

## VARIABILIDADE ESPACIAL E TEMPORAL DA CORRENTE DO BRASIL NA BACIA DE CAMPOS

Lima<sup>1</sup>, A. P. Y.; Fetter Filho<sup>1</sup>, A. F. H.; Lima<sup>2</sup>; J. A. M.; Klein<sup>1</sup>, A. H. F.

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Catarina – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas – CFM

<sup>2</sup>Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguêz de Mello - CENPES

Rua Eng. Agrônomo Andrei Cristian Ferreira, s/n - Trindade – SC CEP 88040-900

yhaohannah@gmail.com

### RESUMO

Este trabalho apresenta padrões de variabilidade na velocidade da corrente e no transporte de volume (TV), no domínio da Corrente do Brasil (CB) na Bacia de Campos (BC), através de dois produtos de reanálise para 22°S e 23°S. As reanálises foram comparadas a 6 meses de dados obtidos *in situ*, para o ano de 1993. O volume de transporte foi calculado através de dois métodos distintos, métodos dos contornos e das caixas. Especialmente, o TV aumenta em 23°S, consequência da existência de células de recirculação ao longo da CB e pela incorporação de anéis das Agulhas na altura de Cabo Frio. Sazonalmente, a intensidade das variáveis velocidade e transporte é maior durante a primavera e o verão, em decorrência de mudanças sazonais na circulação atmosférica e na posição da Bifurcação da Corrente Sul Equatorial (BCSE).

Palavras chave: transporte de volume, sazonalidade, Cabo de São Tomé e Cabo Frio.

### INTRODUÇÃO

As Correntes de Contorno Oeste (CCO) desempenham papel fundamental no balanço de calor do planeta, caracterizadas por fluxos estreitos, quentes e intensos, constituem os ramos oeste dos giros subtropicais que transportam massas de água aquecidas na região equatorial em direção aos polos (BROWN et al., 2001). No hemisfério sul, a CCO associada ao Giro Subtropical do Atlântico Sul, é formada por um complexo sistema de correntes que flui ao largo da costa leste do Brasil, dominado em superfície pela Corrente do Brasil (CB).

Essa porção do território brasileiro incorpora a bacia sedimentar de Campos, área reconhecida por sua importância para a indústria petrolífera do país, sendo responsável por cerca de 60% da produção e 90% das reservas de óleo e gás nacional (ANP, 2016). Intrínseca a essa atividade, existe a preocupação com a segurança das plataformas e estruturas utilizadas na exploração deste recurso, que estão sujeitas à dinâmica da circulação oceânica. Portanto, o avanço no conhecimento sobre as características da CB contribui, não somente, para aprofundar as investigações climáticas globais, mas, regionalmente, para auxiliar na implantação de projetos adequados na exploração do petróleo ao largo do sudeste do Brasil.

### OBJETIVOS

Investigar padrões nas variações espaciais e sazonais na velocidade da componente meridional e no transporte de volume (TV) da Corrente do Brasil, com foco nas radiais de 22°S e 23°S (Bacia de Campos), ao longo de duas décadas (1993-2012), a partir de dados de reanálise.

## METODOLOGIA

Análises estatísticas foram feitas a partir de diagramas de Taylor (TAYLOR, 2001), entre os produtos de reanálise “HYCOM-NCODA” e “GLORYS12V1” e dados de correntógrafos distribuídos em 3 fundeios oceanográficos, localizados na Bacia de Campos (Figura 1). Uma vez que o TV, é função da velocidade da corrente, os diagramas foram calculados para as componentes U e V da velocidade, em 6 níveis de profundidade (P 100m, P 173m, P 240m, P 375m, P 880m e P 1980m), no período de 6 meses durante o ano de 1993. Das reanálises foram escolhidos pontos próximos as coordenadas geográficas e as profundidades dos correntógrafos.

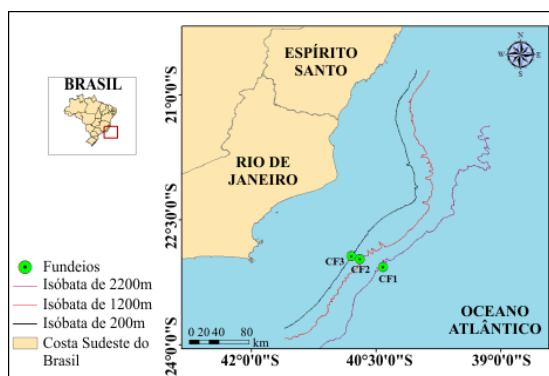


Figura 1 – Mapa da área de estudo localizada na Bacia de Campos, com demarcação da posição dos fundeios oceanográficos.

Posteriormente, foram geradas séries temporais de velocidade meridional de corrente, com cobertura temporal de 20 anos a partir dos dois produtos de reanálise. O transporte de volume foi então obtido através de dois métodos propostos por Lima (1997), denominados “método dos contornos” (M. Cont.) e “método das caixas” (M. Caixa). Ambos fundamentos na integração da velocidade onde a componente meridional é negativa.

## RESULTADOS

Nos diagramas de Taylor (Figura 2a, 2b, 2c e 2d), as duas reanálises representaram melhor os dados observados nos níveis mais superficiais. Os dados mais profundos (P1980) do HYCOM resultaram em correlação negativa ( $r=-0,05$  para a componente U e  $r=-0,08$  para a componente V), no entanto, para a componente meridional a correlação em P100 foi equivalente a  $r=0,55$  e o desvio padrão em P173 foi igual ao observado nos dados *in situ* ( $0,08\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ). O GLORYS apresentou melhor coeficiente de correlação ( $r$ ) para as duas componentes da velocidade, igual a  $r=0,81$  (U) e  $r=0,70$  (V), e o desvio padrão mais semelhante ao dado observado foi registrado em P173 ( $0,07\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Os resultados das médias mensais (Figura 2e, 2f, 2g e 2h) de velocidade da corrente apresentaram ciclo anual definido, com aumento durante o verão e a primavera. Para o HYCOM os valores negativos máximos que caracterizam o centro do jato da CB, foram equivalentes à  $-0,96\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  ( $22^{\circ}\text{S}$ ) e  $-0,75\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  ( $23^{\circ}\text{S}$ ), para o GLORYS foram iguais à  $0,93\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  ( $22^{\circ}\text{S}$ ) e  $0,69\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  ( $23^{\circ}\text{S}$ ). Em  $22^{\circ}\text{S}$  o centro do jato esteve bem organizado sobre a quebra da plataforma e no talude continental na maioria das ocorrências, 148 vezes sobre a longitude de  $40,25^{\circ}\text{W}$  para o HYCOM (Figura 2i) e 143 vezes na longitude de  $40^{\circ}\text{W}$  para o GLORYS (Figura 2j). Em  $23^{\circ}\text{S}$ , o cenário é de “espalhamento”, em consequência da brusca mudança na orientação da linha de costa em Cabo Frio, nessa radial o centro do jato esteve sobre a longitude  $41^{\circ}\text{W}$  em 61 das ocorrências nos

dados do HYCOM (Figura 2k) e sobre 40,75°W em 83 das ocorrências nos dados do GLORYS (Figura 2l).

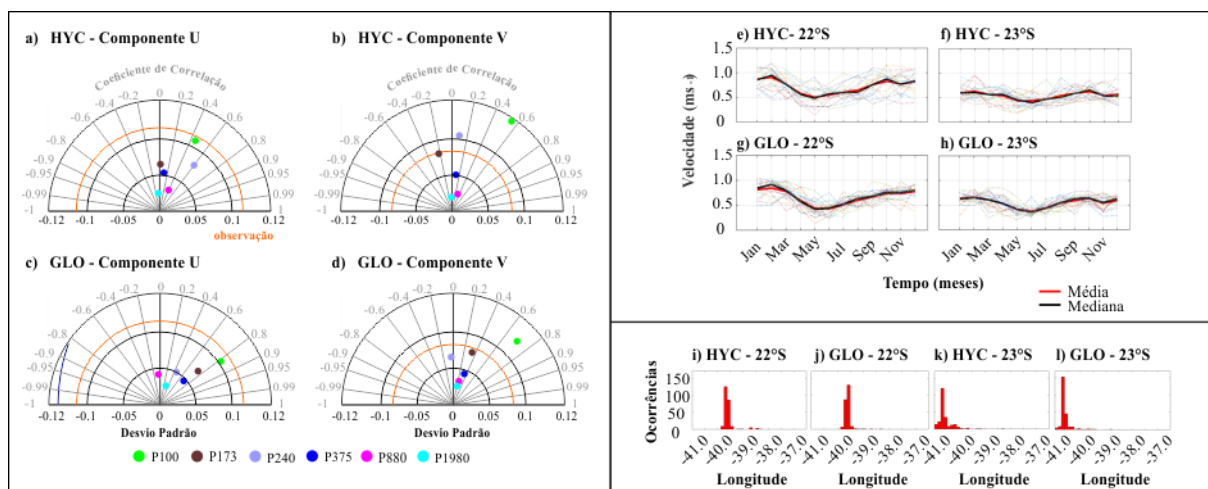


Figura 2 – Diagramas de Taylor das componentes U e V do HYCOM (a e b) e do GLORYS (c e d); média mensal da componente meridional para o HYCOM (e e f) e para o GLORYS (g e h), durante os 20 anos analisados e histogramas de ocorrências do centro do jato da Corrente do Brasil em cada longitude (i, j, k e l).

As estimativas de TV (Figura 3a, 3b, 3c e 3d) calculadas pelos dois métodos foram semelhantes. A maior discrepância entre os dados foi registrada em períodos de intensa atividade de mesoescala. Em 22°S esses sistemas foram bem representados pelos dados do HYCOM nos anos de 1995 e 2011, em 23°S o HYCOM registrou essa atividade no ano 2000 e os dados do GLORYS registraram picos em 2009 e 2010. Independente da radial ou do modelo, a utilização do método dos contornos favoreceu a observação da passagem desses sistemas, em vista da abordagem proposta pelo método, de localizar o centro do jato da CB a partir da posição da velocidade meridional negativa máxima.

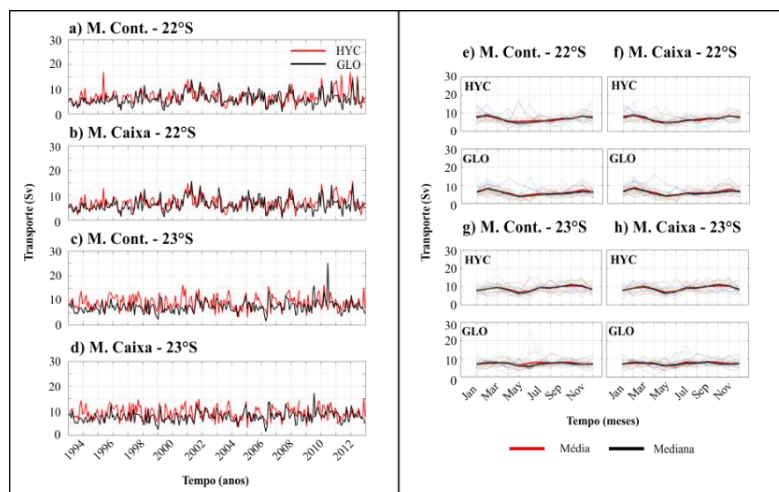


Figura 3 – Série temporal do transporte de volume da Corrente do Brasil, calculado pelo método “dos contornos” e “das caixas” nas latitudes 22°S e 23°S para dados do HYCOM e do GLORYS (a, b, c e d) e média mensal da série temporal calculada para os dois modelos (e, f, g e h).

Na comparação das médias mensais (Figura 3e, 3f, 3g e 3h), a magnitude do transporte para 23°S foi superior. O máximo registrado para a latitude de Cabo Frio foi igual a 12,13Sv (HYCOM) e na latitude do Cabo de São Tomé foi de 8,90Sv (HYCOM). Sazonalmente, os

maiores valores de TV foram observados durante o verão (GLORYS) e a primavera (HYCOM), e mínimos predominaram no outono e no inverno. Para os dois modelos o método das caixas verificou o máximo volume nas médias mensais, equivalentes à: 8,90Sv (HYCOM) e 8,78Sv (GLORYS) em 22°S, e 12,13Sv (HYCOM) e 10,42Sv (GLORYS) em 23°S.

O aumento do transporte de volume, conforme a CB flui em direção a sul, foi inferido em estudos anteriores como consequência de células de recirculação (STRAMMA et al., 1990). Em adição a esse processo Guerra et al. (2018) apontam que anéis provenientes do Vazamento das Agulhas alcançam a CB e alteram o volume transportado e destacam uma ocorrência na região de Cabo Frio. O ciclo anual definido com máximos na primavera e no verão, pode ser explicado pelo aumento da intensidade dos ventos de N-NE do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul durante essas estações (DERECZYNSKI et al., 2009), associada a migração da BCSE ao nível da Água Central do Atlântico Sul, mais a norte no verão e mais a sul no inverno (RODRIGUES et al., 2007).

## CONCLUSÕES

O volume transportado aumenta em 23°S, devido a existência de células de recirculação ao longo da CB e pela incorporação de anéis das Agulhas na altura de Cabo Frio. E a intensidade das variáveis velocidade e transporte é maior durante a primavera e o verão, em decorrência de mudanças sazonais na circulação atmosférica e na posição da BCSE.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Anuário Estatístico do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Rio de Janeiro: ANP, 2016. 264 p.
- BROWN, E., COLLING, A., PARK, D., PHILLIPS, J., ROTHERY, D., WRIGHT, J. **Ocean Circulation**. Oxford: Butterworth-Heinemann, 2001. p. 79-142.
- DERECZYNSKY, C. P., OLIVEIRA, J. S., MACHADO, C. O. Climatologia da precipitação no município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 24, n. 1, p. 24-38, 2009.
- GUERRA, L. A. A; PAIVA, A. M., CHASSIGNET, E. P. On the translation of Agulhas rings to the western South Atlantic Ocean. **Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers**, v. 139, p. 104-113, 2018.
- LIMA, J. A. M. **Oceanic circulation on the Brazilian Shelf- break and Slope at 22°S**. 1997. 164 f. Tese de Doutorado, University of New South Wales, Kensington.
- RODRIGUES, R. R.; ROTHSTEIN, L. M.; WIMBUSH, M. Seasonal variability of the South Equatorial current bifurcation in the Atlantic Ocean. **Journal of Physical Oceanography**, v. 37, p. 16-30, 2007.
- STRAMMA, L.; IKEDA, Y.; PETERSON, R. G. Geostrophic transport in the Brazil Current region north of 20°S. **Deep-Sea Research**, v. 37, n. 1A, p. 1875-1886, 1990.
- TAYLOR, K. E. Summarizing multiple aspects of model performance in a single diagram. **Journal of Geophysical Research**, v. 106, p. 7183-7192, 2001.