pico, que pode ser justificado pelo fato de o radar proporcionar uma aquisição de dados de marulhos e vagas separadamente, como ilustrado pelas Figuras 4a e 4b.

COEFICIENTE DE CORRELAÇÃO	
Altura Significativa	0,83
Direção de Pico	0,73
Período de Pico	0,86

Tabela 1 – Coeficiente de Correlação entre os dados obtidos do Radar e do Ondógrafo

A segunda estação, instalada, aferida e operacionalizada no Farol de Santa Marta, em Laguna/ SC em dezembro de 2007 (Figuras 5a e 5b), já apresenta resultados, conforme demonstrados pela Figura 6.

Os primeiros resultados destas duas

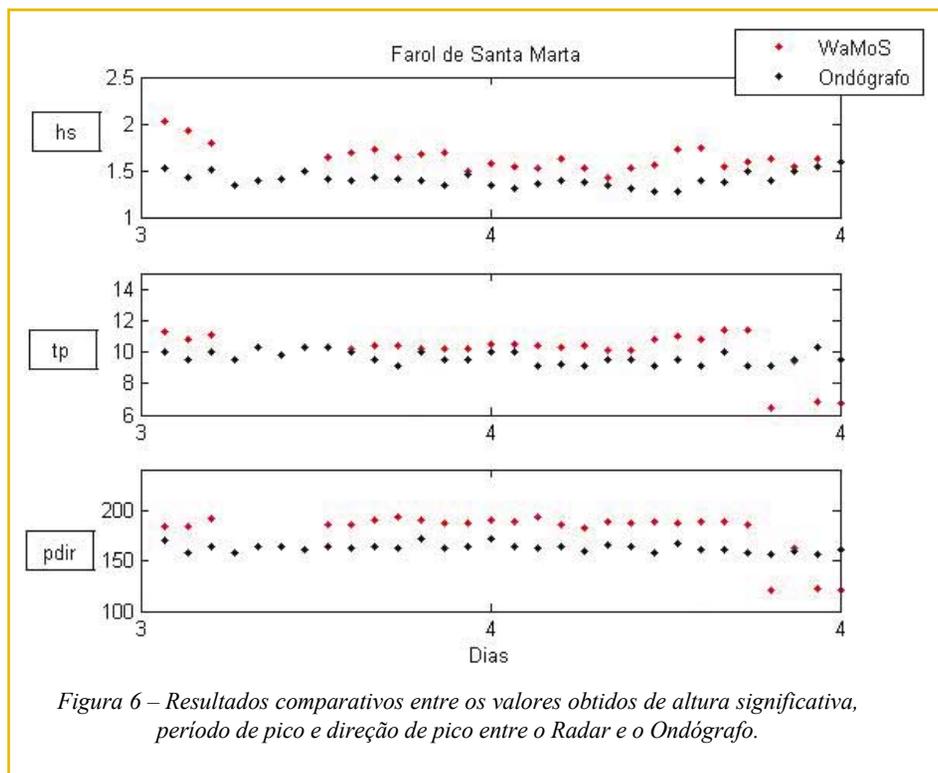


Figura 6 – Resultados comparativos entre os valores obtidos de altura significativa, período de pico e direção de pico entre o Radar e o Ondógrafo.

estações demonstram a potencialidade e confiabilidade do sistema. Atualmente, ambos os sistemas estão em operação. Espera-se para o corrente ano a

implementação de um link de dados, a fim de reduzir os custos atualmente necessários para coletar, tratar e analisar os dados obtidos.

Previsão do Alcance Sonar – Influência do Fundo Marinho na Velocidade de Propagação e Atenuação dos Sinais Sonoros

Capitão-de-Corveta Helber Carvalho Macedo

Ajudante da Divisão de Geologia do IEAPM. Aperfeiçoado em Hidrografia e Navegação e pós-graduado (M.Sc.) em Geologia e Geofísica Marinha pela Universidade Federal Fluminense.

Gerar soluções científicas, tecnológicas e inovações, a fim de obter vantagens competitivas atinentes à Defesa e ao Desenvolvimento Nacional, é a missão do Sistema de Ciência e Tecnologia da Marinha (SCTM).

Neste contexto e atendendo às orientações do Plano de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Marinha (PDCTM), na área atinente ao Ambiente Operacional, o IEAPM desenvolve, na fase 2 do seu Projeto de Propagação da Energia Acústica Submarina, uma linha de pesquisa que tem como propósito, entre outros, conhecer os mecanismos que influenciam as perdas da propagação do som em ambiente submarino, devido à interação com o fundo e o subfundo marinhos. Estas perdas, na propagação ou na transmissão (TL), são caracterizadas pelo comportamento da velocidade e da atenuação do feixe sonoro quando este atinge o fundo marinho. De acordo com a Lei de Snell, fenômenos conhecidos como absorção, reflexão e refração serão os condicionantes da ocorrência de maior ou menor perda de energia do feixe. Estes fenômenos, apesar de serem complexos e difíceis de se mensurar em um ambiente real,

podem ser calculados e previstos com um certo grau de confiança, utilizando-se para este fim modelos matemáticos de previsão acústica. A Figura 1 mostra uma simulação de possíveis situações de propagação, abrangendo:

- uma reflexão total do feixe, relacionada a um fundo mais rígido;
- uma reflexão parcial, associada a uma absorção, para um fundo composto por areias na superfície e lama na camada subjacente;
- uma dupla reflexão, quando o

subfundo é formado por estruturas rígidas; e

d) uma situação de absorção total, relacionada a um fundo macio, composto por sedimentos finos e coesivos.

Nesta pesquisa, um sistema de medição da velocidade e atenuação do som em sedimentos marinhos foi desenvolvido e montado em laboratório, com o apoio do Laboratório de Geologia Marinha (LAGEMAR - UFF) e do Programa de Engenharia Biomédica da COPPE-UFRJ,

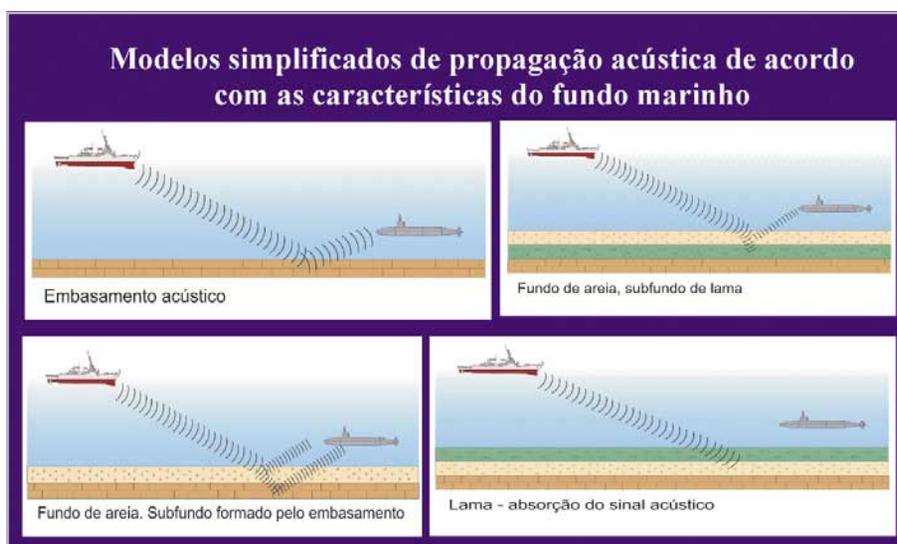


Figura 1 – Simulação de possíveis situações de propagação acústica submarina, envolvendo a detecção de alvos.



Figura 2 – Testemunhador a pistão, tipo Kulleberger, sendo operado do AvPqOc Diadorim na área de pesquisa. Ao fundo, a Ilha do Cabo Frio e o Farol.

também foi realizada uma comissão oceanográfica para a coleta de nove testemunhos de sondagem na área de pesquisa delimitada pelo projeto (Figura 2), localizada na plataforma continental, nas

proximidades da Ilha do Cabo Frio, em Arraial do Cabo/RJ.

A Figura 3 mostra os mais representativos testemunhos coletados, já abertos, indicando por círculos as interfaces das camadas do subfundo mais significativas (discordâncias geológicas), uma vez que influenciam diretamente na velocidade e atenuação do som. A primeira foto mostra uma pequena camada de lama arenosa inserida em um pacote de areias finas. A segunda, uma transição de uma camada de lama para uma de areia fina e média. As terceira e quarta fotos mostram uma transição de areias para cascalhos e conchas.

A descrição dos testemunhos e a análise granulométrica permitiram identificar sete tipos de sedimentos: areias grossa, média e fina; areia lamosa; lama arenosa; lama compactada; e fluida.

Com os testemunhos ainda em laboratório, antes de serem abertos, foram

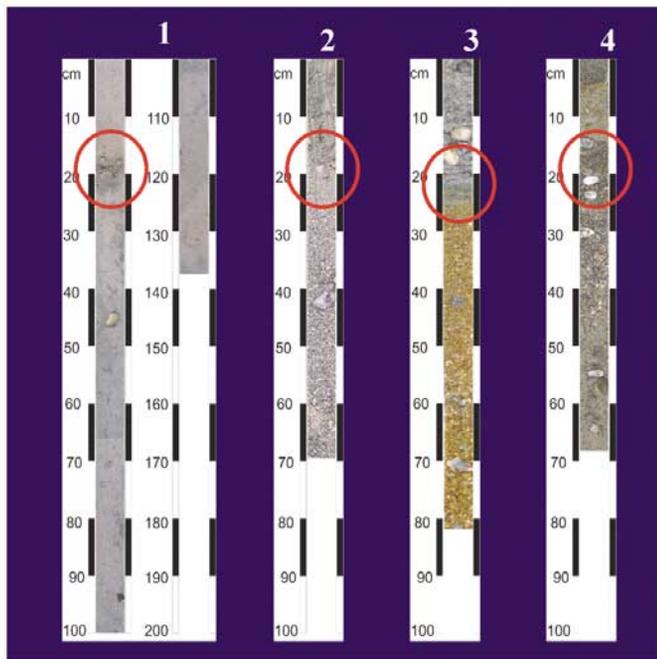
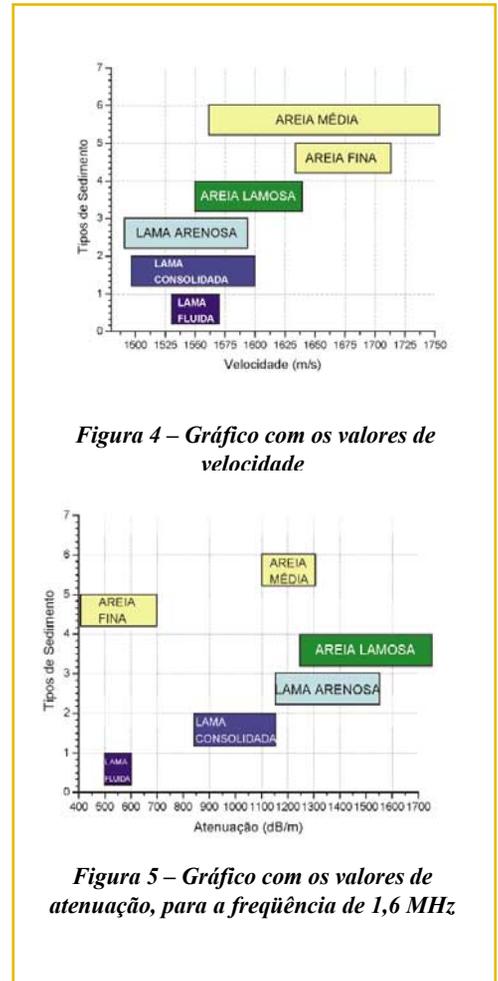


Figura 3 – Testemunhos abertos indicando as interfaces nas camadas de sedimentos

realizadas cerca de 2.550 medições de propagação do som, centímetro a centímetro, cobrindo assim toda extensão do testemunho, registrando para cada ponto um valor de velocidade e atenuação. Os resultados permitiram construir perfis de velocidade e diagramas tridimensionais da atenuação, este último em função da



freqüência. A análise destes dados também permitiu elaborar gráficos comparativos indicando, para cada tipo de sedimento, o valor da faixa de velocidade (Figura 4) e atenuação (Figura 5) obtidos com os resultados das medições.

Os resultados apresentados nos gráficos, juntamente com a análise dos dados disponíveis na literatura, permitiram concluir que:

1 - os fatores geológicos mais relevantes que controlam a velocidade de onda “P” (V_p) em sedimentos marinhos são a porosidade, a densidade e a granulometria. Em geral, existe uma tendência de aumento da “ V_p ”, com a diminuição da porosidade, e um aumento da granulometria. Por este motivo, nota-se um aumento dos valores de



velocidade proporcional ao aumento da dimensão do grão que compõe o sedimento (Figura 4); e

2 - com relação à atenuação, apesar de medidas em meios viscoelásticos serem de difícil obtenção, tendo em vista a variabilidade desta propriedade em função da frequência e sua susceptibilidade a ruídos e a anisotropia, os valores obtidos estão de acordo com estudos progressos e mostram claramente uma tendência de maiores perdas de energia ocasionadas por

fundos formados por sedimentos de menor granulometria, ou seja, os lamosos e suas misturas (Figura 5). Em areias, onde os grãos são maiores e mais arredondados, a área de contato entre as partículas é menor, conseqüentemente, a rigidez é relativamente mais baixa. À medida que a dimensão dos grãos diminui, a quantidade de partículas por unidade de volume aumenta, aumentando assim as áreas de contato, a rigidez e a atenuação. Sob este aspecto, também pode-se considerar a força de

coesão, que tem maiores efeitos sobre as misturas de areias, siltes e argilas.

Portanto, os valores apresentados representam um avanço nas pesquisas que envolvem o aperfeiçoamento dos modelos de previsão acústica, principalmente no que diz respeito à atualização dos valores de velocidade e atenuação, utilizados como parâmetros de entrada no algoritmo de previsão do alcance sonar do SISPRES e na ampliação da base de dados ambientais da área-teste do IEAPM.



Seu sonho é a nossa missão!



- Sem fila de espera
- Empréstimo Rápido
- Financiamento Imobiliário
- Bolsa de Imóveis
- Imóveis 100% financiados
- Assessoria Jurídica Imobiliária Gratuita

Caixa de Construções de Casas para o Pessoal da Marinha

www.cccpm.mar.mil.br / www.cccpm.mb

Endereço: Av. Rio Branco, 39, 11º andar. Tel.: (21) 2105-7400
E-mail: atendimento@cccpm.mar.mil.br

São Pedro da Aldeia - RJ (BAeNSPA)
Rua Comte. Ituriel, S/N - Fluminense - CEP: 28940-000
Tel e Fax: (22) 2621-3934 SISTELMA: (8117) 2056



Propagação da Energia Acústica Submarina

Capitão-de-Corveta (T) **Lúcia Artusi**

Ajudante da Divisão de Geologia do IEAPM. Graduada em Geologia e pós-graduada (M.Sc.) em Geologia e Geofísica Marinha pela Universidade Federal Fluminense.

A área de Ambiente Operacional do Plano de Desenvolvimento Científico e Tecnológico da Marinha (PDCTM) preconiza que compete ao IEAPM desenvolver sistemas de previsão da propagação acústica no ambiente marinho. Para bem executá-lo, este Instituto deve ser capaz de determinar o nível de ruído ambiente e as perdas de energia sonora na propagação, por meio de medições em campo e em laboratório, visando à sua aplicação nas Operações Navais.

Dois são os parâmetros da equação sonar que dependem exclusivamente do meio ambiente e interferem no limiar de detecção: o nível de ruído (NL) e as perdas na transmissão (TL).

$$DT=SL-TL+TS-(NL-DI)$$

Onde **DT** é o limiar de detecção, **SL** o nível da fonte, **TL** as perdas na transmissão, **TS** a refletividade do alvo, **NL** o nível de ruído e **DI** o índice de diretividade.

As irregularidades do fundo, a agitação da superfície, a heterogeneidade da massa de água e as correntes marinhas são fatores de grande importância.

Nas águas rasas, principal cenário de

operação dos submarinos convencionais, o fundo marinho é o principal agente promotor de perdas na propagação acústica. O termo TL (*Transmission Loss*) expressa o “enfraquecimento” da energia sonora ao longo da sua trajetória devido à divergência geométrica e aos diversos mecanismos de atenuação. Uma das características principais da propagação acústica em águas rasas é o confinamento da energia sonora entre a superfície e o fundo do mar, que define um guia de ondas. A propagação a longas distâncias depende, em grande parte, da interação do som com estas superfícies, principalmente em relação ao fundo e subfundo, devido à sua morfologia e composição. Como a cada incidência nessas superfícies ocorrem grandes atenuações, o completo conhecimento desses mecanismos é de vital importância para o entendimento e previsão da propagação acústica e das respectivas perdas.

O Nível de Ruído (*Noise Level -NL*) compreende todas as fontes de sinais sonoros que interferem na detecção do sinal desejado. O “ruído ambiente” é aquele cuja origem independe do sistema sonar e engloba tanto os agentes naturais (vento, ondas, chuva e organismos vivos), como

os provenientes de interferências humanas, a exemplo das atividades de navegação e atividades industriais, entre outros.

O projeto de Propagação da Energia Acústica desenvolvido pelo IEAPM enfoca o estudo desses dois parâmetros. De posse do conhecimento dos mecanismos envolvidos, será possível, a partir de medições de campo, experimentações laboratoriais e modelagem numérica, criar um banco de dados ambientais. Esses dados, por sua vez, serão os parâmetros de inicialização para os diversos modelos acústicos, devidamente avaliados, validados e calibrados visando ao aprimoramento das previsões da propagação acústica e do alcance sonar.

Para melhor conduzir as atividades desta pesquisa, o referido Projeto foi dividido em três fases intimamente relacionadas e que terão que ser desenvolvidas concomitantemente:

A Fase 01 - Ruído Ambiental Marinho - tem como objetivos identificar as principais fontes de ruído ambiental, classificando-os como ruídos geográficos (ondas, vento, correntes etc), ruídos biológicos e ruídos provenientes de embarcações; quantificar os níveis de ruído; e, por fim, monitorar a

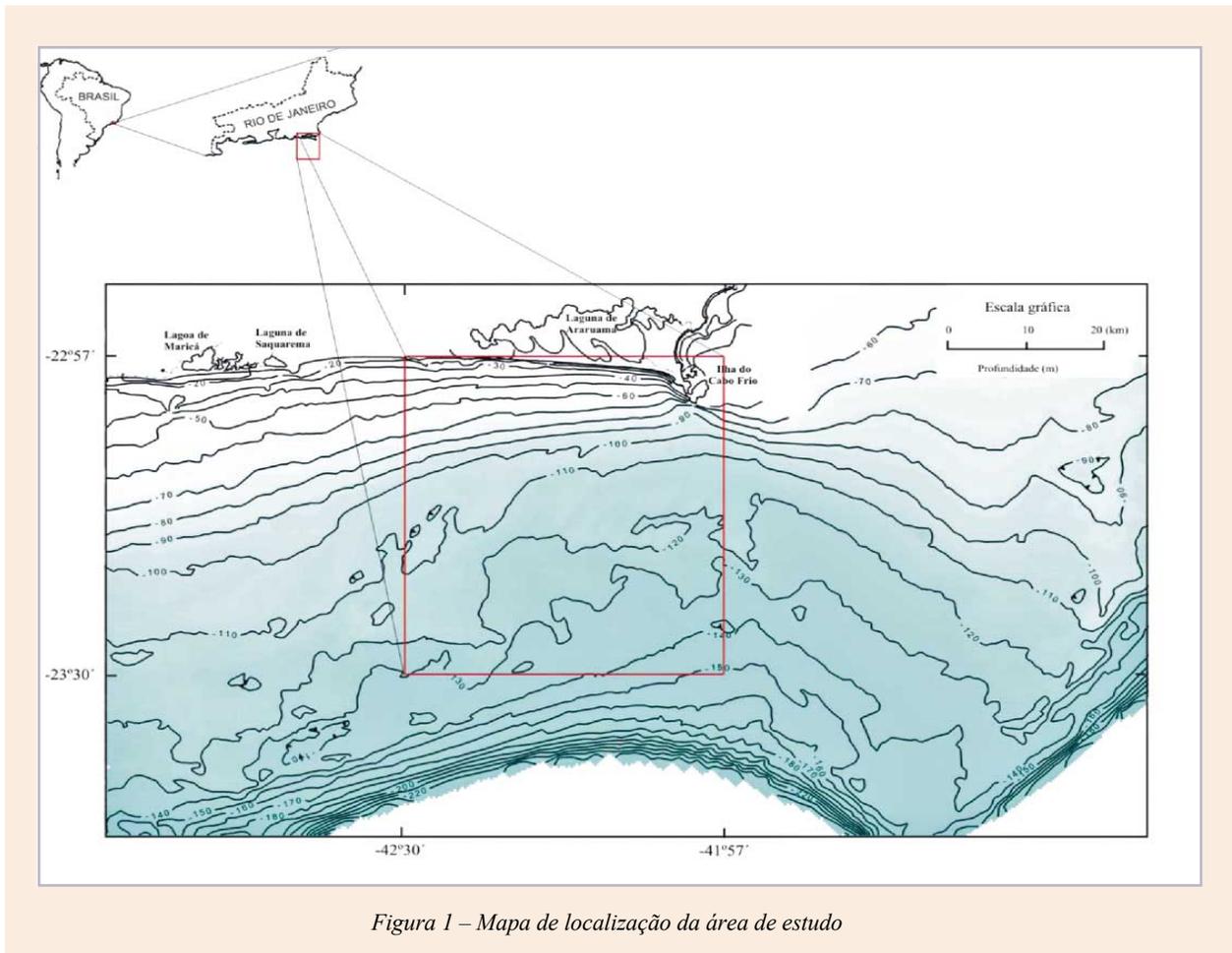


Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo

sua variação temporal, visando à inserção destes dados em banco de dados para serem utilizados como parâmetros de inicialização dos modelos acústicos de previsão de alcance sonar.

A Fase 02 - Geologia, Geomorfologia e Geofísica - tem como objetivo fornecer, para a fase 3, as informações listadas abaixo, que comporão o banco de dados ambientais e serão utilizadas como parâmetros de inicialização dos modelos de propagação:

- distribuição granulométrica dos sedimentos superficiais;
- morfologia detalhada do fundo marinho;
- porosidade e densidade dos

sedimentos que compõem as camadas sedimentares;

- geometria e espessura dos estratos sedimentares;
- composição e profundidade do embasamento acústico; e
- sistemas deposicionais da área de estudo.

A Fase 03 - Propagação do Som - tem como objetivo quantificar as perdas na propagação, por meio da realização de experimentos acústicos em laboratório e *in situ*. Para tal, são necessárias as seguintes etapas:

- medição da velocidade e atenuação do som nos estratos sedimentares,

utilizando o ultrassom;

- identificação, mensuração e estudo dos mecanismos envolvidos na propagação acústica em águas rasas;
- calibração e validação dos modelos de propagação acústica em águas rasas, pré-selecionados e amplamente utilizados pela comunidade científica, utilizando os dados ambientais controlados e os coletados na fase 02;
- estabelecimento de uma metodologia para a realização dos experimentos; e
- utilização de técnicas de inversão, para inferir parâmetros ambientais a partir da análise de dados acústicos.

Histórico das atividades de acústica submarina no IEAPM

As atividades de pesquisa propostas neste Projeto foram embasadas em diversos estudos já realizados pelo IEAPM, juntamente com Universidades, desde 1991, com o Projeto SISPER (Sistema de Previsão de Perdas na Propagação do Som no Mar).

O estudo do Ruído Ambiental Marinho teve seu início com a pesquisa, aquisição, processamento e catalogação de ruídos biológicos produzidos pelas principais espécies existentes na plataforma continental brasileira. A partir deste estudo, foi elaborado um Protótipo do Catálogo de Sons, denominado “RUÍDOS BIOLÓGICOS DOS PEIXES DA COSTA BRASILEIRA”.

Os estudos das áreas de Geologia, Geomorfologia e Geofísica estão sendo conduzidos desde 2002, com o desenvolvimento de três mestrados. A primeira dissertação defendida escolheu a localização da área-teste, na plataforma continental próxima ao IEAPM, e estudou a distribuição da variação granulométrica dos sedimentos superficiais, bem como os aspectos gerais da morfologia e a geometria e espessura das camadas dos primeiros 125 m de sedimentos do subfundo. A segunda dissertação realizou análises da velocidade do som em nove testemunhos de sondagem coletados na área-teste e a terceira obteve o levantamento detalhado da morfologia do fundo marinho, utilizando o ecobatímetro multifeixe e, adicionalmente, forneceu informações de *backscattering* ou retroespalhamento associadas ao tipo de sedimento que recobre o fundo.

O estudo da Propagação do Som teve início em 1994 com a apresentação de quatro

dissertações envolvendo os princípios fundamentais da acústica submarina e do Método dos Modos Normais. Os estudos revelaram a importância do conhecimento de cada fator ambiental, a necessidade de se estabelecer uma área controlada para experimentação e, principalmente, as dificuldades técnicas e logísticas, para a realização de experimentos no mar. Um quarto mestrado, em fase de conclusão, tem como propósito a realização de um experimento acústico na área-teste, escolhida com base nas características morfológicas e composicionais do fundo marinho e em função de sua proximidade ao IEAPM e à raia acústica do CASOP.

As coordenadas geográficas 042°30'W a 041°57'W e 22°57'S a 23°30'S limitam um trecho da plataforma continental adjacente à laguna de Araruama (RJ), entre as profundidades de 30 m e 145 m (Figura 1).

Atividades previstas

ESTADO ATUAL – FASE 1 Subprojeto: MONITORAMENTO DO RUÍDO AMBIENTAL SUBMARINO

Esta fase teve início em dezembro de 2007 com recursos financeiros obtidos junto à FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos). Sua duração prevista é de 2 anos e a execução será compartilhada pelo Instituto de Pesquisas da Marinha (IPqM), pelo Centro de Apoio a Sistemas Operativos (CASOP) e pela Coordenação dos Cursos de Pós-Graduação da UFRJ (COPPE).

O propósito do Projeto é a criação de um Banco de Dados de Ruído Ambiental Submarino (BRAS) na área de testes acústicos da MB, visando a estabelecer uma metodologia para o estudo da intensidade e da variabilidade do ruído ao longo do tempo,

relacionando-o com os fatores responsáveis por esta variabilidade.

Para a MB, são especialmente importantes o conhecimento dos níveis e intensidades do ruído ambiental e os fatores causadores desse ruído, tais como: os ruídos irradiados por embarcações; e os decorrentes das atividades biológicas e marítimas.

Para obter as informações do ruído ambiental submarino, será adquirida uma Unidade Flutuante de Aquisição (UFA) onde serão acomodados os componentes necessários à aquisição e à transmissão remota dos dados acústicos. Nesta primeira etapa do Projeto, está prevista a montagem de um sistema de aquisição de dados, em banda larga, com transmissão via ondas de rádio, composto pelos Módulos de Fundo e de Superfície. A montagem destes módulos está a cargo do IPqM e de empresas contratadas. O Módulo de Fundo é a parte responsável pela aquisição dos sinais acústicos e é composto por um hidrofone, baterias e cabos de transmissão. No Módulo de Superfície, estarão os equipamentos responsáveis pela alimentação do sistema de aquisição, gravação e transmissão dos sinais acústicos de ruído ambiental.

Além da aplicação direta para as atividades navais, o conhecimento dos níveis de ruídos ambientais submarinos poderá auxiliar nas diversas atividades humanas, desde a identificação de áreas de pesca; o controle ecológico de espécies marinhas; o comando remoto de equipamentos acústicos em pesquisas e prospecções oceanográficas; e até mesmo, no futuro, o controle do tráfego de embarcações na Plataforma Continental Brasileira.

Monitoramento de Radionuclídeos

Olga Maria Danelon

Tecnologista Sênior do IEAPM. Graduada em Ecologia e pós-graduada (M.Sc.) em Energia Nuclear na Agricultura pela Universidade de São Paulo.

O Programa Nuclear da Marinha, que vem sendo executando desde 1979, visa a capacitar o País a dominar o ciclo do combustível nuclear - alcançado ao final da década de 1980 - e desenvolver e construir uma planta nuclear de geração de energia elétrica. Como ainda não produzimos combustível nuclear, apesar de dominarmos a tecnologia em nível laboratorial, estamos construindo, em Aramar, São Paulo, uma usina piloto para a produção deste combustível. Uma vez desenvolvidos e concluídos esses dois projetos e logrado êxito na operação dessa planta nuclear, estarão criadas as condições para que possa ser dado início à elaboração do projeto e a posterior construção de um submarino de propulsão nuclear.

Para que, no futuro, a Marinha não venha a ser indevidamente responsabilizada de poluir o mar brasileiro com elementos radioativos, a Coordenadoria do Programa para o Reparcelamento da Marinha e o Centro Tecnológico da Marinha em São Paulo solicitaram que o IEAPM monitorasse as concentrações de radionuclídeos artificiais na água, sedimento e biota ao longo da costa brasileira, a fim de prover dados confiáveis sobre as atuais concentrações desses elementos nesse meio. O IEAPM, em colaboração com pesquisadores do Instituto de Radioproteção e Dosimetria da Comissão Nacional de Energia Nuclear, monitora, anualmente, desde 1996, as concentrações

de Césio 137 na água, no sedimento e na biota (mexilhões e peixes) e de Estrôncio 90, apenas na biota, em onze pontos de amostragem ao longo da costa dos Estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Espírito Santo (Figura 1). As coletas são realizadas na Baía de Santos, Canal de São Sebastião, Enseada de Ubatuba, Baía de Angra dos Reis, Baía de Sepetiba, Baía de Guanabara, Arraial do Cabo, Macaé, Atafona, Anchieta e Baía do Espírito Santo. As áreas foram selecionadas por serem os pontos de maior probabilidade de atuação do futuro submarino nuclear brasileiro.

A costa brasileira já apresenta alguns átomos de radionuclídeos artificiais provenientes de explosões de bombas

nucleares realizadas na atmosfera, durante os últimos 50 anos, embora em níveis baixíssimos. No Japão, por exemplo, os níveis são de $4,00 \text{ Bq.m}^{-3}$, no mar Mediterrâneo são de 13 Bq.m^{-3} e na costa brasileira de, apenas, $1,4 \text{ Bq.m}^{-3}$.

Hoje, o IEAPM dispõe de um banco de dados com mais de 250 registros de concentrações de radionuclídeos na costa brasileira provenientes de trabalhos e relatórios publicados e de suas próprias análises. O IEAPM também pesquisa a circulação e dispersão de radionuclídeos em pequena, média e larga escala, tendo desenvolvido um modelo próprio de dispersão de contaminantes na costa sudeste brasileira.

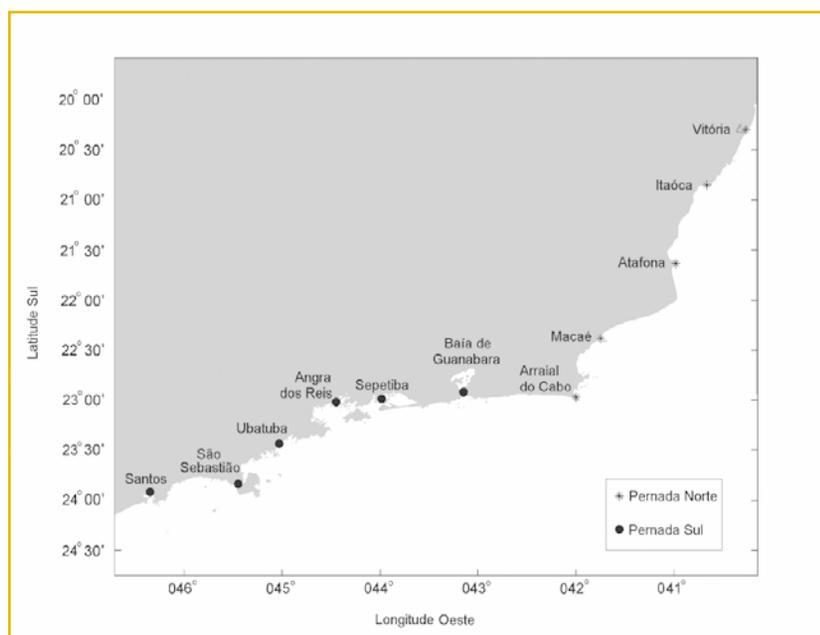
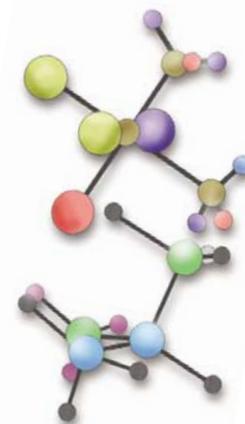


Figura 1 – Pontos de Coleta de Radionuclídeos

A Divisão de Química e o INMETRO



Capitão-de-Corveta (EN) **William Romão Batista**
Encarregado da Divisão de Química do IEAPM. Graduado em Engenharia Química e pós-graduado (M.Sc.) em Química Analítica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

A Divisão de Química, subordinada ao Departamento de Oceanografia do IEAPM, é composta de três laboratórios, a saber: Laboratório de Hidroquímica; Laboratório de Orgânica; e o Laboratório de Radioquímica. Neles, são realizadas análises para a determinação de constituintes químicos e físico-químicos da água do mar, sedimentos e organismos marinhos, com o propósito de caracterizar ambientes marinhos para estudos de interesse da MB. A Divisão participa de vários projetos do IEAPM, tais como: Monitoramento de Recifes Artificiais (MOREA e MOREOR); Monitoramento de Ambientes Marinhos (MOMAM); e Bioincrustação (BIOINC), entre outros.

Além disso, a Divisão de Química possui acreditação junto ao INMETRO (Instituto de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial), segundo a Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025 - Requisitos Gerais para Competência de Laboratórios de Ensaio e Calibração, para realizar análises visando à determinação de hidrocarbonetos e análises comparativas de óleos. Esta Norma especifica os requisitos gerais que os laboratórios de ensaio e calibração devem atender para demonstrar que são

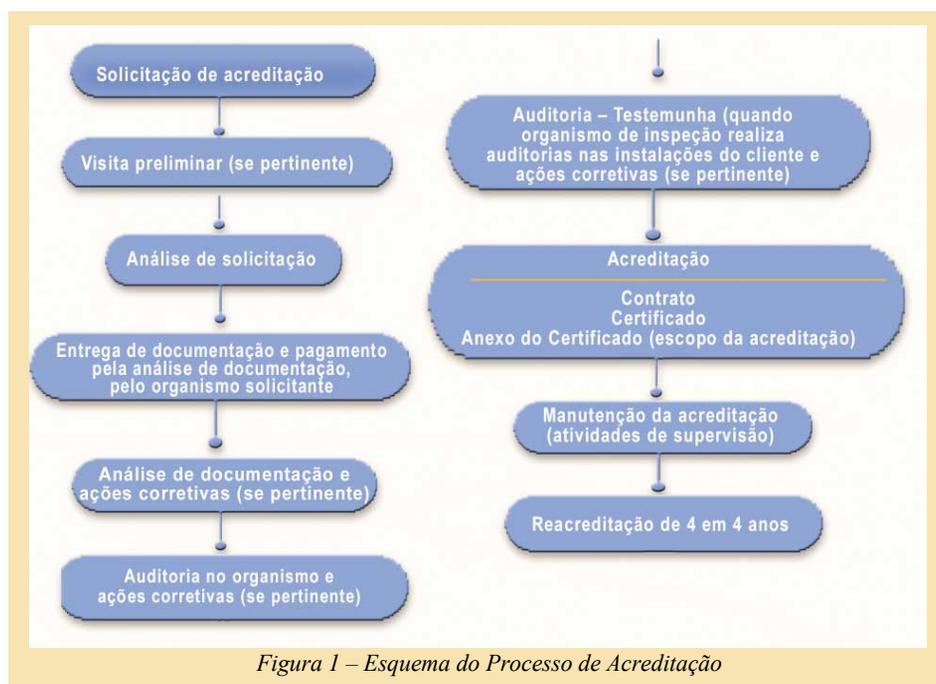


Figura 1 – Esquema do Processo de Acreditação

tecnicamente competentes, capazes de produzir resultados tecnicamente válidos e, principalmente, que tenham um Sistema de Gestão implementado. A acreditação é o reconhecimento formal de que uma entidade está operando um Sistema de Gestão implantado e tem competência técnica para realizar tarefas específicas, sendo conferida por ensaio e não por laboratório. O INMETRO administra um sistema de

acreditação de organismos que observa critérios extremamente exigentes no que se refere ao gerenciamento imparcial, independente e idôneo do sistema implantado. O cumprimento desse rigor técnico é o que confere credibilidade às atividades de acreditação desenvolvidas pelo INMETRO e que repercutem de forma notável no Brasil e no exterior. O processo de acreditação inicia-se após a prévia análise

da documentação, com a visita e avaliação da equipe auditora do INMETRO, que verificam a competência do laboratório em realizar as atividades pelas quais estão solicitando a acreditação. Estando tudo de acordo com as normas, o laboratório é acreditado e recebe o número de acreditação (o número recebido pela Divisão de Química é o CRL-0150).

Para manter essa acreditação, o laboratório deverá ser anualmente auditado por uma equipe de avaliadores do INMETRO, com o intuito de verificar se está mantendo seu Sistema de Gestão e fornecendo serviços com resultados tecnicamente válidos. Um esquema do processo de acreditação está demonstrado na Figura 1.

A Divisão de Química tem como escopo de acreditação avaliar a contaminação por hidrocarbonetos oriundos de petróleo em água e sedimentos, tendo como finalidade apoiar tecnicamente a Marinha, bem como outras instituições que desenvolvam atividades afins, que necessitem de dados efetivamente confiáveis para a emissão de laudos ambientais e/ou para a fiscalização e o monitoramento das águas nacionais. As atividades acreditadas são as seguintes:

- determinação de hidrocarbonetos totais por cromatografia gasosa;
- determinação de fração alifática e aromática por cromatografia gasosa;
- determinação de hidrocarbonetos policíclicos aromáticos totais por espectrofluorimetria;

- coleta e transporte de amostras; e
- análise comparativa de óleos por espectrofotometria de infravermelho (Figura 2).

Os procedimentos relativos às análises acreditadas têm por base normas internacionalmente aceitas, como a USEPA (United States Environmental Protection Agency) e o ASTM (American Society for Testing and Materials).

Por meio da acreditação, a Divisão de Química passou a pertencer à Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio - RBLE, que é o conjunto de laboratórios acreditados pelo INMETRO por meio da Norma ABNT NBR ISO/IEC 17025, para a execução de serviços de ensaio, aberto a qualquer laboratório,

nacional ou estrangeiro, que realize ensaios e atenda aos critérios estabelecidos pelo INMETRO. Encontra-se também afiliada à Rede de Tecnologia do Rio de Janeiro, por meio da rede temática Rio Metrologia, a qual é composta de laboratórios afiliados atuantes nas mais diversas áreas da metrologia e de organizações com forte interesse no desenvolvimento da metrologia no Estado do Rio de Janeiro.



Laboratório de Química do IEAPM



Figura 2 - Espectrômetro de Infravermelho

A Influência de Efeitos de Alta Freqüência do Regime de Ventos na Ressurgência de Cabo Frio

Capitão-de-Corveta Luis Fabiano Assaf Bastos
Encarregado da Divisão de Física do IEAPM. Aperfeiçoado em Hidrografia e Navegação e pós-graduado (M.Sc.) em Oceanografia Física pela Universidade de São Paulo.

Introdução

O fenômeno da Ressurgência é caracterizado pelo movimento ascendente de águas sub-superficiais, geralmente mais frias e ricas em nutrientes, que são trazidas à superfície ou próxima dela. O vento, soprando paralelo à costa, provoca um transporte “offshore” (para longe da costa) das águas superficiais conhecido como transporte de “Ekman”. Pelo efeito da continuidade, águas mais profundas afloram à superfície para ocupar o espaço deixado pelas águas superficiais transportadas. Podemos observar um desenho esquemático do fenômeno na Figura 1.

O presente trabalho consiste em identificar como as alterações no campo de ventos predominantes da região de Cabo Frio afetam a Ressurgência. Ressalta-se que a brisa do mar e as frentes frias constituem-se nos principais efeitos de alta freqüência que influenciam o regime de ventos predominantes na referida região.

Para este fim, um conjunto de dados hidrográficos de temperatura e salinidade do Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO), do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), foi utilizado. Estes dados são provenientes de duas comissões realizadas pelo ex-Navio

Oceanográfico Almirante Saldanha, uma em janeiro de 1986 e a outra em setembro de 1972.

Área de estudo

A área de estudo compreende a região definida pelos paralelos 22° S e 25° S e pelos meridianos 040° W e 044° W, de acordo com a Figura 2, onde os vetores Amax e Bmax indicam o sentido de vento mais favorável à ocorrência de Ressurgência nas regiões A e B, respectivamente.

Esta área de estudo está inserida na Plataforma Continental Sudeste e foi definida como “South Brazil Bight” (SBB) por Castro e Miranda, no livro “The Sea”.

A largura da plataforma continental nessa região é variável, desde 50 km na parte norte até 230 km no centro, diminuindo novamente em direção ao sul. A topografia de fundo é suave, com as isóbatas acompanhando a linha de costa, porém vale ressaltar a ocorrência de uma mudança brusca na orientação da linha de costa que afeta diretamente a penetração das águas frias que afloram na região, passando de NE-SW, ao norte de Cabo Frio, para

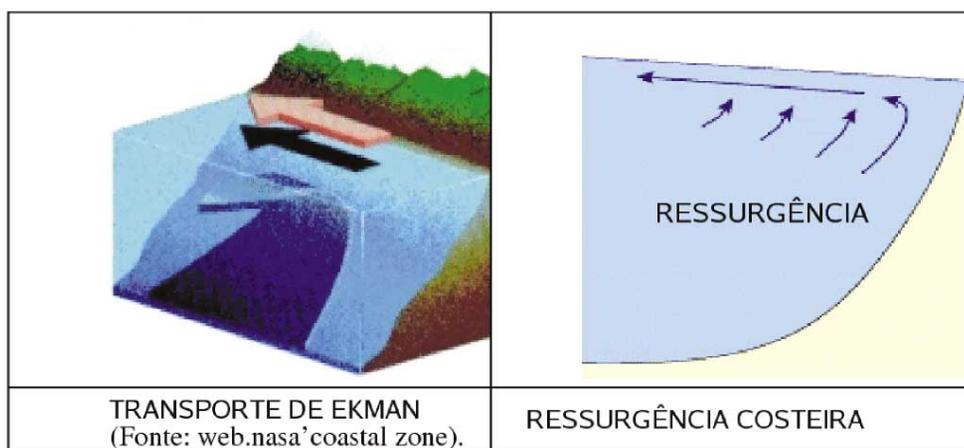


Figura 1 – Transporte de Ekman e a Ressurgência

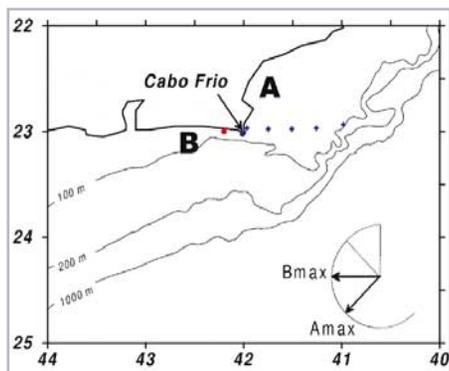


Fig. 2 - **ÁREA DE ESTUDO**
Vermelho – estação de verão e azul – estação de inverno e seção zonal de inverno
Região A – linha de costa NE-SW
Região B – linha de costa E-W

E-W, ao sul de Cabo Frio. A presença de um intenso gradiente batimétrico ao sul de Cabo Frio contribui também de maneira significativa para a ocorrência da Ressurgência. Na Figura 3, podemos visualizar o comportamento das isóbatas de Vitória a Cabo Frio, onde verificamos um estreitamento das mesmas nas proximidades da Ilha do Cabo Frio, o que acarreta um intenso gradiente batimétrico.

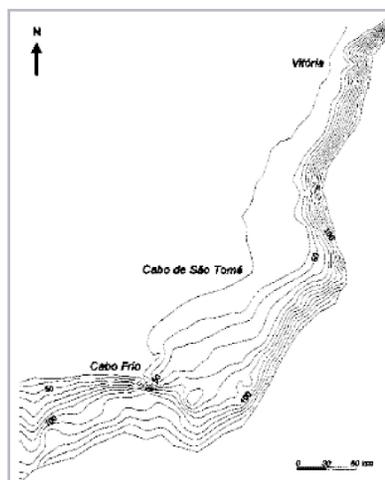


Figura 3 – Comportamento das isóbatas de Vitória a Cabo Frio extraída de uma carta náutica. Nota-se o estreitamento das linhas em Cabo Frio.

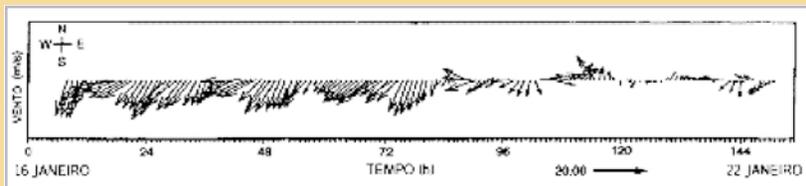


Figura 4 – Série temporal de vento observado na superfície

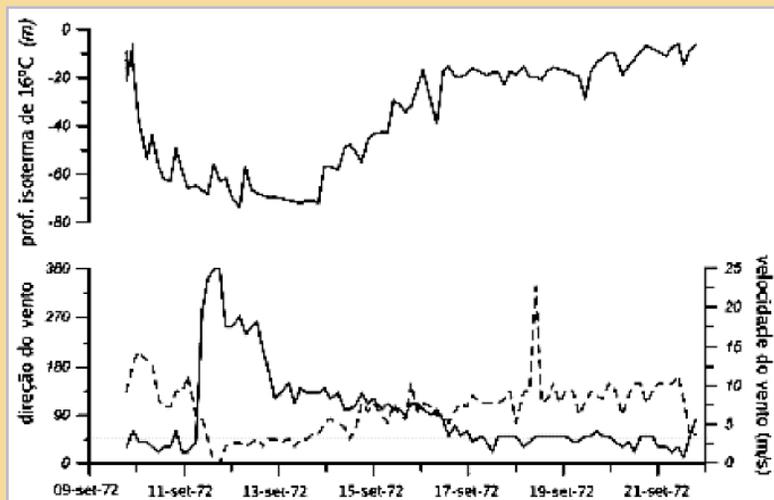


Figura 5 – Comportamento da isoterma de 16° C

Análise da influência do vento na Ressurgência

Na Figura 4, observa-se a variação do vento na superfície, próximo a Cabo Frio, no período de 16 a 22 de Janeiro de 1986.

A brisa do mar, como circulação local, tem o efeito de alterar tanto a intensidade quanto a direção dos ventos predominantes, fazendo com que o vento resultante fique mais intenso e paralelo à costa o que, conseqüentemente, favorece o transporte de Ekman contribuindo, assim, para o afloramento das águas frias e, geralmente, mais ricas em nutrientes na região. Estudos numéricos, realizados em 1998, mediram o efeito da Ressurgência costeira na circulação local e o “feedback” do efeito da brisa na Ressurgência. Neste estudo, conclui-se que a brisa do mar em

Cabo Frio intensifica a Ressurgência, pois tem o efeito principal de aumentar a intensidade dos ventos e, por outro lado, a Ressurgência tem o efeito de intensificar a circulação local, o que demonstra que há um “feedback” positivo entre a brisa do mar e a Ressurgência.

Com os dados da comissão de setembro de 1972 (Figura 5), observa-se um comportamento interessante da profundidade da isoterma de 16° C, que é um bom indicador da intensidade da Ressurgência, associado à mudança nos ventos provocada pela aproximação de um sistema frontal. Podemos observar que a partir do dia 15 de setembro, quando a direção do vento vai tendendo a se aproximar de NE, a isoterma aflora chegando à profundidade de 20 metros.

Construção de Campos Termohalinos para Inicialização de Modelos Numéricos

Capitão-de-Corveta (T) Ana Cláudia de Paula¹ e Leandro Calado²

1. Encarregada da Divisão de Modelagem de Sistemas do IEAPM. Graduada em Oceanografia, especializada em Geologia e Geofísica Marinhas e doutoranda em Oceanografia Física pela Universidade de São Paulo.

2. Ajudante da Divisão de Modelagem de Sistemas do IEAPM. Graduado em Física e pós-graduado (D.Sc.) em Oceanografia Física pela Universidade de São Paulo.

Introdução

Previsão oceânica de meso e larga escalas é uma das áreas da Oceanografia que mais tem despertado interesse da comunidade científica, do setor privado e de instituições militares, demandando, ainda, considerável investimento de pesquisa e desenvolvimento. Para elaborar um sistema de previsão oceânica, são necessários modelos numéricos confiáveis, coletas, análises e estudos de dados oceanográficos.

Com esta premissa, foi firmado, em dezembro de 2005, o Projeto de Construção de Campos Termohalinos Iniciais para Modelos Numéricos entre o IEAPM e o CENPES (PETROBRAS). Esta iniciativa foi embrionária da participação do IEAPM na Rede de Modelagem e Observação Oceanográfica (REMO), liderada pelo CENPES, envolvendo diversas instituições nacionais de pesquisa e a Marinha do Brasil.

O propósito principal deste projeto é a construção de campos termohalinos para alimentar esquemas de assimilação de dados para modelos numéricos de previsão de circulação oceânica.

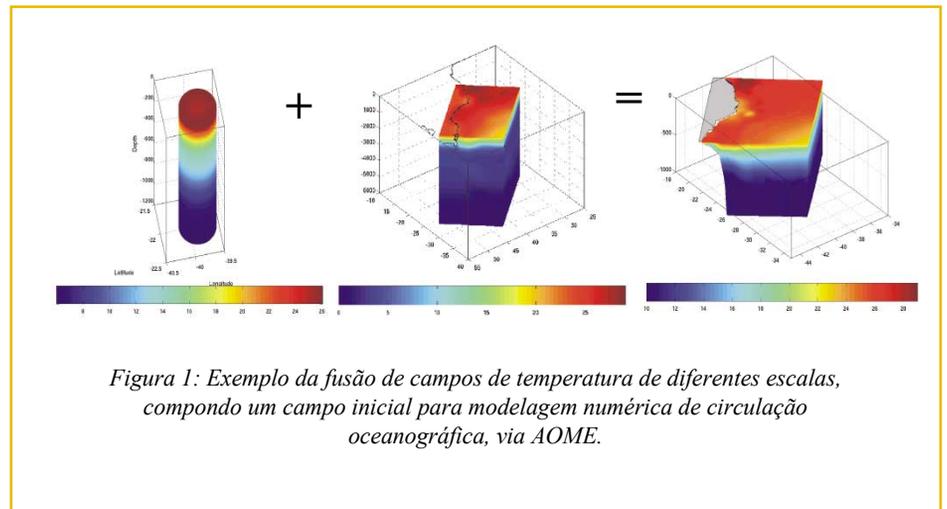


Figura 1: Exemplo da fusão de campos de temperatura de diferentes escalas, compondo um campo inicial para modelagem numérica de circulação oceanográfica, via AOME.

Projeto

Os campos termohalinos que contemplam o litoral sudeste brasileiro devem ser capazes de incluir feições oceanográficas, como a Corrente do Brasil (CB), seus vórtices e a ressurgência costeira. Desta forma, está em desenvolvimento no IEAPM uma série de ferramentas para a construção de feições individuais, por meio de dados sinóticos. Tais ferramentas associadas a um campo-base (originado de uma climatologia ou do resultado de modelo) irão compor o campo termohalino de inicialização para um modelo numérico de circulação oceanográfica.

Para a inclusão das feições ao campo-base, o projeto conta com uma outra ferramenta sofisticada, o esquema de Análise Objetiva de Múltiplas Escalas (AOME), que possibilita a fusão de campos de diferentes escalas espaciais (a sinótica e a climatológica), respeitando a estrutura de cada uma. A Figura 1 apresenta a visão tridimensional de temperatura de uma feição (vórtice) construída a partir de dados sinóticos (painel esquerdo), da climatologia (painel central) e do campo resultante da fusão do vórtice com a climatologia (painel direito).

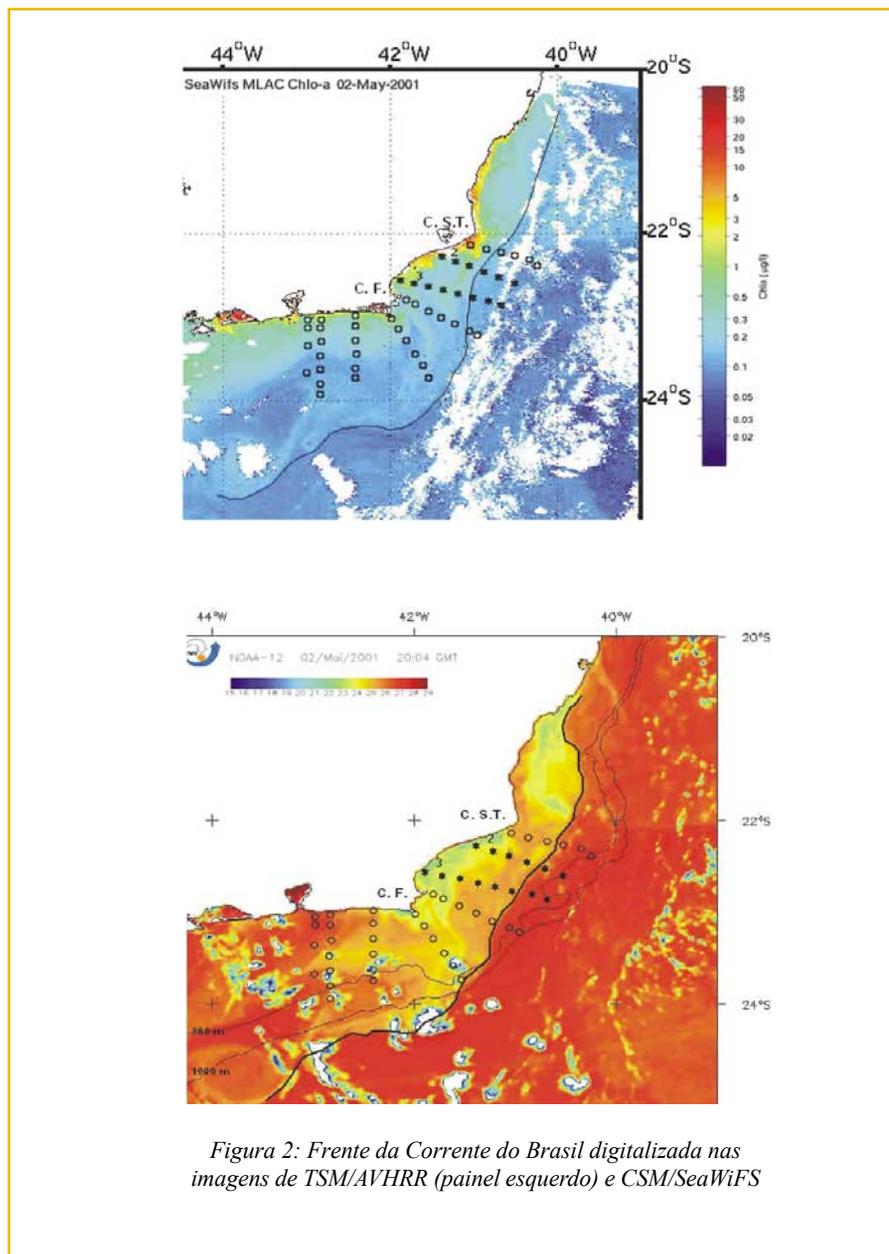


Figura 2: Frente da Corrente do Brasil digitalizada nas imagens de TSM/AVHRR (painel esquerdo) e CSM/SeaWiFS

A frente digitalizada da imagem orbital é utilizada para guiar a posição Tridimensional da Corrente do Brasil (TCB) no campo-base (climatológico ou proveniente de modelo numérico), conforme pode ser observado na Figura 3 (painel esquerdo). Dados do modelo ou dados sinóticos podem fornecer a própria estrutura da TCB (Figura 3, painel direito). Assim, é utilizada a técnica AOME para interpolar a TCB em um campo termohalino qualquer extraído da própria simulação numérica. Desta forma, é possível criar um novo cenário tridimensional, associando a observação a um resultado instantâneo do modelo. Este campo termohalino é, então, conduzido para o modelo numérico, via técnicas de assimilação de dados, o que possibilita ao modelo adquirir informações sinóticas, levando a uma maior confiabilidade na previsão numérica.

Conclusões

O desenvolvimento da metodologia de construção de campos termohalinos para assimilação em modelos numéricos de circulação oceânica permite a inclusão de toda a estrutura tridimensional do campo de densidade. Isto torna possível a assimilação dos dados de forma integrada em toda a coluna de água, auferindo confiabilidade à previsão oceanográfica.

A construção dos campos termohalinos será uma composição das feições extraídas de dados sinóticos, da climatologia e de imagens orbitais.

As imagens orbitais têm como função prover dados de temperatura de superfície e localizar a posição das feições. As imagens da Figura 2 apresentam um exemplo de digitalização da localização da frente da CB em uma imagem termal (painel superior) e em uma de cor do oceano (painel inferior).

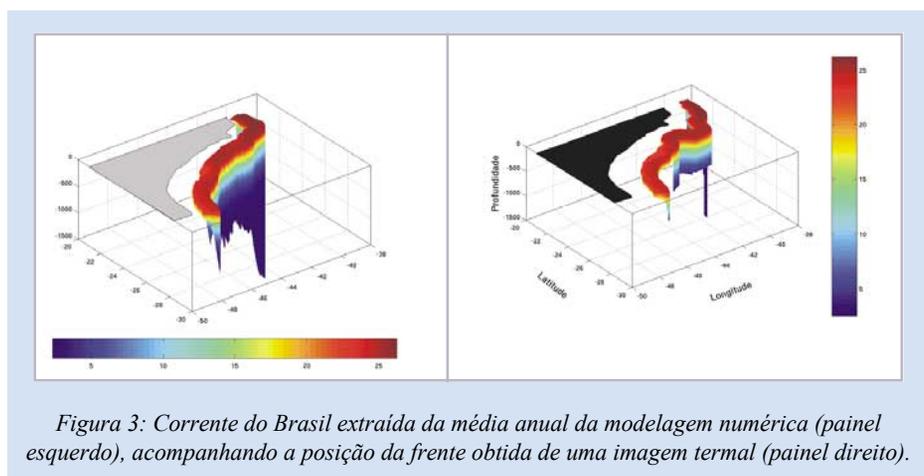


Figura 3: Corrente do Brasil extraída da média anual da modelagem numérica (painel esquerdo), acompanhando a posição da frente obtida de uma imagem termal (painel direito).

Sistema de Previsão do Ambiente Acústico para o Planejamento das Operações Navais – SISPRES

Capitão-de-Corveta Benevides Collela Xavier

Encarregado da Divisão de Projetos de Propagação do IEAPM. Aperfeiçoado em Hidrografia e Navegação e pós-graduado (M.Sc.) em Engenharia Oceânica pela Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Introdução

Visando ao desenvolvimento de um sistema que apresentasse a caracterização ambiental para efetuar o cálculo da previsão de alcance sonar, foi criado no IEAPM o Sistema de Previsão do Ambiente Acústico para o Planejamento das Operações Navais (SISPRES).

O SISPRES se propõe a prever o ambiente acústico para uma determinada área em um determinado período, a fim de auxiliar a Marinha do Brasil no planejamento das operações navais e no emprego tático dos meios, na área marítima de interesse de aplicação do Poder Naval, interferindo de modo decisivo na tomada de decisões em operações anti-submarino

e de ataque por submarino. Além disso, realiza cálculos do nascer e pôr-do-Sol, do nascer e pôr-da-Lua, dos crepúsculos náutico e civil e da previsão de marés, cujas aplicações estendem-se a diversos outros cenários operativos.

O SISPRES pode ser descrito como a integração de três blocos (Figura 1): a Base de Dados Ambientais Qualificados (BDAQ); o Sistema Tático de Fatores Ambientais (STFA), que contempla diversas funcionalidades de um Sistema de Informações Geográficas (SIG); e o Módulo de Previsão de Alcance Sonar (MODPRES), onde estão disponíveis os modelos para cálculo de previsão de alcance sonar.

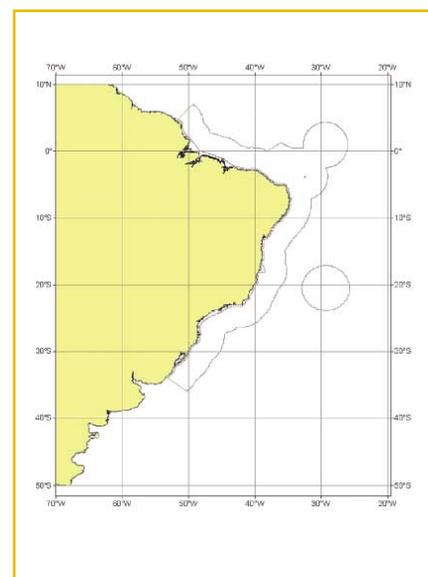


Figura 2: Área de abrangência do SISPRES

Área de Abrangência

A área atual de abrangência do projeto está compreendida entre os paralelos de 10°N e 50°S e o meridiano de 20°W e a costa leste da América do Sul (Figura2).

BDAQ (Base de Dados Ambientais Qualificados)

A BDAQ é uma base climatológica composta, entre outros parâmetros oceanográficos, de perfis médios de temperatura e salinidade, gerados a partir

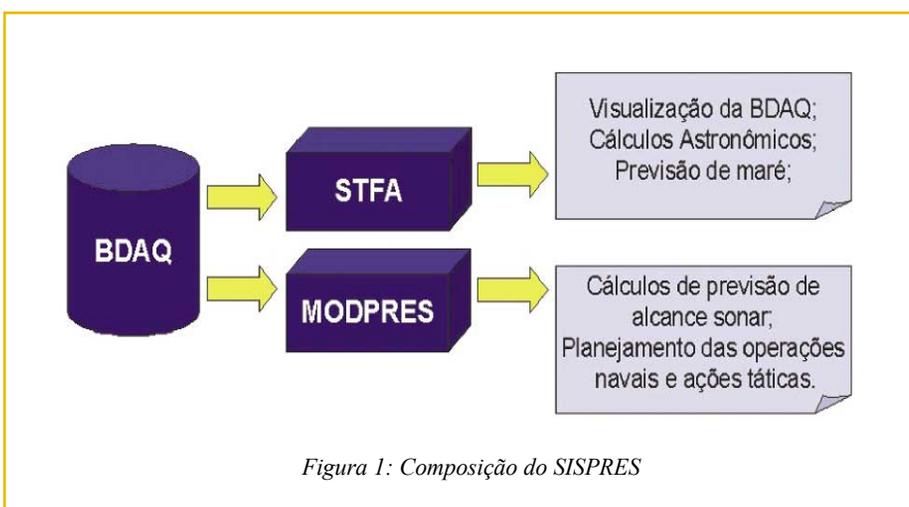


Figura 1: Composição do SISPRES



de dados brutos provenientes de diversas instituições, especialmente do Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO), do Centro de Hidrografia da Marinha (CHM), editados e qualificados por ferramentas desenvolvidas especificamente para o Projeto SISPRES. A BDAQ é composta, ainda, por parâmetros meteorológicos, geológicos e geofísicos.

Em face do aprimoramento tecnológico e da constante aquisição de novos dados, a BDAQ é regularmente atualizada, incorporando novos parâmetros ambientais e melhorando as resoluções.

Sistema Tático de Fatores Ambientais (STFA)

O STFA é o módulo ambiental do SISPRES que disponibiliza, de forma rápida e eficaz, as informações ambientais médias do cenário físico (BDAQ), descritas na Tabela 1. As Figuras 3 a 5 mostram algumas das interfaces do sistema.

MODPRES (Módulo de Previsão de Alcance Sonar)

O MODPRES é o módulo acústico do SISPRES, onde estão integrados modelos acústicos e bancos de dados de equipamentos e meios, responsável pelos cálculos de previsão de alcances sonar ativo e passivo, com capacidade para realizar tanto as previsões de alcance sonar em nível de planejamento, quanto aquelas em nível tático.

Este Módulo também pode ser empregado independentemente dos parâmetros fornecidos pela BDAQ, introduzindo-se diretamente os dados ambientais coletados na cena de ação. As Figuras 6 e 7 apresentam algumas interfaces do sistema.

Umidade relativa do ar
Vento
Precipitação
Altura significativa de ondas
Batimetria
Caracterização do fundo
Cálculo de marés
Nascer e Pôr do Sol e da Lua
Fases da Lua

Temperatura
Salinidade
Densidade
Velocidade do som
Temp. na camada de mistura
Profundidade de camada
Gradiente térmico na termoclina
Temperatura do ar
Temperatura da superfície do mar
Pressão atm. ao nível do mar

Tabela 1 – Informações Ambientais do Cenário Físico

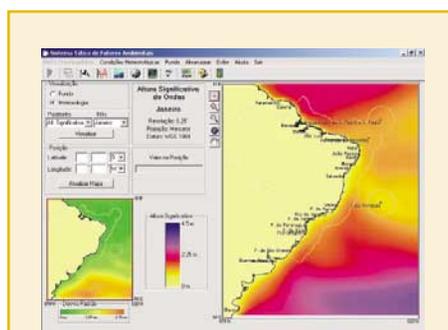


Figura 3: Altura significativa de ondas (janeiro)

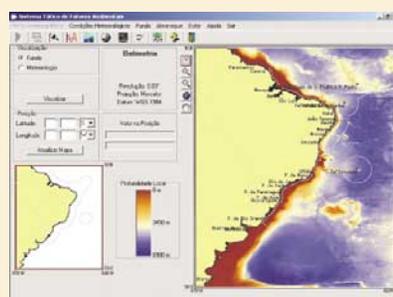


Figura 4: Perfis oceanográficos para o ponto de coordenadas 22° 37.4' S e 038° 54.1' W (janeiro)

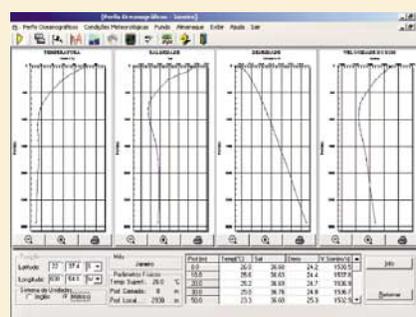


Figura 5: Interface do STFA apresentando a batimetria

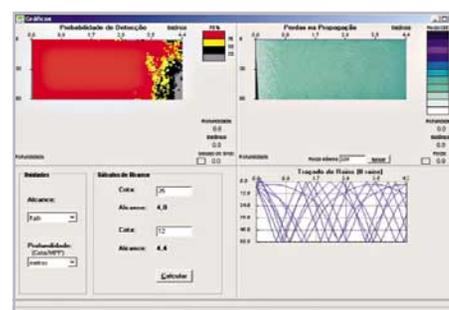


Figura 6: Interface gráfica inicial do MODPRES

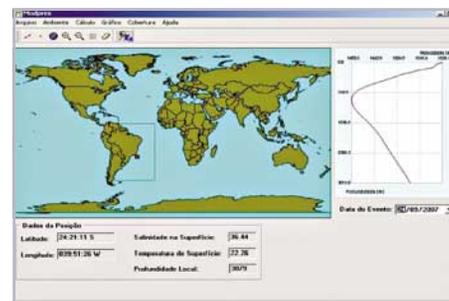


Figura 7: Parâmetros calculados

Acompanhando as inovações tecnológicas, o SISPRES vem sendo constantemente aprimorado e seu desenvolvimento é de extrema relevância estratégica e econômica para a MB, por diminuir a dependência tecnológica de sistemas estrangeiros, viabilizar a capacitação nacional na área de acústica submarina e otimizar a utilização da massa de dados ambientais disponível em prol da soberania nacional.



IEAPM realiza Seminário Brasileiro sobre Água de Lastro

*Flavio da Costa Fernandes
Pesquisador Titular do IEAPM. Graduado em
Ciências Biológicas e pós-graduado (Ph.D.)
em Oceanografia Biológica pelo University
College of North Wales.*

Desde 2000, o IEAPM realiza o Seminário Brasileiro sobre Água de Lastro, nas dependências do Hotel de Trânsito “A Ressurgência”, em Arraial do Cabo/RJ. Trata-se de um evento realizado a cada dois anos com o propósito de discutir assuntos relacionados ao controle e gerenciamento da água de lastro e divulgar os conhecimentos atualizados sobre as atividades de gestão da água de lastro nos portos brasileiros, assim como estudos que estão sendo desenvolvidos com as espécies introduzidas e seus diferentes impactos.

Participam do evento mais de uma centena de profissionais de várias



instituições nacionais e estrangeiras. Geralmente, o Seminário é dividido em sessões abordando os seguintes assuntos: A Convenção Internacional e as Diretrizes sobre Água de Lastro; Gerenciamento da Água de lastro nos Navios (NORMAM-20); O Papel das Autoridades Brasileiras na Gestão da Água de Lastro; Plano de Gestão de Água de Lastro nos Portos; Análise dos Formulários de Água de Lastro, Plano de Gestão de Água de Lastro nos Navios; O Uso de Substâncias Ativas no Tratamento da Água de Lastro e

no Controle das Espécies Invasoras; Espécies Aquáticas Invasoras no Brasil; e as Iniciativas Brasileiras para o Controle do Mexilhão Dourado.

Os trabalhos são apresentados sob a forma de palestras, mesas redondas, pôsteres e vídeos sobre os diversos aspectos da gestão da água de lastro, seja nos portos ou nos navios, incluindo aspectos científicos, legais e administrativos.

Em novembro de 2008, será realizado o V Seminário Brasileiro sobre Água de Lastro, dando continuidade a uma atividade científica do IEAPM, que já se tornou uma referência nacional no assunto.





“Pesquisando o mar, rumo ao futuro”

IEAPM



24 anos dedicados à pesquisa e ao desenvolvimento científico e tecnológico nas áreas de Oceanografia, Meteorologia, Hidrografia, Geologia e Geofísica Marinhas, Instrumentação Oceanográfica, Acústica Submarina e Engenharia Costeira e Oceânica.



INSTITUTO DE ESTUDOS DO MAR ALMIRANTE PAULO MOREIRA

Rua Kioto, 253 – Praia dos Anjos

CEP: 28930-000

Arraial do Cabo – RJ

<http://www.ieapm.mar.mil.br>

<http://www.ieapm.mb>