

## A CIRCULAÇÃO NO CANAL DE SÃO SEBASTIÃO - SP

**Paixão, S.V.; Castro, B.M.**

*Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Praça do Oceanográfico, 191, São Paulo, SP, 05508-900, telefone (11) 9342-4502 {sandro@io.usp.br}*

### 1. Introdução

O canal de São Sebastião (CSS) está localizado na Plataforma Continental Sudeste do Brasil (PCSE), entre o município de São Sebastião e a ilha de mesmo nome, cujo território pertence ao município de Ilhabela. O CSS está compreendido entre as latitudes 23° 42'S e 23° 54'S e as longitudes 045° 19'W e 045° 29'W, apresentando as seguintes características: comprimento de 22,2 km, largura de 6,8 km ao sul, de 5,7 km ao norte e de 2,0 km em sua parte central. Essa região apresenta uma batimetria bastante peculiar, com um canal central relativamente estreito e mais profundo que as áreas localizadas fora do mesmo, com profundidades que variam de 20 a 44 m. O CSS é um canal costeiro não-estuarino, apresentando características físicas singulares e constituindo-se numa passagem natural para as correntes da plataforma continental adjacente.

De acordo com Furtado et al. (1996), a batimetria a sudoeste da ilha de São Sebastião (ISS) apresenta uma acentuada declividade, que caracteriza a presença de canal submerso na região. Esse canal, escavado em períodos transgressivos, e a existência de uma escarpa que se estende do sul para leste da ISS, condicionam a intrusão de águas de origem oceânica ao extremo sul do CSS.

Em estudo sobre a dinâmica das correntes do CSS, Castro (1985) constatou que as correntes não são totalmente forçadas pelo vento local, sendo também reflexo da forçante remota do vento. Esse autor verificou três tipos básicos de circulação: para sul, associada aos ventos de NE; para norte, associada à entrada de sistemas frontais, com ventos de SW; e um regime com células de circulação nas extremidades do canal.

As correntes de maré no CSS têm pouca energia relativa, representando menos de 15% do total. A explicação para isso, conforme Fontes (1995), é a formação de ondas estacionárias no canal, devido à diminuta diferença de fase com que a onda de maré atinge as duas entradas do CSS.

Coelho (1997) confirmou que as águas do CSS são resultantes da mistura entre Água Costeira (AC), Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e Água Tropical (AT).

A circulação no CSS está altamente associada aos mecanismos que geram vorticidade por efeitos topográficos, como o estiramento do tubo de vórtice, devido, principalmente, à larga extensão da ISS em direção ao oceano profundo e à mudança na orientação da linha da costa que ocorre na região (Castro et al., in press).

A grande importância econômica e turística da região justifica o monitoramento dos ecossistemas no canal. Desta forma, no âmbito da Oceanografia Física, o estudo dos padrões de circulação no CSS é muito importante como contribuição para a compreensão dos diversos fenômenos físicos associados aos sistemas de correntes que ocorrem na região, fornecendo informações relevantes para o estudo sobre futuras interferências que podem ser causadas, principalmente, através de lançamento de esgotos sanitários e industriais e, também, por vazamentos de petróleo e seus derivados, podendo trazer sérios danos ambientais, econômicos e riscos à saúde pública na região.

## 2. Objetivo

O objetivo geral deste trabalho é descrever a circulação no CSS na época da realização de dois cruzeiros oceanográficos, procurando estabelecer as variações das células de recirculação observadas nas suas entradas.

Os trabalhos de campo englobam 2 cruzeiros oceanográficos realizados em setembro de 2001 e dezembro de 2006. Nesses cruzeiros foram utilizados os seguintes equipamentos:

i) CTD (Conductivity, Temperature and Depth) para perfilagem vertical dos campos de temperatura e de salinidade em 13 estações oceanográficas dispostas em 4 radiais; e  
ii) ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) para perfilagem vertical de correntes. Os dados foram coletados em todas as 4 radiais, bem como durante a derrota da embarcação entre as radiais. O ADCP foi instalado em um pequeno catamarã, que foi rebocado pelo B/Pq Velliger II, do IO-USP. Dados de GPS foram obtidos ao longo de todas as trajetórias do ADCP.

O gradeamento vertical dos campos termohalinos foi realizado com a criação de grades retangulares nas quatro radiais e com a aplicação do método da Análise Objetiva (AO) à priori.

O gradeamento horizontal dos campos termohalinos e de velocidade utilizou uma grade curvilínea delimitada pelos extremos norte e sul do canal e, lateralmente, pelas isobatimétricas de 7 metros, com resolução de 10 x 80. O método da AO à priori foi utilizado na interpolação dos campos. Condição de contorno de não-escorregamento foi aplicada ao longo das isóbatas de 7 metros para os campos de velocidade.

Para o gradeamento vertical dos campos de velocidade, inicialmente foram calculados os valores dos campos de intensidade da corrente, horizontalmente, para cada 4 metros de profundidade, através do método descrito acima e, posteriormente, os valores obtidos foram inseridos nas grades retangulares criadas nas quatro radiais, delimitadas pela profundidade de 2m e o fundo (obtido com os dados extraídos das cartas náuticas de nº 1643 e 1644, da DHN) e, lateralmente, pelas estações oceanográficas extremas de cada radial. Esse método utilizado está nos mesmos moldes aplicados por Soutelino (em preparação).

Os campos de vento superficial na PCSE nos dias dos cruzeiros e em dias anteriores foram obtidos a partir de sensoriamento remoto realizado pelo Quick Scatterometer (QuikSCAT), os quais são distribuídos pela NASA. Os dados apresentam resolução espacial de 25 km. Para interpolação e cálculo de erros o método da AO à priori foi aplicado novamente, com a criação de uma grade curvilínea delimitada pela região da PCSE, com dimensão de 15 x 30.

Ressalta-se que as medições foram realizadas quase-sinoticamente no CSS. A duração do cruzeiro de 14/12/2006 foi de 9 horas e 32 minutos, enquanto que a do cruzeiro de 25/09/2001 foi de 5 horas e 43 minutos. Desta forma, as forçantes físicas podem ter variado durante os cruzeiros oceanográficos.

## 3. Conclusão

Para o cruzeiro de 14/12/2006 conclui-se que houve a intrusão da ACAS no CSS pela entrada sul insular. Constata-se uma circulação em duas camadas e bidirecional, com as correntes superficiais fluindo para SW, diretamente forçadas pelos ventos de NE, e as correntes profundas, que transportam a ACAS para as regiões central e norte do CSS, fluindo para NE. Assim, a penetração da ACAS pela entrada sul do CSS está associada à circulação em duas camadas e bidirecional, sendo resultante da tensão de

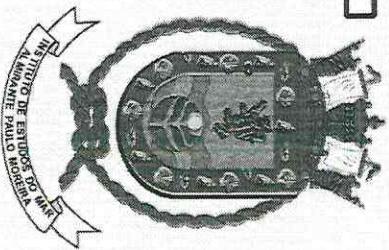
cisalhamento do vento, proveniente de NE, e da força de gradiente de pressão baroclínica associada à presença da ACAS, corroborando Miranda & Castro (1995) e Silva et al. (2001). Constata-se, também, que ventos oriundos de NE/SE, com intensidade de até  $11 \text{ m s}^{-1}$ , influenciaram toda a PCSE entre os dias 8 e 14/12/2006, e propiciaram a intrusão da ACAS no CSS, corroborando o estudo realizado por Silva (2001). Esses ventos regulares de NE/SE foram suficientes para ocasionar a intrusão bem desenvolvida no canal, bem como a ressurgência costeira, com o afloramento da ACAS na margem continental sul do CSS, corroborando o estudo realizado por Coelho (1997). Foi observada a existência de uma célula de recirculação ciclônica na parte sul do canal, que está associada aos ventos predominantes de NE, confirmando estudos anteriores realizados por Castro (1985), Miranda & Castro (1995) e Coelho (1997).

No cruzeiro de 25/09/2001 as correntes fluíram para NE, associadas aos ventos de SW. Uma célula de recirculação anticiclônica na parte sul do canal também foi observada, ainda associada a esses ventos. O canal apresentou pequena estratificação vertical do campo de densidade, com valores entre  $22,5 \text{ kg m}^{-3}$ , na superfície, e  $24 \text{ kg m}^{-3}$ , no fundo. Como os ventos de NE sopraram em toda a PCSE no período de 18 a 24/09/2001, com intensidade máxima de  $13 \text{ m s}^{-1}$ , pode-se supor que houve, antes do dia 25/09, o início do processo de penetração de massa de água relativamente mais fria pela margem sul insular do CSS. O conseqüente soerguimento da termoclina e das isopicnais foi interrompido pela alteração na direção dos ventos, de NE para SW. Portanto, no dia 25/09 estaria em curso o afastamento das águas mais frias e densas em direção ao largo, não sendo as mesmas observadas dentro do canal.

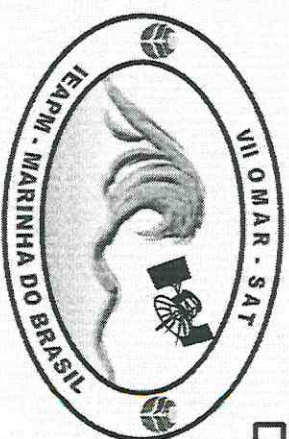
Nos dois cruzeiros constatou-se a ocorrência dos três tipos básicos de circulação descritos por Castro (1985): para SW, associada aos ventos de NE; para NE, associada aos ventos de SW; e um regime com célula de recirculação ciclônica, com ventos de NE, e anticiclônica, com ventos predominantes de SW, na extremidade sul do canal. Na extremidade norte do canal não foram observados indícios da existência de células de recirculação.

#### **4. Referências Bibliográficas**

- Castro, B.M. In pres. Oceanografia Física da Plataforma Continental.
- Castro, B.M. 1985. Subtidal Response to Wind Forcing in the South Brazil Bight during Winter. Tese de Ph.D., Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Miami, Florida, Estados Unidos da América, 211 p.
- Coelho, A.L. 1997. Massas de Água e Circulação no Canal de São Sebastião. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 244 p.
- Fontes, R.F.C. 1995. As correntes no Canal de São Sebastião. Dissertação de Mestrado, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 159 p.
- Furtado, V.V., J. Bonetti Filho & L.A. Conti, 1996. Paleo River Valley Morphology and Sea Level Changes at Southeastern Brazilian Continental Shelf. An. Acad. Bras. Ci., 68 (Supl. 1):163-169.
- Miranda, L.B. & B.M. Castro, 1995. Variabilidade da Circulação e do Transporte de Volume no Canal de São Sebastião (SP). Publicação especial do Instituto Oceanográfico, (11):1-9.
- Silva, L.S., L.B. Miranda, & B.M. Castro, 2001. Relatório do Projeto "Oceanografia da Plataforma Interna de São Sebastião" (OPISS) – Subprograma Oceanografia Física. Relat. Téc. Inst. Oceanogr. S Paulo, 47:1-31.
- Soutelino, R.G. In prep. Descrição Sinótica da Origem da Corrente do Brasil.

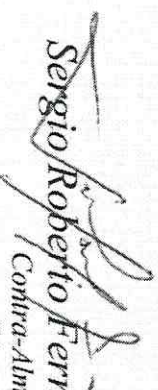


# Certificado



Certifico que o Sr. Sandro Vianna Paixão apresentou, na forma de pôster, o trabalho “A circulação no Canal de São Sebastião (SP)”, durante o VII Simpósio sobre Ondas, Marés, Engenharia Oceânica e Oceanografia por Satélite, realizado pelo Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, no período de 1º a 5 de outubro de 2007.

Arraial do Cabo, RJ, 05 de outubro de 2007.

  
Sergio Roberto Fernandes dos Santos  
Comra-Almirante

Diretor