

## EVIDÊNCIAS DA OCORRÊNCIA DA ÁGUA CENTRAL DO ATLÂNTICO SUL NA BAÍA DE GUANABARA

Elisa Nóbrega Passos<sup>1,2</sup>; Livia Maria Barbosa Sancho Alvares Mendonça Cabral<sup>2</sup>;  
Vanessa Bento Carreiro<sup>1</sup>; Mayra da Silva Azevedo Jorge<sup>1</sup>; Luiz Paulo de Freitas Assad<sup>2</sup>;  
Luiz Landau<sup>2</sup>

<sup>1</sup>. elisanobrega@globo.com (Universidade do Estado do Rio Janeiro)

<sup>2</sup>. (Laboratório de Métodos Computacionais em Engenharia – COPPE/UFRJ)

### ABSTRACT

The upwelling phenomena occur more frequently between September and April. Through mean density fields from numerical model results of the Brazilian inner southeast shelf and in situ data collected in Guanabara bay, it was verified the relationship between the presence of upwelling waters on the inner shelf and the termohaline index of the South Atlantic Central Water in the bay.

**Keywords:** water mass; circulation; termohaline index; brazilian southeast

### INTRODUÇÃO

A ressurgência ao largo da costa brasileira ocorre próximo à cidade de Cabo Frio e é de fundamental importância para a indústria pesqueira (LORENZZETTI & GAETA, 1996). Este fenômeno é muito influenciado pela tensão do vento e pela Corrente do Brasil (CB) e ocorre, sobretudo durante o verão, quando a Água Central do Atlântico Sul (ACAS) alcança a plataforma continental (MIRANDA & DOURADO, 2011). Essa águas estendem-se desde a Ilha de Cabo Frio até a Baía de Guanabara (BG), Bérgharmo (2006) relatou índices termohalinos característicos da ACAS penetrando na baía até 15 km adentro, em fevereiro de 2001.

A BG está situada entre as latitudes de 22°41' e 22°58' S e longitudes de 43°02' e 43°18' W (PERIN *et al.*, 1997) apresentada na Figura 3. É considerada uma baía costeira rasa com algumas características tipicamente estuarinas (KJERFVE *et al.*, 1997). Mesmo se localizando em uma região de micromaré, a hidrodinâmica da BG é fortemente influenciada pela maré.

A ACAS é formada na Confluência Brasil-Malvinas (CBM), que é o encontro das águas da Corrente das Malvinas (CM) com as águas da CB. Após sua formação na CBM, a ACAS passa a integrar o Giro Subtropical em nível picnoclínico até atingir a costa do Brasil, onde sofre bifurcação e parte passa a fluir para norte e parte, para sul (SILVEIRA *et al.*, 2000). Existem diversos estudos na literatura descrevendo os índices termohalinos da ACAS. Alguns deles encontram-se

Tabela 1.

### OBJETIVO

O presente trabalho pretende relacionar a ocorrência da ACAS na BG associada à advecção das águas ressurgidas em Cabo Frio.

### METODOLOGIA

Foram utilizados dados de temperatura e salinidade de CTD coletados na BG. As coletas (

Quadro 1) são realizadas periodicamente, por técnicos ligados ao Projeto Baía de Guanabara. Os dados estão disponíveis gratuitamente para a comunidade científica no *site* do projeto.

Foram utilizados resultados do *Hybrid Coordinate Ocean Model* (HYCOM), de maneira a identificar águas com características da ACAS na porção interna da Plataforma Continental Sudeste. O HYCOM é um modelo geral de circulação global com coordenadas híbridas, ou seja, dependendo da região estudada, a coordenada vertical utilizada é diferente. (HALLIWELL, 2002). Os dados de temperatura e salinidade foram adquiridos diretamente da página do HYCOM na *internet* entre as latitudes de 22° e 24°S e longitudes de 41° e 44°W. Os dados possuem resolução de 1/12° e são oriundos de um experimento numérico com assimilação de dados disponível em médias diárias do ano de 2003 até o presente.

Nas análises, primeiramente foi verificada a presença ou não da ACAS, com intervalo de densidade entre 1025,7-1026,9 kg/m<sup>3</sup>, calculado através dos índices termohalinos de Silveira (2007). Tal trabalho foi eleito, pois a região estudada pelo autor, a Baía de Campos, é próxima à região de estudo do trabalho. Foram analisados campos diários de densidade entre os meses de setembro de 2011 a janeiro de 2012, a fim de identificar a disponibilidade da ACAS sobre a plataforma e sua consequente advecção para regiões próximas a entrada da baía. Posteriormente, analisou-se os dados de temperatura e salinidade correspondentes à região de coleta 2 (Figura 3), através de diagramas TS. A escolha desse ponto é justificada por ser próximo à entrada da baía.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das proposições mencionadas anteriormente, pretende-se, nesta seção, apresentar os resultados e discussões obtidos neste trabalho. As análises serão dispostas agrupando-se eventos com características oceanográficas semelhantes, e não em ordem cronológica.

Os resultados do HYCOM para o mês de novembro indicaram a presença da ACAS em superfície em 16 dos 30 dias do mês. Dentre estes, os dias 7 a 10 de novembro apresentaram uma pluma de extensão significativa referentes à ACAS na entrada da baía. Entretanto, neste mês não houve coleta de dados na BG, impossibilitando a verificação de que a ACAS, advectada da região de Cabo Frio em direção à BG, possa ter penetrado nesta.

Os resultados obtidos para as coletas 3, 4, 5, 9 e 10 foram semelhantes. Nessas coletas, as águas com características da ACAS oriundas da região de Cabo Frio e advectadas em direção à BG não foram observadas em níveis superficiais na entrada da baía nos dias das coletas (Figura 1a,b; Figura 5a,b). Porém nos perfis verticais, observa-se o topo da ACAS em profundidades menores que 100m (Figura 2c,d; Figura 3; Figura 4; Figura 5c,d). Comparando-se os resultados do HYCOM com os dados coletados na BG na região 2 (Figura 6a,b,c,g,h), observa-se a presença de águas com índice termohalino da ACAS no diagrama TS, sugerindo que a ACAS originada da região de Cabo Frio foi advectada até a entrada da BG e penetrou nela em subsuperfície.

As coletas 6 e 8, assim como as coletas 7 e 11, também apresentaram resultados semelhantes. Para as coletas 6 e 8, não são encontradas águas superficiais com características da ACAS e nos perfis verticais, encontra-se o topo da ACAS em profundidades maiores, próximas a 100m. Entretanto, os dados de temperatura e salinidade coletados na Baía de Guanabara, na região 2 indicam a presença de ACAS (Figura 6d,f). Esse resultado pode estar associado ao tempo de residência das águas dentro da Baía de Guanabara que, de acordo com Alevato *et. al.* (1981), é de 20±5 dias. Ou seja, a ACAS encontrada na BG nas coletas 6 e 8 podem ser do mesmo período de coletas anteriores.

A análise das coletas 7 e 11 indicaram águas da ACAS em superfície nos dias de coleta (Figura 7a,b; Figura 8a,b). As seções verticais para a longitude aproximada de 43°W (Figura 7c,d; Figura 8c,d) também demonstraram que o topo da ACAS estava ocupando águas mais rasas próximo ao dias de coleta. Analisando-se os dados coletados, percebe-se novamente a ocorrência de ACAS dentro da BG (Figura 6e,i), indicando a advecção dela para dentro da BG.

## CONCLUSÕES

O trabalho teve como propósito relacionar a presença de ACAS no interior da Baía de Guanabara com a ocorrência de ressurgência em Cabo Frio utilizando dados coletados *in situ* e resultados de um modelo numérico. Em todas as coletas foram identificadas a presença da ACAS na

BG de acordo com a classificação de Silveira (2007), as quais foram relacionadas com a ocorrência da mesma sobre a plataforma continental adjacente. O estudo propõe que a ACAS que ressurge em Cabo Frio pode ser advectada para o interior da BG. Faz-se necessário a realização de estudos complementares para quantificar e qualificar o papel da maré no mecanismo estudado.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos os envolvidos no projeto Baía de Guanabara e ao grupo BG Brasil pela disponibilidade dos dados.

## REFERÊNCIAS

- Alevato, S.J.; Acebal, S.A.; Rebello, A.L. Um balanço de massa para Pb e Zn na Baía de Guanabara *Química Nova* v.4(3). 1981.
- Halliwell, G. Hycom Overview. 2002. Disponível em: <[http://hycom.org/attachments/067\\_overview.pdf](http://hycom.org/attachments/067_overview.pdf)>. Acessado em: 29 de junho de 2012.
- Kjerfve, B., Ribeiro, C.H.A., Dias, G.T.M, Filippo, A.M. & Quaresma, V. S. Oceanographic characteristics of an impacted coastal bay: Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil. *Continental Shelf Research*, v.17(13), p.1609-1643. 1997.
- Lorenzetti, J.; Gaeta, S.; "The Cape Frio upwelling effect over the south brazil bight northern sector shelf waters: a study using AVHRR images." *International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing*, 31 part B7, p. 448-453, 1996.
- Miranda, L.B. Forma Da Correlação T-S De Massas De Água Das Regioes Costeira e Oceânica Entre O Cabo De São Tomé (Rj) E A Ilha De São Sebastião (Sp), Brasil. *Bolm Inst. Oceanogr* v.33(2), p.105-119. 1985
- Perin, G.; Fabris, R., Manente, S; Wagener,A.R.,Hamacher, A., Scotto,S. A five-year study on the heavy-metal Pollution of guanabara bay Sediments (Rio de Janeiro, Brazil) and evaluation of the metal Bioavailability by means of geochemical Speciation. *Wat. Res.* v.31(12), p.3017-3028, 1997
- Projeto Baía de Guanabara, site: [www.projetobaiadeguanabara.com.br](http://www.projetobaiadeguanabara.com.br), acessado em 15/02/2012.
- Silveira, I.C.A. 2007. O Sistema Corrente do Brasil na Bacia de Campos, RJ. Tese de Doutorado. Instituto de Oceanografia de São Paulo-IOUSP. 160p.
- Silveira, I.C.A.; Schmidt, A.C.K.; Campos, E.J.D.; DE Godoi, S.S.; Ikeda, Y. A Corrente do Brasil ao Largo da Costa Leste Brasileira. *Revista Brasileira de Oceanografia*, v.48(2), p.171-183, 2000.

Tabela 1: Índices termohalinos encontrados na literatura para a ACAS ao longo de seu trajeto.

Referência	Temperatura (°C)	Salinidade
SILVEIRA <i>et al.</i> , 2000; MIRANDA, 1985	20 – 6	34.6 - 36.0
MIRANDA, 1985 (Plataforma sudeste brasileira)	20	36.2
SILVEIRA, 2007 (Região da Bacia de Campos)	20 - 8.72	36.2 - 34.66

Quadro 1: Data das coletas dos dados utilizados.

Coleta 3	Coleta 4	Coleta 5	Coleta 6	Coleta 7	Coleta 8	Coleta 9	Coleta 10	Coleta 11
21-22/09/11	28/09/11	5-6/10/11	19-20/10/11	7-8/12/11	14/12/11	11-12/01/12	18/01/12	25-26/01/12

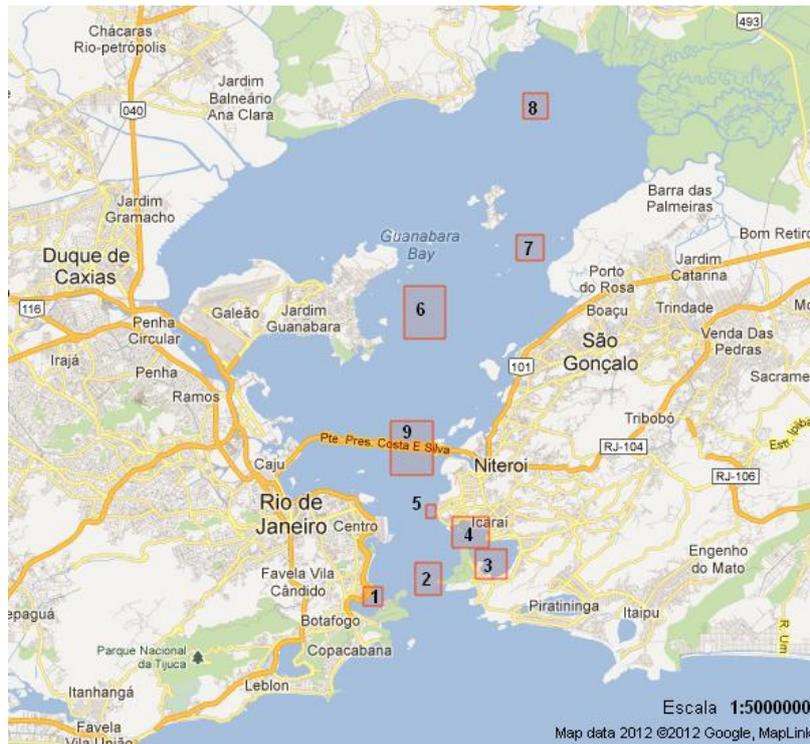


Figura 3: Esquema demonstrativo da Baía de Guanabara e os pontos de coleta de dados (Fonte: Google maps).

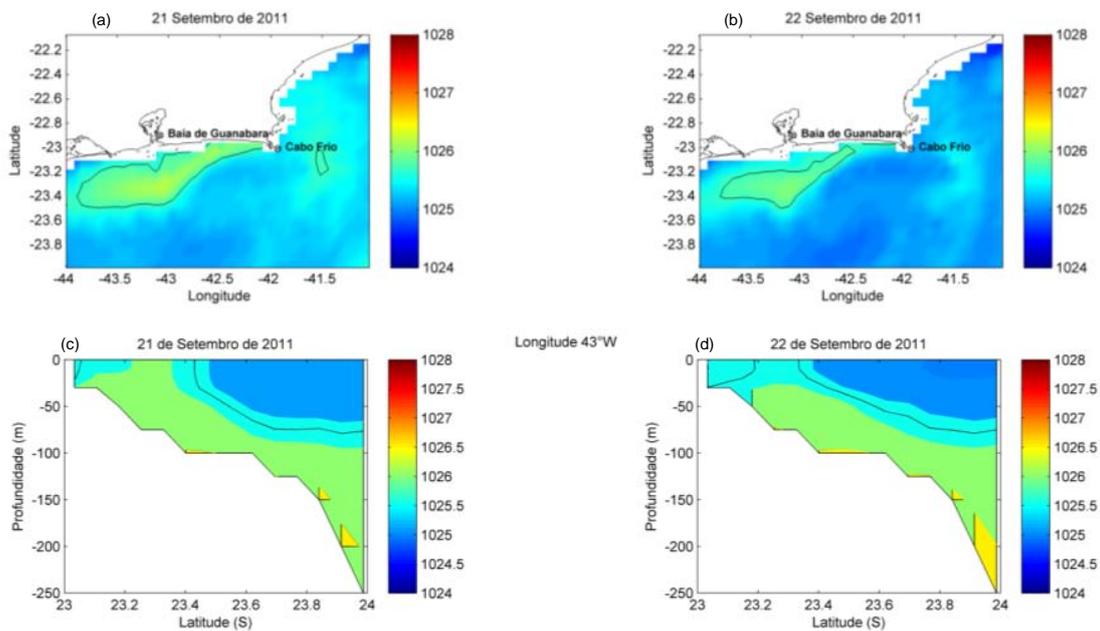


Figura 4: As figuras a e b representam o campo de densidade superficial dos dias 21 e 22 de setembro de 2011. As figuras c e d representam o perfil vertical de densidade na longitude 43°W entre as latitudes 23° e 24°S para o mesmo período. As áreas demarcadas representam os limites de densidade da ACAS.

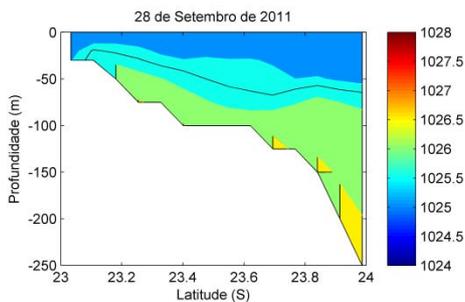


Figura 3: Perfil vertical de densidade na longitude 43°W entre as latitudes 23° e 24°S para o dia 28 de setembro de 2011. A área demarcada representa os limites de densidade da ACAS.

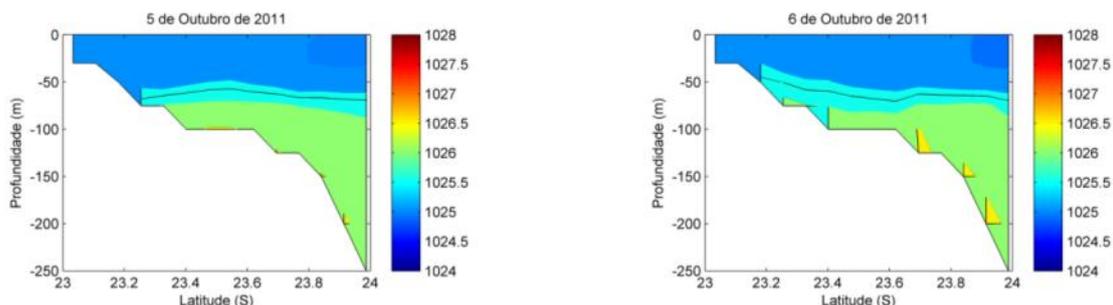


Figura 4: Perfil vertical de densidade na longitude 43°W entre as latitudes 23° e 24°S para os dias 5 e 6 de outubro de 2011. As áreas demarcadas representam os limites de densidade da ACAS.

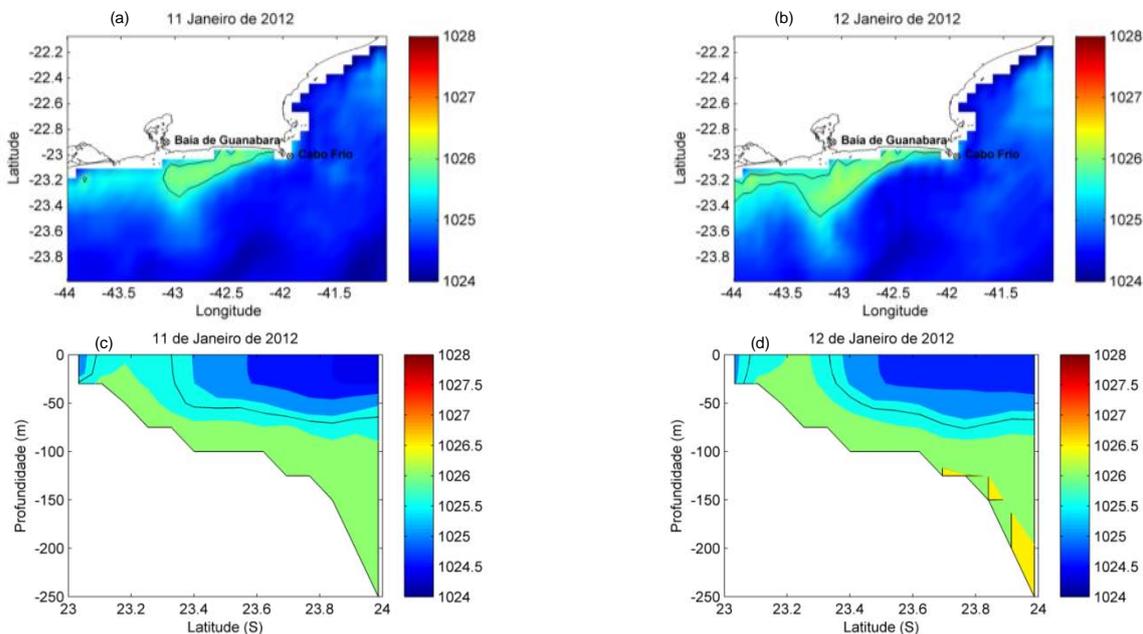


Figura 5: As figuras a e b representam o campo de densidade superficial dos dias 11 e 12 de janeiro de 2012. As figuras c e d representam o perfil vertical de densidade na longitude 43°W entre as latitudes 23° e 24°S para o mesmo período. As áreas demarcadas representam os limites de densidade da ACAS.

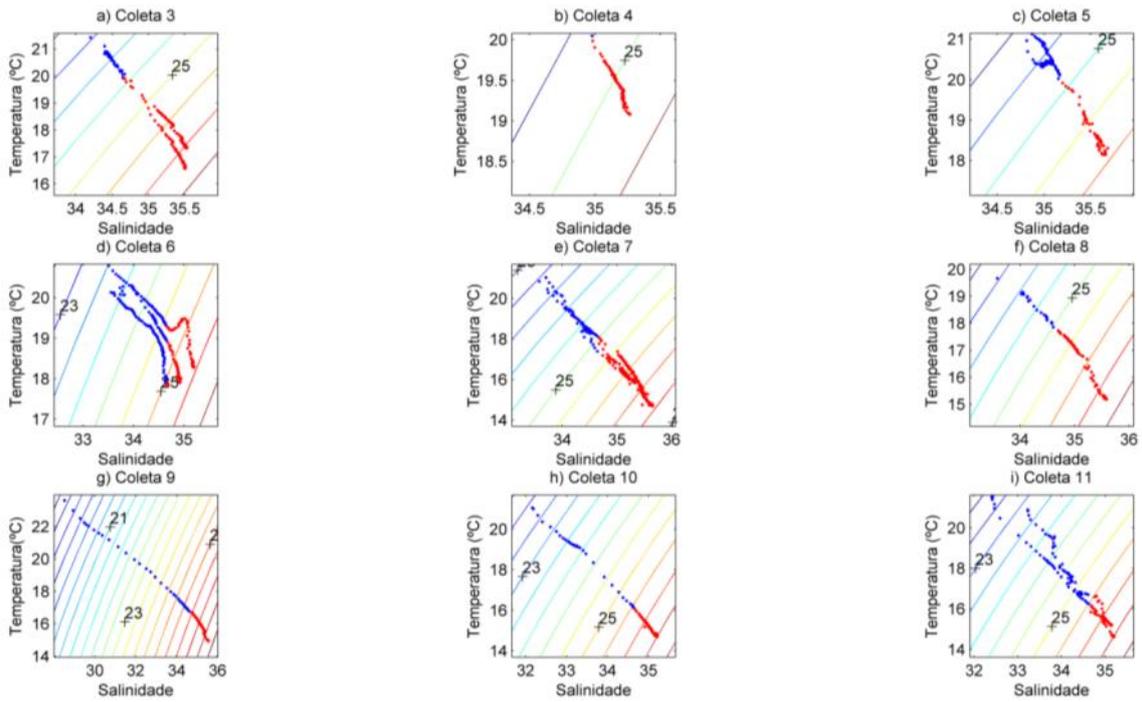


Figura 6: Diagramas TS para as coletas de 3 a 11 – ACAS corresponde aos pontos em vermelho.

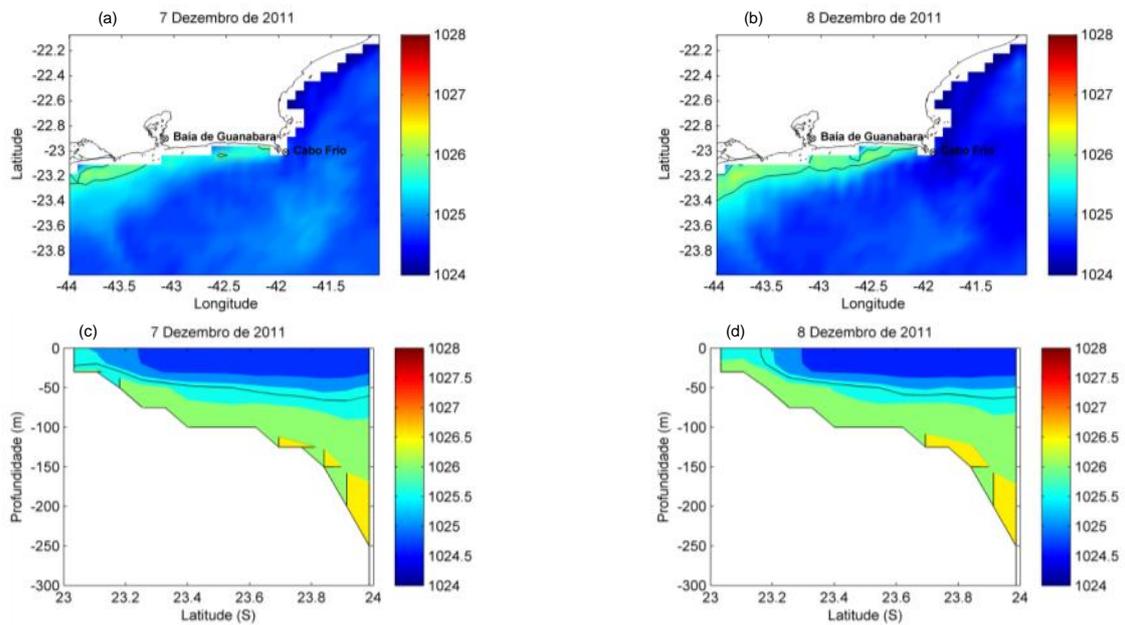


Figura 7: As figuras a e b representam o campo de densidade superficial dos dias 7 e 8 de dezembro de 2011. As figuras c e d representam o perfil vertical de densidade na longitude 43°W entre as latitudes 23° e 24°S para o mesmo período. As áreas demarcadas representam os limites de densidade da ACAS.

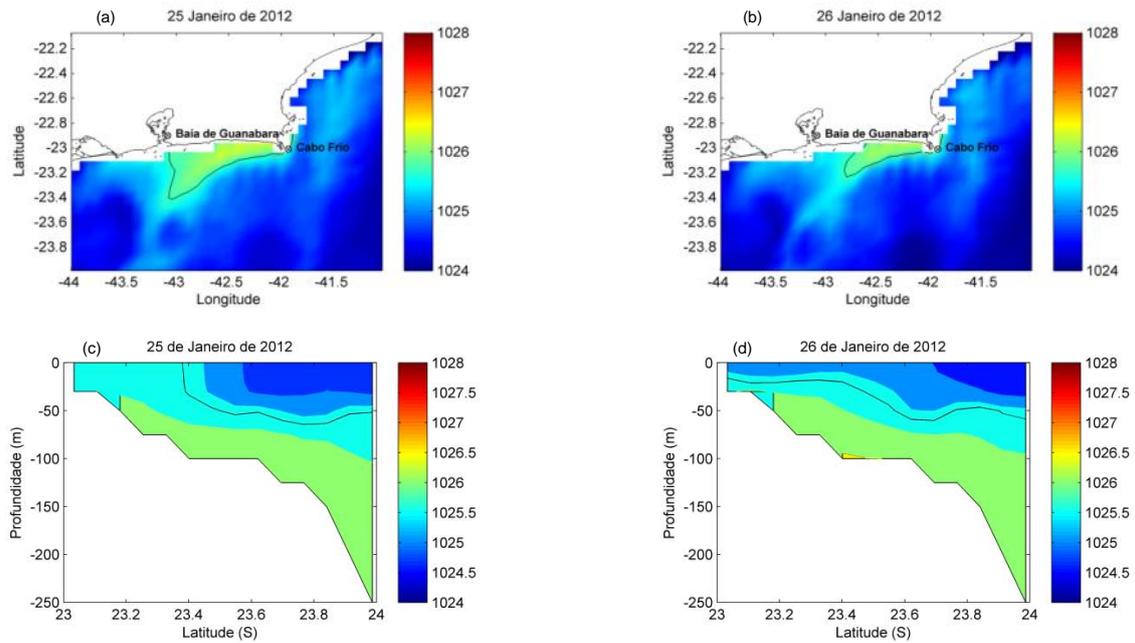


Figura 8: As figuras a e b representam o campo de densidade superficial dos dias 25 e 26 de janeiro de 2012. As figuras c e d representam o perfil vertical de densidade na longitude 43°W entre as latitudes 23° e 24°S para o mesmo período. As áreas demarcadas representam os limites de densidade da ACAS.