



COMPARAÇÃO DOS PARÂMETROS HIDROGRÁFICOS EM ARRAIAL DO CABO (RJ) EM DUAS SITUAÇÕES: VERÃO E INVERNO

CF Sandro Vianna Paixão¹
Prof. Belmiro Mendes de Castro²

RESUMO

O município de Arraial do Cabo, situado na Região dos Lagos do Estado do Rio de Janeiro, possui importância sócio-ambiental e econômica devido às atividades voltadas para o turismo, a pesca e a operação do porto do Forno. Parâmetros hidrográficos coletados em duas campanhas quase-sinóticas nas enseadas de Arraial do Cabo (EAC), no verão (23/02/2012) e no inverno (11/07/2012), foram interpolados por Análise Objetiva, para obtenção das distribuições horizontais e verticais dos campos termohalinos. A partir das seções verticais, foram calculados os gradientes verticais desses parâmetros. Dados correntográficos, de vento local e de imagens de satélites da Temperatura da Superfície do Mar (TSM), também foram utilizados neste estudo. Os resultados mostram que as águas nas EAC se apresentaram estratificadas no verão, enquanto que no inverno se apresentaram quase-homogêneas. Em ambas campanhas os ventos sopraram de NE e as correntes fluíram para SW.

Palavras-chave: dados hidrográficos, estratificação e Cabo Frio.

ABSTRACT

The city of Arraial do Cabo, located in the Lakes Region of the State of Rio de

Janeiro, has environmental and socio-economic activities in the region, focused on tourism, fishing and operation of the port of Forno. Hydrographic parameters collected in two synoptic surveys in Arraial do Cabo bays (ACB) in the summer (February 23th, 2012) and in the winter (July, 11th, 2012) were interpolated using Objective Analysis to obtain horizontal and vertical distributions of the thermohaline fields. Vertical gradients of those parameters were calculated from the vertical sections. Current and local wind data, and satellite images of Sea Surface Temperature (SST), were also used in this study. The results show that the water in the ACB is vertically stratified in summer and quasi-homogeneous in winter. In both surveys the winds were blowing from the NE and the currents flowed to SW.

Keywords: hydrographic data, stratification e Cabo Frio.

I – INTRODUÇÃO

As enseadas de Arraial do Cabo (EAC) estão inseridas na Plataforma Continental Sudeste do Brasil (PCSE) e compreendem a área de estudo localizada entre as posições geográficas de latitudes 22° 57,7'S e 23° 00,19'S e longitudes 041° 58,7'W e 042° 01,2'W. As EAC apresentam importância sócio-ambiental e econômica na Região dos

¹ Mestre em Oceanografia Física pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo – São Paulo, SP – Brasil e pesquisador do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira – Arraial do Cabo, RJ – Brasil. E-mail: sandro@ieapm.mar.mil.br.

² Doutor em Oceanografia Física e Meteorologia pela Universidade de Miami – Miami, Flórida – Estados Unidos da América. Professor Titular do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo – São Paulo, SP – Brasil. E-mail: bmcastro@usp.br.



Lagos, no Estado do Rio de Janeiro, e estão situadas dentro da Reserva Extrativista Marinha do Arraial do Cabo, criada por Decreto em 03/01/1997, para garantir a exploração autossustentável e a conservação dos recursos naturais renováveis na localidade em prol da comunidade pesqueira de Arraial do Cabo. O município de Arraial do Cabo também é um importante pólo turístico do Estado do Rio de Janeiro e possui instalado dentro das EAC o porto do Forno, inaugurado em 1972.

As EAC são limitadas a oeste e norte pela região continental do município de Arraial do Cabo, ao norte também pela ilha dos Porcos e a leste pela ilha do Cabo Frio. Apresentam características físicas únicas, com a presença da ilha do Cabo Frio, que constitui uma barreira natural para as intrusões de águas provenientes do mar aberto na zona mais costeira, e a existência de uma passagem natural e restrita das correntes da plataforma continental adjacentes entre as porções nordeste e sudoeste, chamada Boqueirão Sul (Figura 1).

A região de Cabo Frio é conhecida pela ocorrência do fenômeno da ressurgência costeira, que é estritamente físico porém de consequências importantes em outras áreas da Oceanografia, tais como: Biológica (transporte de nutrientes e produção primária), Química (transporte de substâncias e trocas de gases com a atmosfera) e Geológica (erosão, transporte e deposição de sedimentos). A ressurgência costeira é o afloramento de águas subsuperficiais de origem oceânica, frias e ricas em nutrientes, na faixa costeira. A massa de água que ressurge em Cabo Frio é a Água Central do Atlântico Sul (ACAS), segundo MIRANDA (1985) e outros autores. O mecanismo básico da ressurgência costeira de Cabo Frio, similarmente a outras regiões de ressurgência costeira, é a divergência unilateral, nas proximidades da costa, do transporte de deriva do vento que aponta para o largo, de acordo com ALLARD (1955), SILVA

& RODRIGUEZ (1966) e CASTRO et al. (2006). Consequentemente, esse fenômeno depende da intensidade e da persistência dos ventos de E-NE, favoráveis à ressurgência costeira. FRANCHITO et al. (2008), em estudo sobre a interação entre a ressurgência costeira e os ventos locais em Cabo Frio, utilizaram dados de TSM e série temporal de ventos de superfície por um período de dez anos, confirmando que os baixos valores de TSM (caso da ressurgência) estavam associados com os ventos de nordeste que sopram com maior persistência de setembro a março. Outros processos podem facilitar ou dificultar a ressurgência costeira forçada pela tensão de cisalhamento do vento em Cabo Frio, como a largura da plataforma continental, a distância entre a Corrente do Brasil (CB) e a quebra da plataforma continental, a presença de meandros ou vórtices da CB, o rotacional da tensão de cisalhamento do vento e a variação ao longo do talude continental da força de gradiente de pressão. Uma revisão do estado atual do conhecimento sobre a ressurgência costeira de Cabo Frio é apresentada em CASTRO et al. (in prep).

Um modelo conceitual para a variação sazonal da estratificação na parte central e norte da PCSE foi sugerido por CASTRO (1996). O autor constatou que a variação sazonal das propriedades físicas observadas na plataforma continental média nessa região, com a formação da termoclina sazonal e a estratificação vertical em duas camadas durante o verão, seguida do desaparecimento dessa termoclina e o relaxamento da estratificação vertical durante o inverno, está associada às variações sazonais do regime de ventos e de intrusão em direção à costa de águas oceânicas. A contribuição da variação sazonal da intensidade da radiação solar é relativamente menor nesse processo de estratificação/desestratificação. Esses resultados foram detalhados e confirmados por CASTRO (2014) e CERDA & CASTRO (2014).



De acordo com RAMOS (2011), para um mês de verão em que a ressurgência costeira apresenta maior intensidade, a região da enseada da ilha do Cabo Frio apresenta a ACAS somente no seu canal norte, de entrada, e no fundo. Fora da enseada, esse autor observou a presença da ressurgência costeira na região sul da ilha. A ACAS, após aflorar na superfície seguiu rumo sul, bordeando a costa do Rio de Janeiro. PAIXÃO et al. (in prep) observaram intrusões de águas relativamente mais frias e mais densas, de origem oceânica, nas EAC pelo Boqueirão Sul, sob a ação de ventos de sudoeste, após a ocorrência de ventos intensos e persistentes de nordeste no período imediatamente anterior às duas campanhas realizadas, e que propiciaram a ocorrência de ressurgência costeira na região. PAIXÃO et al. (2013) estudaram as condições hidrográficas nas EAC em regimes distintos de ventos predominantes, tanto de sudoeste quanto de nordeste e observaram a presença de águas mais quentes, menos salinas e menos densas nas proximidades da praia dos Anjos quando comparadas com as demais regiões das EAC, em 20/12/2010, e atribuíram essa ocorrência ao lançamento de esgoto nessa praia.

O objetivo geral deste trabalho é comparar os parâmetros hidrográficos nas EAC em duas situações, de verão e de inverno, associando-os à circulação local. As duas campanhas foram realizadas no âmbito do Projeto-Piloto de Circulação nas Proximidades do Porto do Forno, Arraial do Cabo, RJ (CirculAC), do Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira (IEAPM).

2 – METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste trabalho foram utilizados dados de temperatura e de salinidade obtidos em 21 estações (figura 1) com Conductivity, Temperature and Depth (CTD) em duas campanhas oceanográficas realizadas entre 14:12 e 16:26 horas de 23 de fevereiro de

2012 (verão, campanha VI) e entre 14:25 e 15:41 horas de 11 de julho de 2012 (inverno, campanha II), com apoio da Lancha de Emprego Geral e do Flexboat do IEAPM. A rapidez com que os dados foram coletados, quando comparada às escalas temporais de variação das propriedades físicas na região, no mínimo diurnas, conferem às campanhas VI e II o caráter sinótico.

Após as concepções das grades horizontal e vertical, o método da Análise Objetiva a priori (PAIXÃO, 2008) foi empregado para realizar as interpolações dos campos termohalinos horizontais no nível de 2 metros e junto ao fundo, e verticais na Radial A, definida pelas estações n° 10, n° 11 e n° 12 (figura 1). A partir dos perfis verticais de temperatura e de salinidade foram calculados os gradientes verticais desses parâmetros, bem como foram calculadas as seções verticais dos gradientes na Radial A, também com emprego da Análise Objetiva a priori.

Dados correntográficos no nível de 1,5 m, com amostragens a cada 10 minutos, foram obtidos com correntógrafo Doppler nas duas campanhas oceanográficas entre 14:20 e 16:30 horas em VI e entre 14:40 e 15:40 horas em II. O correntógrafo foi fundeado nas proximidades da estação n° 21, no Boqueirão Sul (figura 1).

Dados de vento local da Estação Meteorológica de Superfície Automática do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), situada em Arraial do Cabo na latitude 22° 58,56'S e longitude 042° 01,27'W (Figura 1) foram utilizados na campanha II, enquanto que dados de vento da Estação Permissionária de Telecomunicações e Tráfego Aéreo (EPTA) do Sistema de Controle do Espaço Aéreo Brasileiro (SISCEAB), da Aeronáutica, situada no aeroporto de Cabo Frio localizado na latitude 22° 55,53'S e longitude 042° 04,76'W foram utilizados na campanha VI (a estação meteorológica do INMET não coletou dados durante a campanha VI). Ressalta-se



que a estação do aeroporto de Cabo Frio não coletou dados no período noturno entre as 18:00 e 04:00 horas de todos os dias observados.

Imagens de satélites da TSM, do METEOSAT 9, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) também foram utilizadas neste estudo.

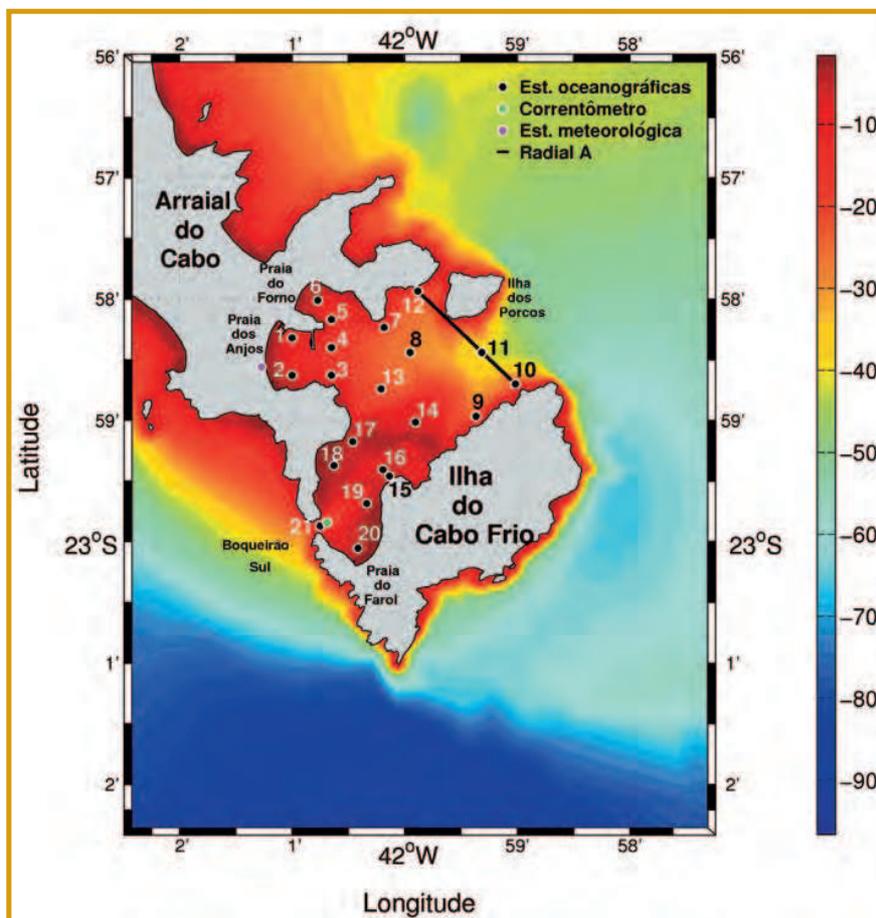


Figura 1 – Disposição das estações e batimetria, em metros, nas enseadas de Arraial do Cabo. As estações 10, 11 e 12 definem a radial A. A estação meteorológica é do INMET.

3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

As distribuições horizontais de temperatura no nível de 2 m e junto ao fundo, nas duas campanhas oceanográficas são apresentadas nas figuras 2 e 3, respectivamente. Na campanha VI observa-se que as maiores temperaturas no nível de 2 m (23,5 °C) são encontradas nas proximidades da praia dos Anjos, enquanto que na campanha II constata-se que a temperatura no mesmo nível é quase-homotérmica, de 22,6 °C, em toda a área de estudo (figura 2). Na

campanha VI as temperaturas junto ao fundo apresentam valores de 13 a 18 °C em todas EAC, indicando a presença da ACAS, exceto nas proximidades das praias dos Anjos, do Forno e do Farol (figura 3), onde as temperaturas são maiores. Na campanha II as EAC apresentam característica quase-homotérmica nas temperaturas junto ao fundo, com valores entre 22,4 e 22,6 °C, exceto nas proximidades do Boqueirão Sul, onde as águas são mais frias e alcançam 20,6 °C (Figura 3). O valor 18 °C pode ser considerado limite superior para temperatura da



ACAS (MIRANDA, 1985), sendo um bom traçador para a mesma. Assim, durante II não foi constatada a presença da ACAS nas EAC, ao contrário do verão.

Para as distribuições horizontais de densidade convencional (σ_t) no nível de 2 m (figura 4), observa-se que na campanha VI ocorrem os menores valores de σ_t na praia dos Anjos (24 kg m⁻³) e na campanha II observa-se a quase-homogeneidade nesse nível, com valores entre 24,3 e 24,4 kg m⁻³. Na campanha VI as densidades convencionais junto ao fundo apresentam valores entre 25,5 e 26,8 kg m⁻³ em todas EAC, exceto nas proximidades das praias dos Anjos, do Forno e do Farol (figura 5), onde as densidades são menores, enquanto que na campanha II σ_t junto ao fundo

apresentou características quase-homogêneas, com variação entre 24,3 a 24,5 kg m⁻³ (figura 5), exceto no Boqueirão Sul, onde a densidade atinge 25,3 kg m⁻³.

As configurações das distribuições horizontais de salinidade no nível de 2 m e junto ao fundo nas campanhas VI e II (não apresentadas) são semelhantes às respectivas configurações de densidade convencional.

O histórico de boletins de balneabilidade de praias de Arraial do Cabo para o ano de 2012 disponibilizado pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA) indica que houve duas amostragens no mês de fevereiro (dias 1 e 15/02) e duas amostragens em março (7 e 21/03) na praia dos Anjos. Nessas quatro amostragens a praia dos Anjos estava imprópria ao banho de mar.

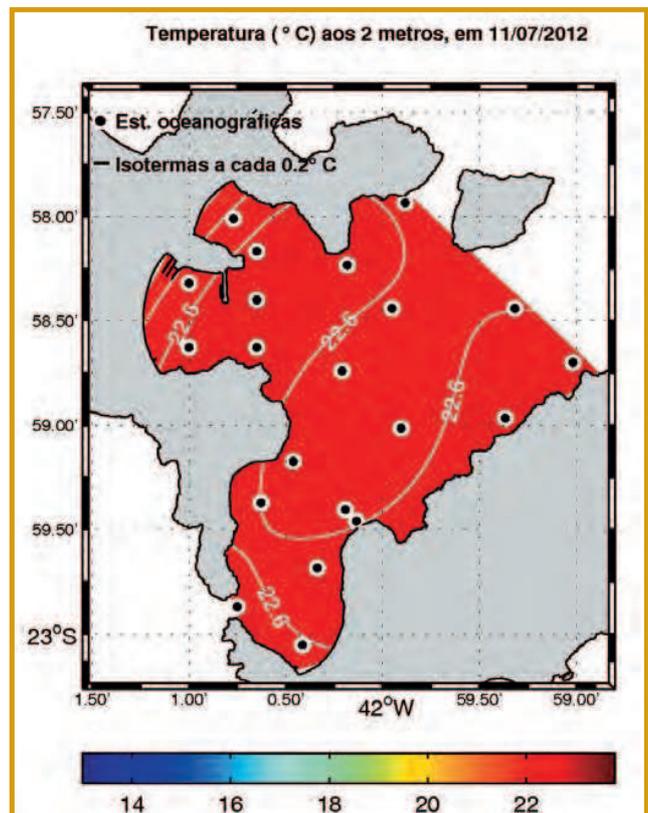
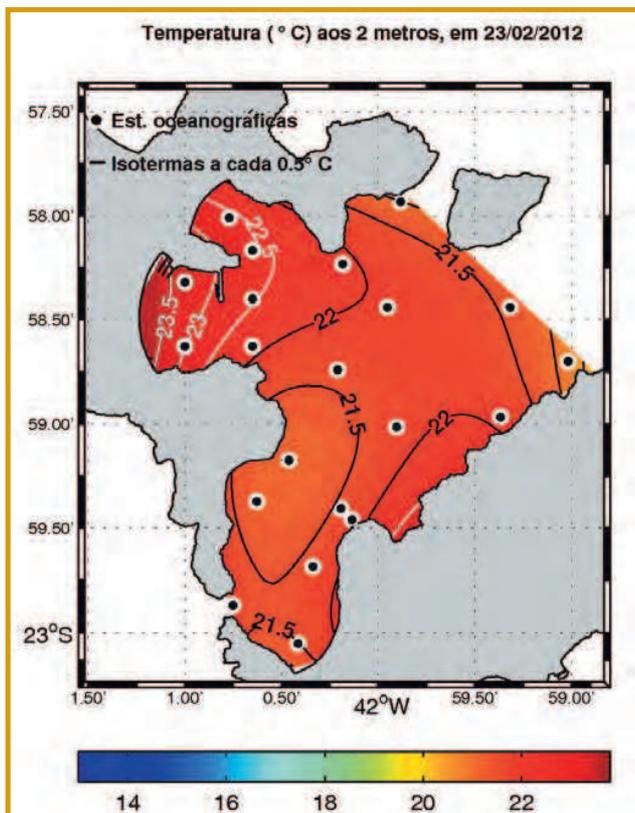


Figura 2 – Distribuições horizontais de temperatura (°C) no nível de 2 m, em 23/02/2012 (VI, esquerda) e em 11/07/2012 (II, direita), nas enseadas de Arraial do Cabo.

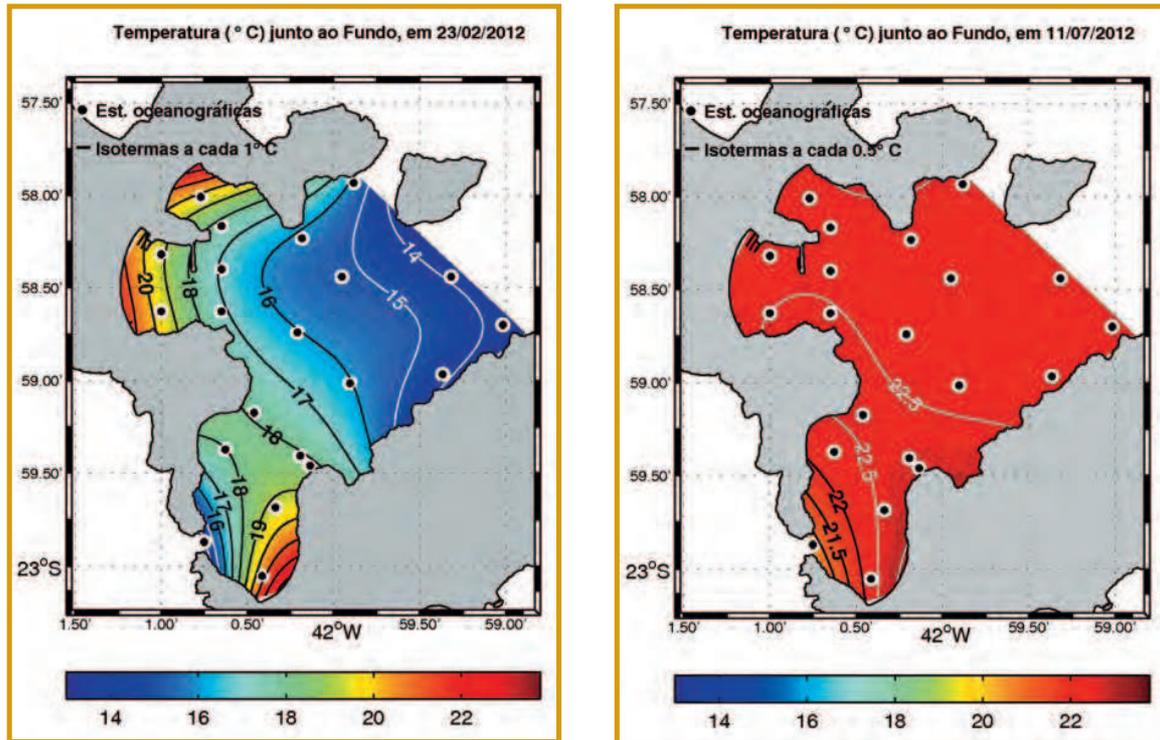


Figura 3 – Distribuições horizontais de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) junto ao fundo, em 23/02/2012 (V1, esquerda) e em 11/07/2012 (I1, direita), nas enseadas de Arraial do Cabo.

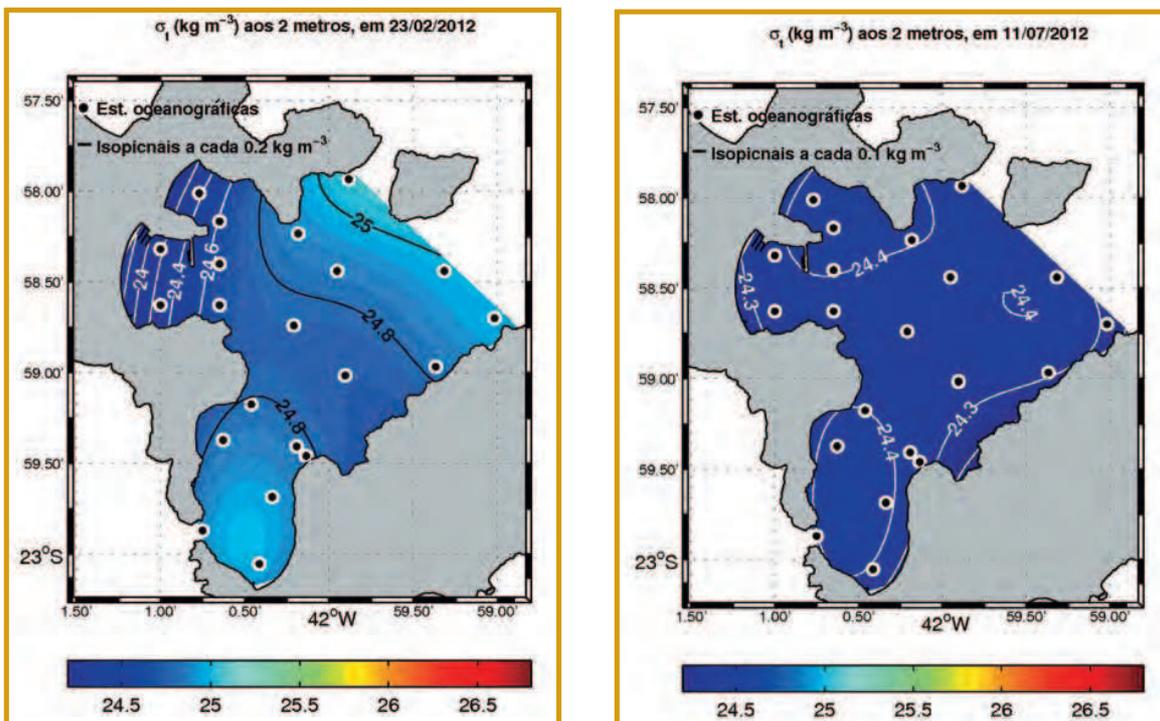


Figura 4 – Distribuições horizontais de densidade convencional σ_t (kg m^{-3}) no nível de 2 m, em 23/02/2012 (V1, esquerda) e em 11/07/2012 (I1, direita), nas enseadas de Arraial do Cabo.

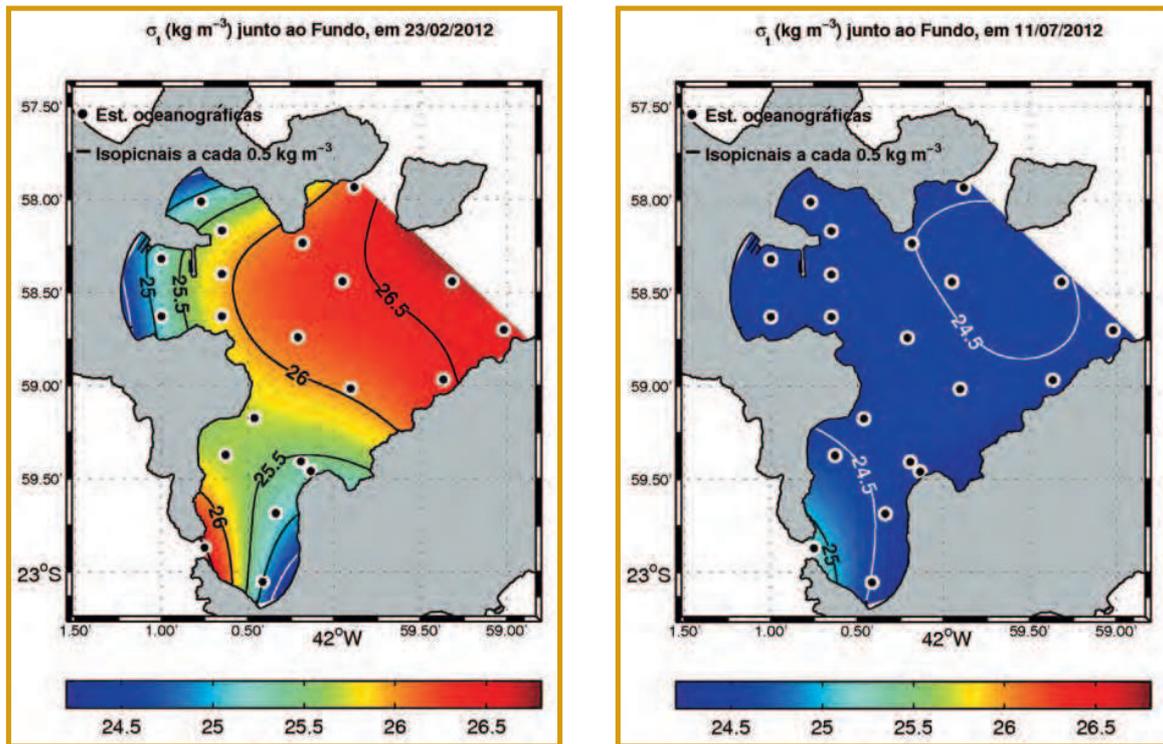


Figura 5 – Distribuições horizontais de densidade convencional σ_t (kg m^{-3}) junto ao fundo, em 23/02/2012 (VI, esquerda) e em 11/07/2012 (II, direita), nas enseadas de Arraial do Cabo.

As distribuições verticais de temperatura, densidade convencional e gradiente vertical de temperatura na Radial A podem ser observadas, respectivamente, nas figuras 6, 7 e 8. Na campanha VI, constata-se a estratificação das águas com variação de temperatura entre 13 °C no fundo e 21,5 °C junto à superfície (figura 6). Abaixo do nível de 9 m são observadas temperaturas inferiores a 18 °C, e conseqüente presença da ACAS, na Radial A. O gradiente vertical médio de temperatura na campanha VI é de - 0,21 °C m⁻¹, na Radial A. Nessa campanha o valor máximo do gradiente vertical de temperatura é de - 0,70 °C m⁻¹ junto à superfície (figura 8). Na campanha II, as águas apresentam-se quase-homotérmicas na Radial A, com variação de temperatura de 22,4 a 22,6 °C, como pode ser visualizado na Figura 6. O gradiente vertical médio de temperatura na campanha II é pequeno (- 0,005 °C m⁻¹) e o mapeamento desse gradiente é apresentado na figura 8.

Para as distribuições verticais de σ_t na Radial A (figura 7), observa-se que as águas estão estratificadas na campanha VI, com variação de σ_t de 24,5 kg m^{-3} junto à superfície a 26,8 kg m^{-3} no fundo. Na campanha de verão o valor máximo do gradiente vertical de σ_t obtido é de 0,15 $\text{kg m}^{-3} \text{ m}^{-1}$ junto à superfície. Na campanha II as águas apresentam-se quase-homogêneas na Radial A: σ_t varia entre 24,30 kg m^{-3} e 24,55 kg m^{-3} (figura 7). Na campanha de inverno o gradiente vertical médio de σ_t (0,005 $\text{kg m}^{-3} \text{ m}^{-1}$) é significativamente menor do que no verão, comprovando a característica de quase homogeneidade na estação fria.

As configurações das distribuições verticais de salinidade na Radial A nas campanhas VI e II (não apresentadas) são semelhantes às respectivas configurações de densidade convencional. No verão a salinidade varia de 35,3 a 35,8, enquanto que no inverno varia de 35,4 a 35,6, indicando pequena variação entre essas estações do ano.

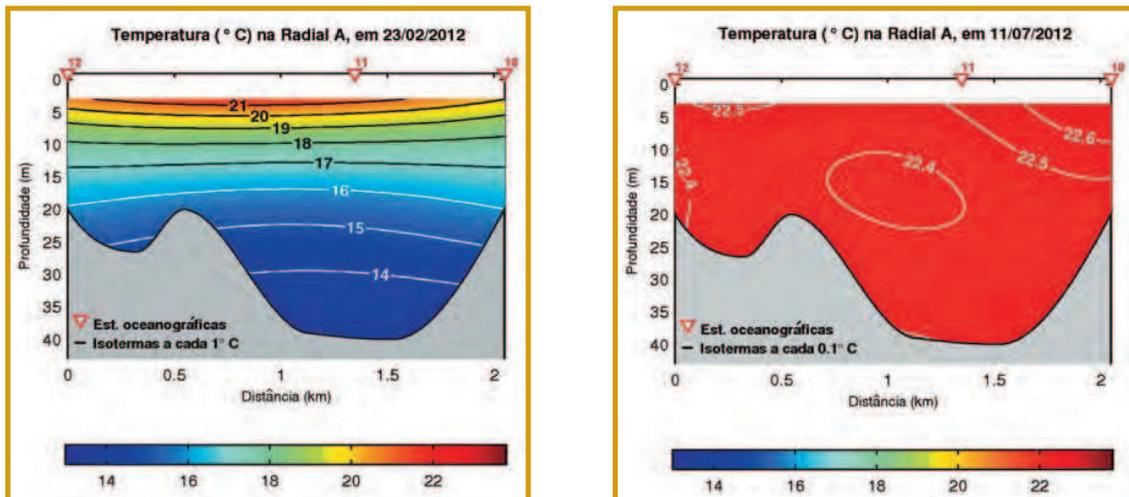


Figura 6 – Distribuições verticais de temperatura (°C) na Radial A, situada na porção norte das enseadas de Arraial do Cabo, em 23/02/2012 (V1, esquerda) e em 11/07/2012 (I1, direita), com vista de sudoeste.

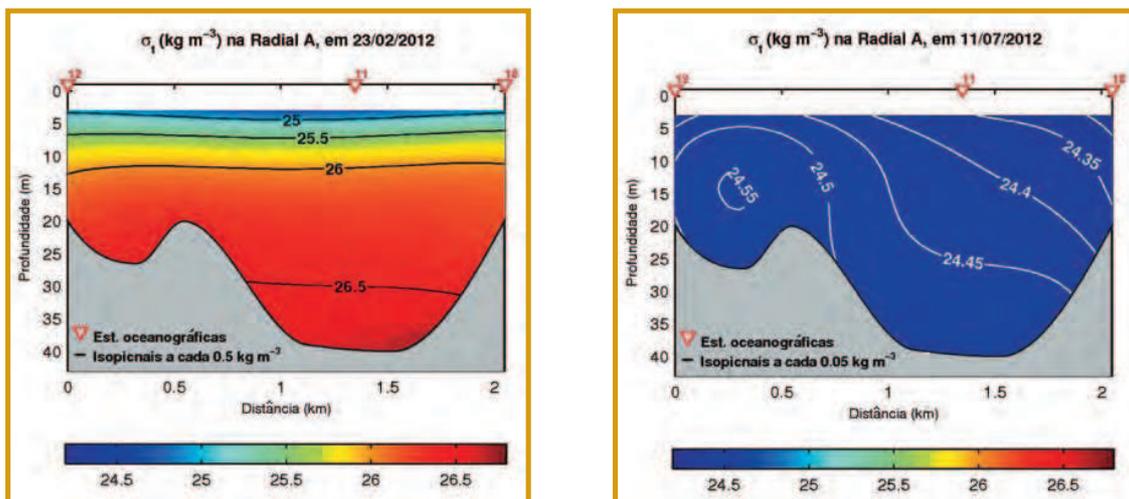


Figura 7 – Distribuições verticais de densidade convencional σ_t (kg m⁻³) na Radial A, situada na porção norte das enseadas de Arraial do Cabo, em 23/02/2012 (V1, esquerda) e em 11/07/2012 (I1, direita), com vista de sudoeste.

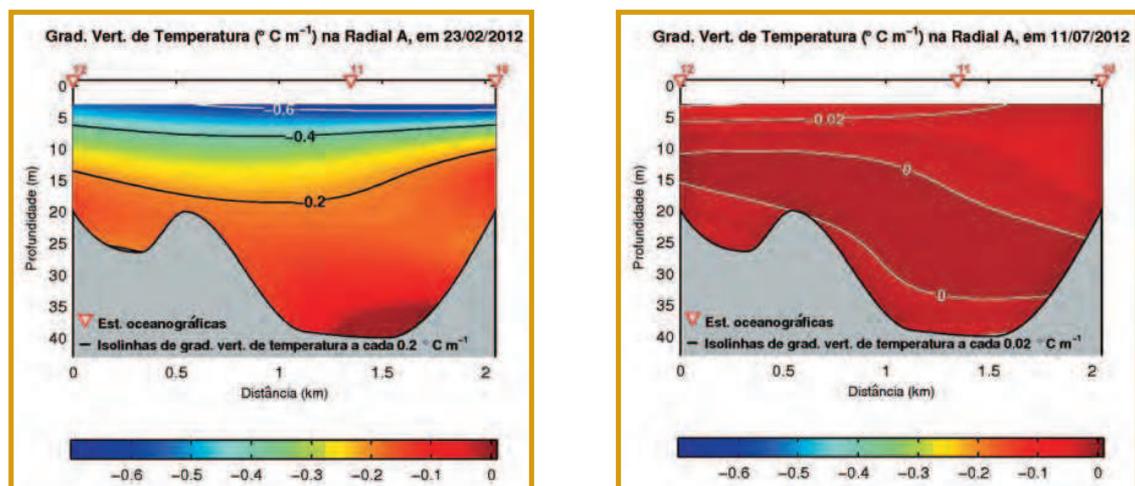


Figura 8 – Distribuições de gradiente vertical de temperatura (°C m⁻¹) na Radial A, situada na porção norte das enseadas de Arraial do Cabo, em 23/02/2012 (V1, esquerda) e em 11/07/2012 (I1, direita), com vista de sudoeste.



Os perfis verticais de temperatura na estação n° 21, situada no Boqueirão Sul, também indicam a presença da ACAS na camada sub-superficial abaixo do nível de 10

m na campanha VI e ausência dessa massa de água durante a campanha II, quando as temperaturas ficaram entre 20,5 e 22,6 °C (figura 9).

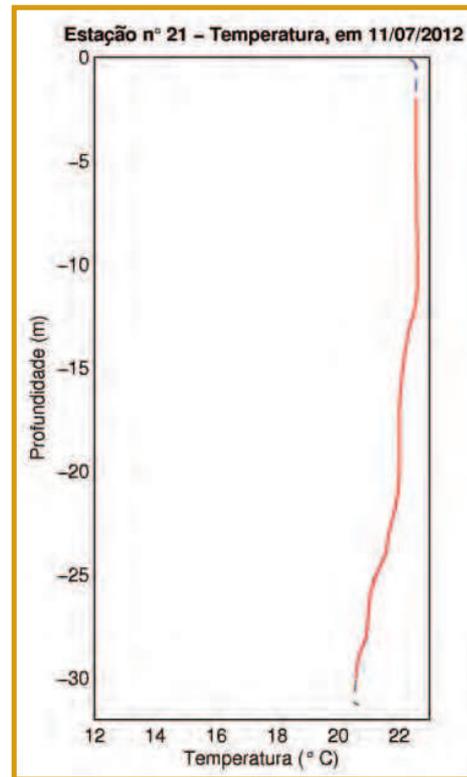
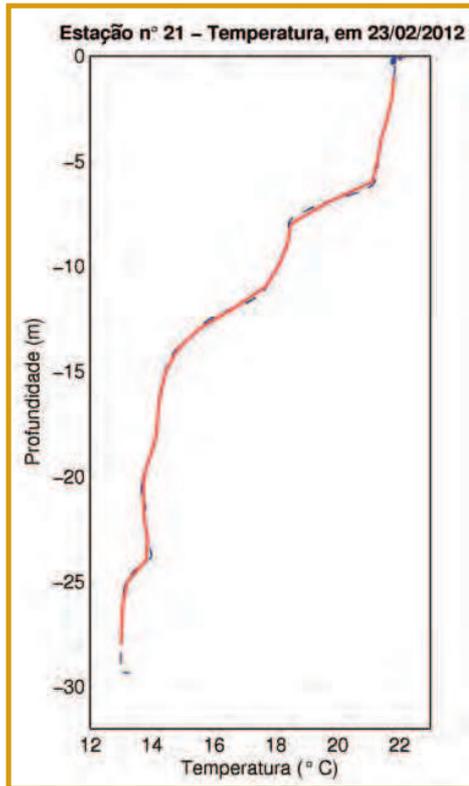


Figura 9 – Perfis verticais de temperatura (° C), na estação n° 21, situada no Boqueirão Sul, brutos (em azul) e tratados (em vermelho), em 23/02/2012 (V1, esquerda) e em 11/07/2012 (I1, direita).

Os diagramas T-S espalhados para as campanhas VI e II são apresentados na Figura 10. A dispersão dos pontos é maior em VI do que em II, indicando

novamente a maior estratificação e a presença da ACAS na campanha de verão e a quase-homogeneidade na campanha de inverno.

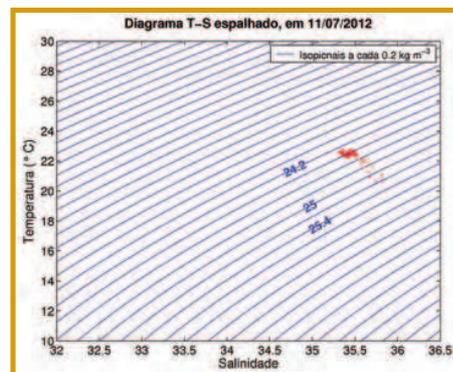
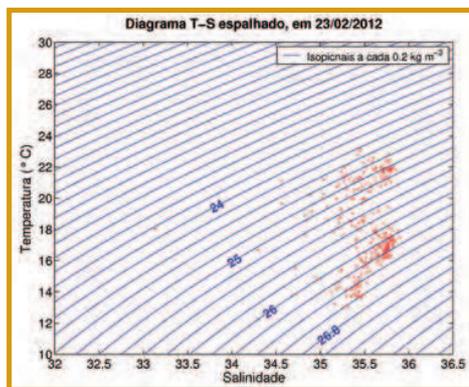


Figura 10 – Diagramas T-S espalhados, em 23/02/2012 (V1, esquerda) e em 11/07/2012 (I1, direita).



Os dados de correntes no nível de 1,5 m, nas proximidades da estação n° 21, situada no Boqueirão Sul, indicam que durante as coletas de dados hidrográficos na campanha VI a corrente fluiu para SW, com

intensidade de até 0,28 m s⁻¹ (figura 11), enquanto que na campanha II as águas também escoaram para SW, com magnitude de até 0,42 m s⁻¹ (figura 12).

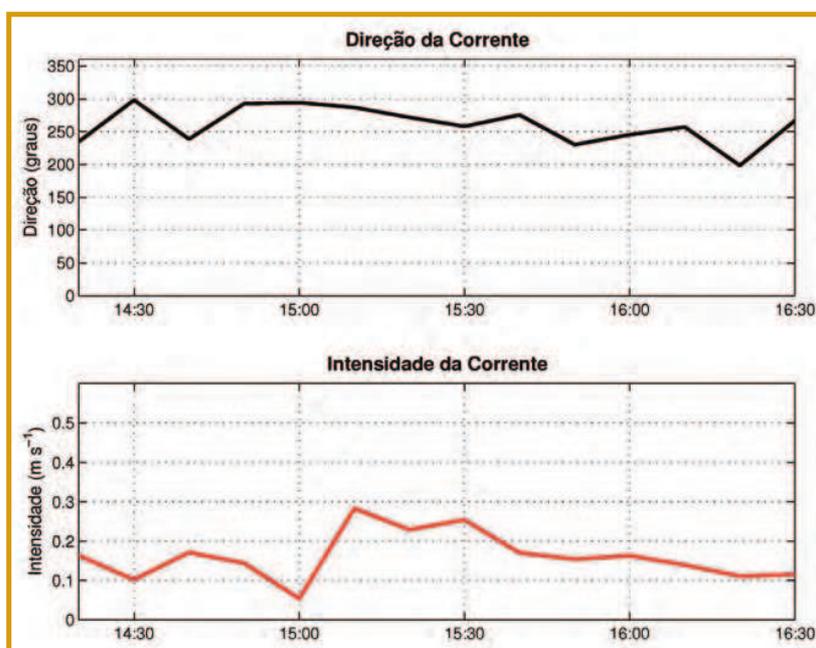


Figura 11 – Séries temporais da direção (graus) e da intensidade (m s⁻¹) da corrente nas proximidades do Boqueirão Sul, no período de 14:20 às 16:30 horas, em 23/02/2012 (campanha V1).

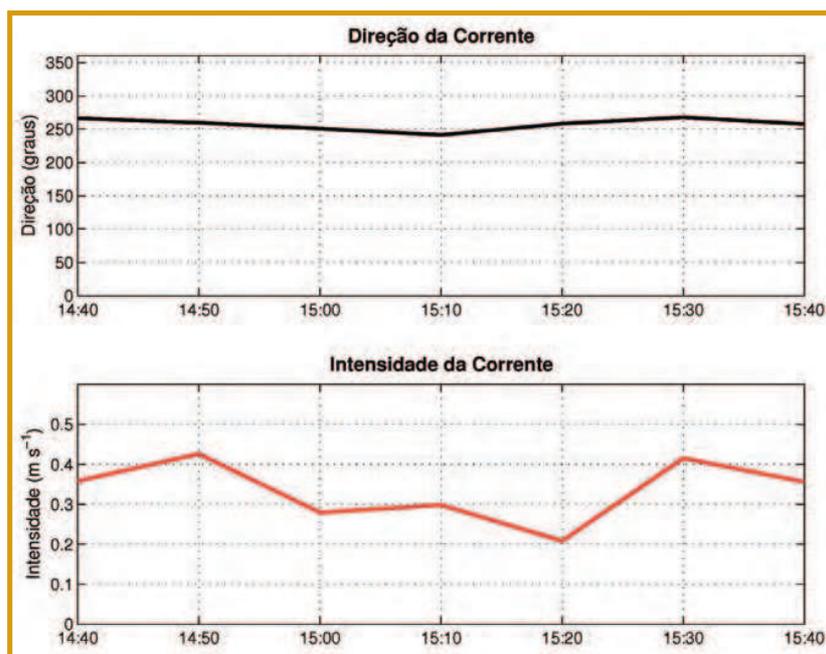


Figura 12 – Séries temporais da direção (graus) e da intensidade (m s⁻¹) da corrente nas proximidades do Boqueirão Sul, no período de 14:40 às 15:40 horas, em 11/07/2012 (campanha II).



Os dados obtidos na EPTA, da Aeronáutica, situada no aeroporto de Cabo Frio entre os dias 15 e 23/02/2012 (figura 13) mostram que os ventos sopraram de E/NE de 09:00 horas de 15/02 a 12:00 horas de 22/02, quando passaram a soprar de NW e voltam a soprar de E/NE a partir das 13:00 horas de 22/02 até o término da campanha VI. A estação do aeroporto de Cabo Frio não coletou dados no período compreendido entre as 18:00 e 04:00 horas entre os dias 15 e 23/02/2012. Os ventos

obtidos na estação do INMET em Arraial do Cabo entre os dias 07 e 11/07/2012 (figura 14) apresentaram direção NE entre 00:00 e 15:00 horas de 07/07 quando foram predominantes de SW até as 19:00 horas de 08/07. A partir desse horário passaram a oscilar entre NE/SE até as 21:00 horas de 09/07 quando passaram a oscilar de SW/NW até as 10:00 horas de 10/07. A partir desse horário os ventos sopraram de E/NE até o término das coletas de dados da campanha II.

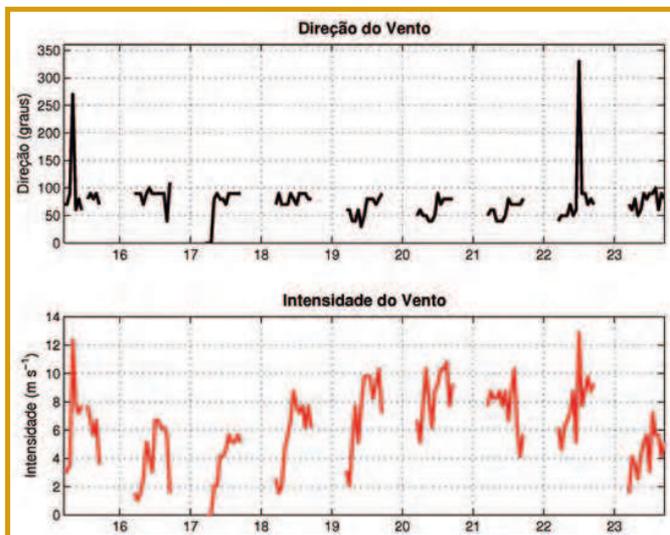


Figura 13 – Série temporal da direção (°) (acima) e intensidade ($m\ s^{-1}$) (abaixo) do vento local obtido pela estação do aeroporto de Cabo Frio, no período entre os dias 15 e 23/02/2012. A direção do vento segue a convenção meteorológica, indicando o ponto cardinal de origem.

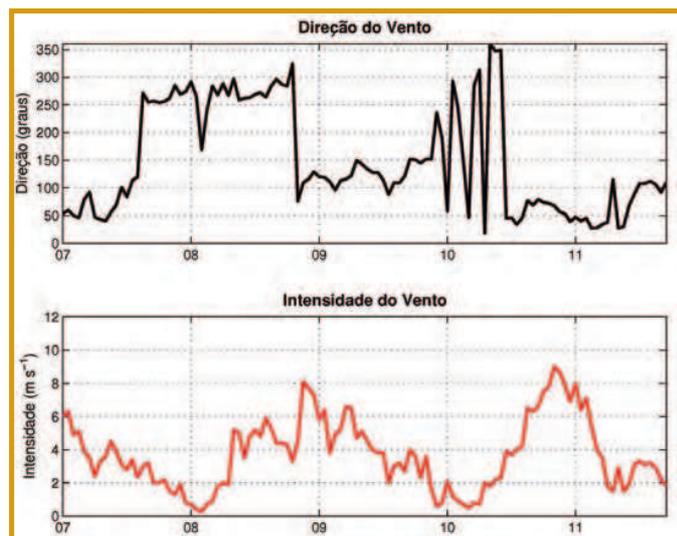


Figura 14 – Série temporal da direção (°) (acima) e intensidade ($m\ s^{-1}$) (abaixo) do vento local obtido pela estação do INMET, em Arraial do Cabo, no período entre os dias 07 e 11/07/2012. A direção do vento segue a convenção meteorológica, indicando o ponto cardinal de origem.

As imagens de satélites da TSM, do METEOSAT 9, disponibilizadas pelo INPE, indicam a presença de águas relativamente mais frias no litoral do Estado do Rio de

Janeiro, em 23/02/2012 (figura 15), enquanto que na campanha II as imagens de satélites (não apresentadas) não indicam a ocorrência dessas águas frias na mesma região.

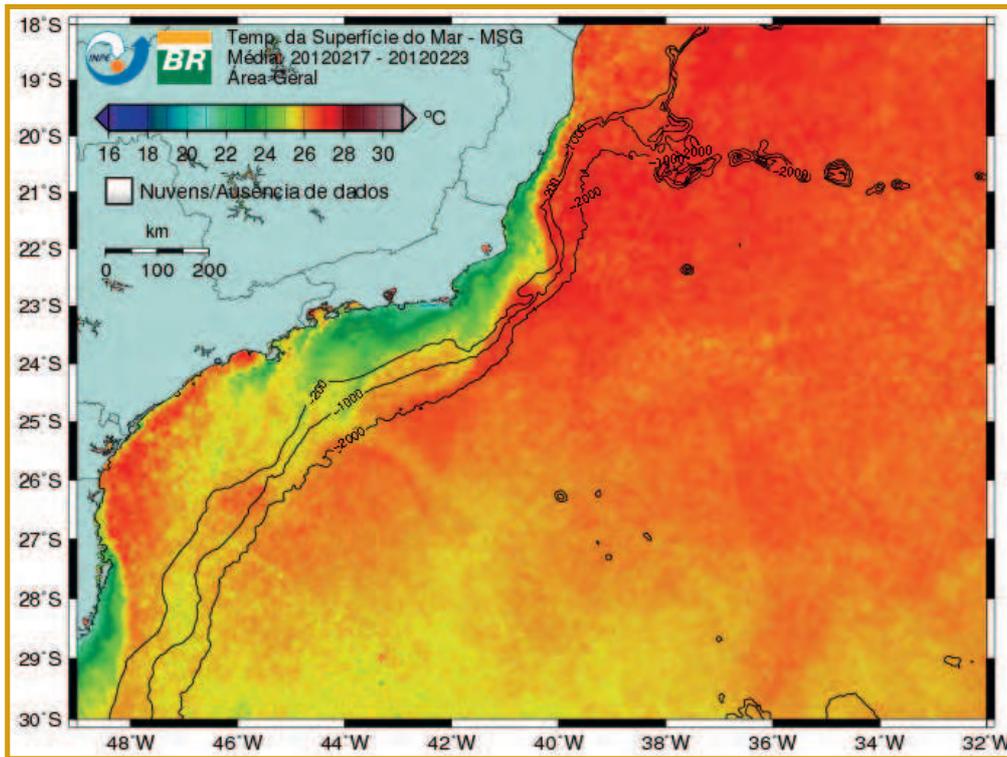


Figura 15 – Imagem de satélite da Temperatura da Superfície do Mar (TSM), do METEOSAT 9, em 23/02/2012 (campanha V1), disponibilizada pelo INPE.

Assim, em síntese, constatamos que na campanha VI as águas estavam estratificadas devido à presença da ACAS na camada sub-superficial em todas EAC, exceto nas proximidades das praias dos Anjos, do Forno e do Farol. A intrusão da ACAS é decorrente da intensidade e persistência dos ventos de E/NE (figura 13), favoráveis à ressurgência costeira, que sopraram na região na semana anterior à campanha VI, propiciando o resfriamento das águas superficiais desde a Baía da Guanabara até o Cabo de São Tomé, incluindo a região de Cabo Frio, conforme a Figura 15. Nessa campanha VI a intrusão da ACAS ocorreu pela camada sub-superficial ao norte das EAC (figura 11), comprovada também pela presença dessa massa de água abaixo do nível de 10 m da estação n° 21, situada no Boqueirão Sul (Figura 9). Na campanha II constata-se a ausência da ACAS (figura 10) nas EAC, pois não foram observadas temperaturas inferiores a 18 °C (figuras 2, 3, 6 e 9), isto é, não houve ressurgência costeira nas EAC na época de II.

Nota-se que, na semana anterior à data da campanha II, houve períodos prolongados com ventos soprando do quadrante sul, desfavoráveis à ressurgência costeira (figura 14). Além disso, outros processos físicos podem ter contribuído para que a ressurgência costeira não fosse observada em II. As águas mais quentes, menos salinas e menos densas observadas na praia dos Anjos na campanha VI (figuras 2 e 4) podem ter sido influenciadas pelo lançamento de esgoto na localidade, conforme já observado por PAIXÃO et al. (2013). O fato de a praia dos Anjos ser considerada imprópria para o banho de mar pelo INEA nos meses de fevereiro e de março de 2012 reforça essa possibilidade.

As diferenças em estratificação observadas entre as campanhas VI e II estão de acordo com o modelo conceitual estabelecido por CASTRO (1996) e detalhado em CASTRO (2014) e, também com a climatologia de CERDA & CASTRO (2014).



4 – CONCLUSÕES

Na campanha de verão, realizada em 23/02/2012, as águas estavam estratificadas, com a presença da ACAS na camada sub-superficial em todas EAC, exceto nas proximidades das praias dos Anjos, do Forno e do Farol. A estratificação dessas águas é decorrente da intensidade e persistência dos ventos de E/NE, que sopraram na região desde 15/02/2012, e que propiciaram a ocorrência do fenômeno de ressurgência costeira e o consequente resfriamento das águas na região do litoral norte do Rio de Janeiro, incluindo Cabo Frio. A intrusão

da ACAS, associada à ressurgência costeira, ocorreu na camada sub-superficial, pelo norte das EAC.

Na campanha de inverno, realizada em 11/07/2012, não foi observada a ressurgência costeira. Em consequência, as águas estavam mais quentes e menos estratificadas do que na campanha de verão. Uma possível explicação para a ausência da ressurgência costeira é a presença de ventos do quadrante sul, desfavoráveis ao fenômeno, por períodos relativamente longos, na semana anterior à campanha observacional. Entretanto, outros processos físicos podem ter contribuído no bloqueio da ressurgência costeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLARD P. 1955. Anomalies dans le temperatures de l'eau de la mer observees au Cabo Frio au Brésil. Bull. Inf. Com. Oceanogr. Etude Cotes, 7(2), 58-63.
- CASTRO B.M. 1996. Correntes e massas de água da plataforma continental norte de São Paulo. Tese de Livre-Docência, Universidade de São Paulo, São Paulo, 248 pp.
- CASTRO, B.M. 2014. Summer/winter stratification variability in the central part of the South Brazil Bight. Cont. Shelf Res., <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2013.12.002i>.
- CASTRO B.M, LORENZZETTI J.A, SILVEIRA I.C.A. & MIRANDA L.B. 2006. Estrutura termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e o Chuí (RS). In: ROSSI-WONGTSCHOWSKI C.L.D.B. & MADUREIRA L.S. (orgs). O ambiente oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil. São Paulo, Edusp, 11–120.
- CASTRO B.M., PEREIRA A.F., DOTTORI M., PASCHOAL G.C.A., CAROLI A., SILVEIRA I.C.A. & AMOR C.C. in prep. Correntes e massas de água na plataforma continental da Baía de Santos.
- CERDA C., CASTRO B.M. 2014. Hydrographic climatology of South Brazil Bight shelf waters between Sao Sebastiao (24°S) and Cabo Sao Tome (22°S). Cont. Shelf Res., <http://dx.doi.org/10.1016/j.csr.2013.11.003i>.
- FRANCHITO S.H; ODA T.O; RAO V.B & KAYANO M.T. 2008. Interaction between coastal upwelling and local wind at Cabo Frio, Brazil: an observational study. J. Appl. Meteorol., 47, 1590-1598.
- MIRANDA, L. B., 1985: Forma da correlação T-S de massas de água das regiões costeira e oceânica entre o Cabo de São Tomé (RJ) e a Ilha de São Sebastião (SP), Brasil. Bolm. Inst. Oceanogr., 33(2), 105–119.
- PAIXÃO, S. V. 2008. Transporte de volume e condições hidrográficas no Canal de São Sebastião. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 188 pp.
- PAIXÃO S.V., CASTRO B.M. & SOUSA JÚNIOR S.B. 2013. Estudo de caso de duas condições hidrográficas em Arraial do Cabo com ventos predominantes de sudoeste e nordeste. Pesq. Nav., 25, 2-11.
- PAIXÃO S.V., CASTRO B.M. & SOUSA JÚNIOR S.B. in prep. Intrusões da Água Central do Atlântico Sul nas Enseadas de Arraial do Cabo (RJ).
- RAMOS A.E. A. 2011. Formação e evolução espaço-temporal da ressurgência de Cabo Frio - RJ. Monografia de Bacharelado em Oceanologia, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande do Sul, 82 pp.
- SILVA, P.C.M. & RODRIGUEZ, R.F. 1966. Modificações da estrutura vertical das águas sobre a plataforma continental, por influência do vento. Nota Tec. Inst. Pesq. Mar., 35, 1-13.