



“As informações coletadas pela boia meteo-oceanográfica lançada pelo IEAPM formam um banco de dados fundamental para o melhor conhecimento das água jurisdicionais brasileiras e determinam uma linha base bastante completa para avaliação de mudanças climáticas.”

Projeto SIODOC

Primeiro Ano de Resultados

Rogério Neder Candella: Pesquisador Titular - IEAPM.
Divisão de Dinâmica Costeira e Estuarina - IEAPM.

Augusto Andrade Pereira: Bolsista da Divisão de Dinâmica Costeira e Estuarina - IEAPM.

Elaine Aparecida de Oliveira: Bolsista da Divisão de Dinâmica Costeira e Estuarina - IEAPM.



Figura 1: lançamento da boia meteo-oceanográfica.

A Divisão de Dinâmica Costeira e Estuarina do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM) desenvolveu, entre 2011 e 2014, o projeto Sistema Integrado de Obtenção de Dados Oceanográficos para a Defesa (SIODOC), que teve como principal objetivo o lançamento de uma boia meteo-oceanográfica equipada para medições de diferentes parâmetros, tanto em superfície, quanto em diferentes profundidades (até 46 m). As medições disponíveis estão descritas na Tabela 1.

Os dados coletados são utilizados em diversas áreas. Operacionalmente, têm sido utilizados pelo Centro de Hidrografia da Marinha na previsão de tempo e condições oceânicas, tendo papel preponderante, já que a área é altamente influente na meteorologia da região. Na área técnica, são utilizados na determinação de parâmetros de engenharia para a construção do guia-correntes de Saquarema pela empresa Hatch. No campo acadêmico, diversas monografias, dissertações e teses foram ou estão

Tabela 1: Parâmetros Medidos pela boia meteo-oceanográfica do projeto SIODOC.

PARÂMETROS ATMOSFÉRICOS	PARÂMETROS OCEÂNICOS
Temperatura do Ar	Temperatura do Mar (8 profundidades)
Pressão Atmosférica	Salinidade (8 profundidades)
Radiação Solar Incidente	Velocidade e Direção de Correntes (9 profundidades)
Direção e Velocidade do Vento (média horária)	Mediação Direcional de Ondas
	Fluorescência em Superfície
Velocidade de Rajada de Vento	Perfil de Correntes Oceânicas

sendo desenvolvidas com o emprego dos dados gerados. Já em termos de aplicações navais, esses resultados são utilizados, por exemplo, no desenvolvimento de tecnologias voltadas para a propagação do som. Além de todos esses aspectos, formam um banco de dados fundamental para o melhor conhecimento das águas jurisdicionais brasileiras e determinam uma linha-base bastante completa para avaliação de mudanças climáticas.

O lançamento da boia foi realizado em Julho de 2013 (Figura 1), e o contrato inicial prevê sua manutenção pela subsidiária da empresa fabri-

cante da boia, Fugro Brasil, por um período de dois anos. Os dados registrados são transmitidos em tempo real e são de livre acesso, através do site <http://metocean.fugrogeos.com/marinha>. Alternativamente, o site pode ser acessado pelos endereços www.ieapm.mar.mil.br/links ou www.siodoc.net. Atualmente, o banco de dados conta com séries temporais com mais de 1 ano de medições.

Em março de 2014, foi realizada a primeira manutenção completa do equipamento, que foi relançado após 3 dias (Figura 2). O sucesso dessa campanha de coleta de dados é demons-



Figura 2: Resgate para manutenção da boia do projeto SIODOC, podendo-se observar a grande quantidade de bioincrustação nessa última, relançada em seguida pelo navio Fugro Brasilis.



trado pelas altas taxas de sucesso de aquisição, que para ondas, temperatura, correntes e parâmetros atmosféricos é superior a 98%. A incrustação biológica afeta significativamente alguns equipamentos, especialmente os baseados em tecnologia óptica, como o de fluorescência, ou os que dependem de fluxo de água interno, como os salinógrafos. Dessa forma, apenas 4 dos sensores de salinidade apresentaram taxa de sucesso de aquisição superiores a 80%.

A posição da boia SIODOC representa um avanço considerável no estudo da ressurgência (imagem abaixo), fenômeno oceanográfico de grande importância regional. Embora muitas pesquisas descrevam esse processo, as informações disponíveis são, usualmente, pontuais, restritas à superfície do mar ou a uma profundidade fixa. Pela primeira vez, foram obtidos dados referentes a toda coluna d'água durante um ciclo anual completo.

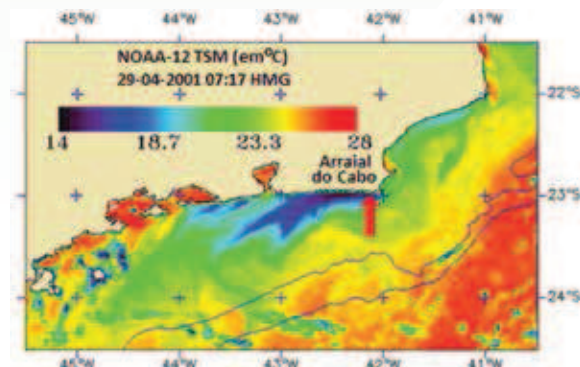


Imagem de satélite ilustrando o posicionamento da boia do SIODOC (seta vermelha) dentro da principal zona de ressurgência do litoral do RJ.

Resultados Preliminares

Na Figura 3, é apresentada a evolução do perfil vertical da temperatura da água do mar para o período entre julho de 2013 e julho de 2014. O ciclo anual da ressurgência é bem marcado, com início em setembro/outubro e término em

julho, dentro dos limites de variação definidos por Calil Elias (2010).

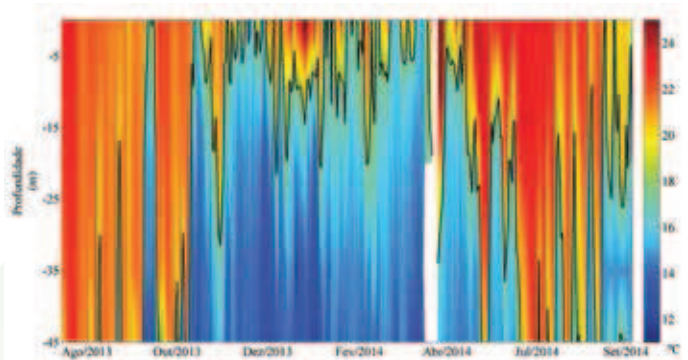


Figura 3: Evolução dos perfis de temperatura do mar durante o primeiro ano de coleta de dados do Projeto SIODOC. O período de ressurgência, definido pela preponderância da cor azul no gráfico, vai de setembro/outubro de 2013 a julho de 2014.

Um exemplo clássico da evolução do fenômeno ocorreu em outubro de 2013, mês típico de ocorrência da ressurgência, e pode ser visto na Figura 4. Observa-se uma relação entre o vento de Nordeste (NE), destacado em azul, na parte superior do gráfico, e o resfriamento da água (Figura 4). A partir do dia 9, a predominância do vento NE foi seguida pelo resfriamento gradativo da coluna da água, representado pela redução da profundidade da isoterma de 18°C (linha preta). Após cinco dias de persistência deste vento, as temperaturas de 18°C, antes só encontradas em profundidades maiores que 45m, chegam até a superfície. Esse evento de ressurgência se destacou por possuir uma duração de seis dias praticamente ininterruptos. Concomitantemente a esse evento, águas a 45m de profundidade atingiram a temperatura de 12°C, valor mínimo registrado no mês de outubro de 2013. Ao longo deste mesmo mês, outros eventos de ressurgência de menor persistência também foram registrados.

Tais observações de variação vertical de temperatura em diferentes profundidades são inéditas nessa escala de tempo para a região de Arraial do Cabo. Além disso, as medições de outras

variáveis meteo-oceanográficas permitirão futuras análises e correlações, possibilitando melhor compreender e descrever esses processos.

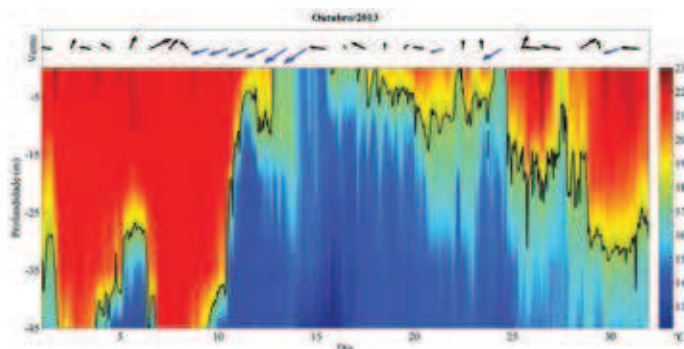


Figura 4: Registros do mês de Outubro de 2013. Painel superior: Médias diárias da direção do vento. As setas azuis destacam os ventos de Nordeste; Painel inferior: Variação vertical da Temperatura do Mar entre as profundidades de 0m a 45m. O traçado negro representa a isolinha de 18°C.

Além dos parâmetros associados ao fenômeno da ressurgência, outro grande interesse do projeto SIODOC é o estudo de ondas superficiais de gravidade geradas pelo vento que incidem na região. Esses dados complementam o projeto PNBOIA, gerido pela Marinha, e parte integrante do Programa GOOS-Brasil, componente brasileira do GOOS - Global Ocean Observing System - da Aliança Regional para a Oceanografia no Atlântico Sudoeste Superior e Tropical - OCEATLAN -, aumentando a cobertura das medições de ondas ao longo do litoral brasileiro.

Dentre as mais de 8.500 medições horárias de ondas, a maior onda individual registrada foi de 621 cm, em 26 de setembro de 2013 (Figura 5). A direção principal deste evento foi de 229° (Sudoeste), com período predominante de 11,6 s. Os dados meteorológicos da boia indicaram um intenso vento local no período deste evento, com média diária de 10m/s e rajadas de até 17,5m/s, sempre de Sudoeste. Esses ventos são típicos do avanço de

frentes atmosféricas, representado pelo centro de baixa pressão nas Figuras 6 (a) e (b).

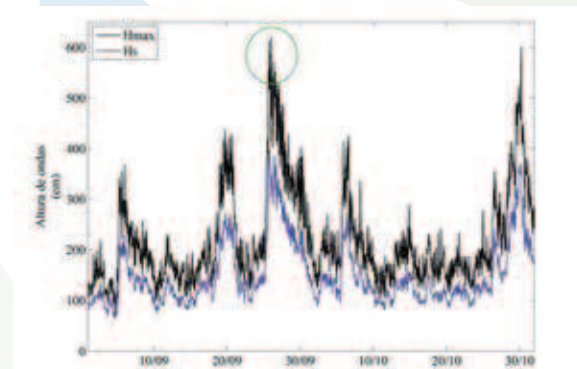


Figura 5: Altura máxima (em preto) e altura significativa de ondas (em azul) para Setembro a Outubro de 2013.

Na Figura 6, são apresentadas as médias diárias de vento sobrepostas às de pressão atmosférica nos dias 25 e 26 de outubro de 2010, respectivamente, dia anterior (a) e ao dia (b) do evento de maior altura máxima de onda registrado pela boia SIODOC (Figura 5). Podemos observar que o centro de baixa pressão permaneceu durante os dois dias, próximo à costa, formando uma grande pista de vento sobre o mar. Dessa forma, foram gerados ventos de grande intensidade e com grande área de atuação sobre o oceano, condições necessárias para a formação de ondas com a característica registrada pela boia SIODOC.

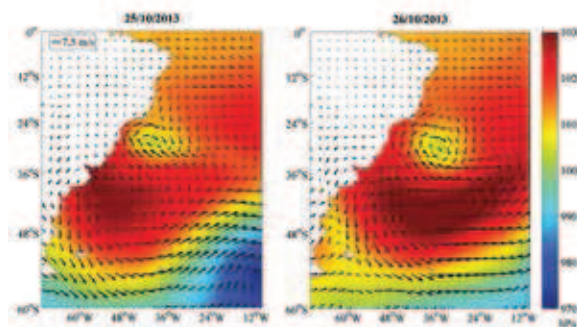


Figura 6: Condições atmosféricas dos dias de maior altura máxima de onda em Arraial do Cabo e seu anterior. Os vetores indicam a média diária de ventos sobre o campo de pressão ao nível do mar, ambos do NCEP.

Considerações Finais

Embora o projeto SIODOC tenha se encerrado em abril de 2014, a boia meteo-oceanográfica permanece fundeada e produzindo grande quantidade de dados, o que contribui significativamente para a oceanografia observacional dessa região de dinâmica oceânica tão peculiar.

Os resultados sumarizam uma parte dos dados analisados, mas o prognóstico é que o projeto ainda subsidie muitas outras investigações, não só através dos dados de excelente qualidade já disponibilizados, quanto das medições que continuam a ocorrer, constituindo uma extensa base de dados tanto para a comunidade científica, quanto para uso operacional.

Referências Bibliográficas

CALIL ELIAS, L. M.. 2009. Variabilidade Interanual da Ressurgência de Cabo Frio - RJ. Dissertação (mestrado) - UFRJ / COPPE / Programa de Engenharia Oceânica.

Relançamento pelo navio Fugro Brasilis.
Boia meteo-oceanográfica.

