

AVALIÇÃO DO EFEITO TOPOGRÁFICO DA CADEIA VITÓRIA-TRINDADE NA DINÂMICA DA CORRENTE DO BRASIL DURANTE O VERÃO

Maneschy, F. S. A.^{1,2}; Calado, L.²; Soutelino, R. G.³; Rocha, C. B.³; Miranda, J. A.³; Fernandes, A. M.¹

¹ Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Faculdade de Oceanografia, Departamento de Oceanografia Física, Rio de Janeiro, RJ. CEP 20550-900. felipemaneschy@gmail.com
² Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, Marinha do Brasil, Rua Kioto, 353, Praia dos Anjos, Arraial do Cabo - RJ. (22) 2622-9028
³ Laboratório de Dinâmica Oceânica, Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, Brasil, Praça do Oceanográfico, 191, Cidade Universitária, São Paulo - SP (11) 3091-6552

RESUMO

A Corrente do Brasil (CB) ao largo da costa leste brasileira flui através de complexa topografia marcada por quebras bruscas de gradientes e formas salientes se destacando do talude e sopé continental, com a qual interação resultando em um padrão meandrante de escoamento. Conforme descrições recentes na literatura, tal padrão se inicia após organização efetiva da CB como uma Corrente de Contorno Oeste, na latitude de 15°S, onde se localizam Banco de Abrolhos. Em 20.5°S, região da Cadeia Vitória-Trindade (CVT), é descrita a ocorrência do Vórtice de Vitória (VV), feição ciclônica frontal da CB recorrente no verão. Este trabalho objetivou, através da modelagem numérica, verificar a influência da CVT no escoamento da CB realizando experimentos com a presença e a ausência destes montes submarinos no perfil topográfico utilizado. As análises recaram na formação e características do VV e no meandrante da CB. Como resultado, o estudo revelou o papel fundamental da CVT sobre ambos os parâmetros, apesar da relação não ser estritamente dependente. Outras feições topográficas da costa leste brasileira parecem exercer efeitos conjuntos sobre a CB.

Palavras chave: Modelagem Numérica, Vórtice de Vitória, Climatologia.

INTRODUÇÃO

A Corrente do Brasil (CB) apresenta intensa atividade meandrante em seu percurso ao largo da costa brasileira. Observações recentes mostram que tal atividade se inicia em torno de 15°S (SOUTELINO, 2008), nas proximidades dos Bancos de Abrolhos (BA) e Royal Charlotte, que representam um alargamento brusco da plataforma continental estreita ao norte destas feições. A partir de 20°S, em direção a maiores latitudes, são encontrados sucessivos meandros que ocasionalmente podem se fechar em vórtices.

Centrado em aproximadamente 20.5°S, ao largo da Cadeia Vitória-Trindade (CVT), observa-se um vórtice ciclônico frontal da CB. Trata-se do Vórtice de Vitória (VV), originalmente descrito por SCHMID *et al.* (1995) a partir de dados remotos e *in situ*. Estes autores encontraram a assinatura do vórtice localizada nos primeiros 400m de coluna d'água, caracterizado por um núcleo relativamente frio e pouco salino e com um raio aproximado de 25km. A análise do campo de velocidade geostrofica revelou um VV assimétrico, com seu lobo leste, de direção sul, mais extenso e mais rápido, atingindo velocidades de 50cm s⁻¹ e transporte de 7.4Sv, enquanto no lobo oeste foram encontradas velocidades de 40cm s⁻¹ e transporte de 2.5Sv. Esta assimetria foi explicada pela superposição do fluxo da CB à rotação do vórtice em sua borda leste.

A partir do trabalho de SCHMID *et al.* (op. cit.) foram levantadas questões sobre a permanência ou recorrência do VV. SILVEIRA *et al.* (2006) identificaram a formação da estrutura vortical na análise de dados hidrográficos coletados em um cruzeiro realizado nesta região durante o verão. Também foi realizado um cruzeiro durante o inverno, quando foi identificada a passagem da CB pela CVT e posterior reorganização da corrente seguindo seu fluxo para o sul, sem formação do vórtice. Resultado semelhante foi encontrado por COSTA (2007), cuja análise foi subsidiada por dados climatológicos de BOYER *et al.* (2005) com resolução de 1/4°, sendo sugerida uma modulação sazonal da feição.

Nesse contexto, o presente trabalho objetivou verificar, através da modelagem numérica, a influência da CVT no escoamento da CB no que tange ao seu padrão meandrante

ao sul destes montes submarinos e, principalmente, na formação do VV, considerando um cenário de verão. Para tanto, buscou-se, primeiramente, simular o escoamento da CB ao largo da costa brasileira, de forma a encontrar padrões sinóticos conhecidos (experimento denominado "Controle"). Em seguida, simulou-se o escoamento da CB utilizando-se um perfil topográfico com supressão da CVT (experimento denominado "sem CVT").

MATERIAIS E MÉTODOS

O *Regional Ocean Modeling System* (ROMS) foi o modelo escolhido como ferramenta para a realização dos experimentos. Este modelo resolve as equações primitivas do movimento utilizando coordenada-S na vertical, permitindo resolução variável principalmente nas regiões da camada de Ekman de superfície e fundo. O ROMS possui a vantagem de resolver o erro do gradiente de pressão devido à coordenada-S (SHCHEPTEKIN *et al.*, 2003), tendo condições de contorno apropriadas para os experimentos desenvolvidos neste trabalho.

A grade do modelo foi construída com resolução espacial de $1/8^\circ$, capaz de permitir que feições como meandros e vórtices sejam adequadamente reproduzidas (HULLBURT *et al.*, 2000). O domínio da grade estende-se entre $25^\circ\text{--}50^\circ\text{W}$ e $10^\circ\text{--}30^\circ\text{S}$. Tal extensão é justificada para se minimizar os efeitos dos contornos nos resultados obtidos para a região de interesse. A quantidade de níveis verticais são 25, com maior resolução nas primeiras centenas de metros.

Os campos batimétricos para os experimentos foram extraídos da base de dados de ETOP0-2, com uma resolução de $2'$. Ao serem interpoladas para a grade do modelo, as feições topográficas sofrem um alisamento, minimizando erros numéricos associados a gradientes espúrios de pressão. A supressão da CVT foi realizada com auxílio da ferramenta MATLAB, selecionando-se as regiões dos montes da cadeia e definindo-as com um valor de profundidade respectivo da base de cada um dos montes.

Os campos termohalinos utilizados nos experimentos foram extraídos de BOYER *et al.* (2005). O campo de massa inicial foi construído através de dados climatológicos referentes ao mês de janeiro. Nos contornos abertos do domínio, a imposição dos dados foi feita com valores climatológicos mensais, sendo interpolados no domínio do tempo os valores de dois meses consecutivos sincronizados ao período da simulação. Assim, a transição entre diferentes campos climatológicos é feita de forma contínua e sem variações bruscas. Condições de contorno radiaçional e *flather* foram utilizadas para resolver, respectivamente, a velocidade baroclínica e barotrópica. Os campos climatológicos diários de tensão de cisalhamento do vento utilizados como forçante em superfície foram extraídos da base de dados de reanálises do NCEP.

Para análise foram utilizados os resultados correspondentes ao verão do segundo ano de simulação (quando o modelo encontrou-se com a energia cinética estabilizada), época em que, de acordo com a literatura, é observada a presença do VV. Os resultados obtidos no experimento controle foram comparados com os dados de bóias do Projeto PIRATA que estivessem dentro da região de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

No que concerne à circulação em larga escala, o escoamento da CB obtido para ambas as simulações se mostrou com características semelhantes (Tab. 1), apesar de o padrão ondulatório da corrente ter distinguido. Enquanto no experimento controle se situou ao largo do Cabo de São Tomé e Cabo Frio, no experimento sem a CVT tal padrão se restringiu à região imediatamente ao sul da CVT, o que nos permite inferir que a cadeia, dinamicamente, atua como uma barreira para a existência de uma onda coerente da CB desde 19°S , quando contorna o BA.

Tabela 1: Parâmetros da CB extraídos de uma radial em 22.7°S , contendo 25 estações oceanográficas. Valores negativos referem-se ao sul.

Transporte (Sv)	Velocidade máxima (m s^{-1})	Espessura (m)	Largura (km)
-8.1	-0.4	500	196
-7.9	-0.5	500	150
Experimento sem CVT			
-8.1	-0.4	500	196
Experimento Controle			

Em relação à atividade de mesoescala, a formação do VV em ambos os experimentos revela que sua ocorrência não está estritamente ligada à interação da CB com a CVT, apesar

desta exercer importante papel, visto as diferentes características adquiridas pela estrutura (Tab. 2). Além disso, a formação do Vórtice de Cabo Frio com suas características típicas em ambos os experimentos revela que o papel desempenhado pela CVT no meandramento ao largo de Cabo Frio não é conflitante com o papel da topografia e inclinação da costa na região, constatado na literatura (CALADO, 2001). Foi observado, ainda, um vórtice ciclônico de aproximadamente 400km de diâmetro estacionário na região onde se situava a CVT, ao contrário do experimento controle.

Tabela 2: Parâmetros do VV extraídos de uma radial em 20.5°S, contendo 27 estações oceanográficas. Valores negativos referem-se ao sul; positivos ao norte.

Transporte (Sv)	Velocidade máxima (m s ⁻¹)	Espessura (m)	Raio (km)
-7.5; +3.8	-0.3; +0.2	800	70
-9.2; +5.5	-0.2; +0.2	900	90
Experimento Controle			
-9.2; +5.5	-0.2; +0.2	900	90
Experimento sem CVT			

CONCLUSÕES

Por fim, pode-se dizer que, segundo as análises baseadas nas simulações numéricas descritas, a CVT exerce um papel fundamental no escoamento da CB, na formação de meandros e vórtices em maiores latitudes e sobre a cadeia. Entretanto a formação do VV não parece ser estritamente dependente da CVT e sim da estrutura topográfica na costa leste brasileira, ligada a plataforma continental. Mostra-se importante uma melhor compreensão da contribuição efetiva das outras feições, tanto isolada como conjuntamente, sobre o escoamento da CB.

REFERÊNCIAS

- BOYER, T.; LEVITUS, S.; GARCIA, H.; LOCARNINI, R. A.; STEPHENS, C.; ANTONOV, J. 2005: Objective analyses of annual, seasonal, and monthly temperature and salinity for the world ocean on a 0.25 degrees grid. *Int. J. Climatology*, 25(7), 931-945.
- CALADO, L. 2001: Dinâmica da formação dos meandros e vórtices da Corrente do Brasil ao largo do sudeste brasileiro. *Dissertação de Mestrado*, Universidade de São Paulo, São Paulo, 95 pp.
- COSTA, T. P. 2007: Existe um Vórtice de Vitória climatológico? *Monografia de Graduação*, Universidade de São Paulo, São Paulo, 62 pp.
- SCHMID, C. H.; SCHAFER, H.; PODESTA, G.; ZENK, W., 1995: The Vitória Eddy and its relation to the Brazil Current. *Journal of Physical Oceanography*, 25(11), 2532-2546.
- SHCHEPOTKIN, A. F.; MCWILLIAMS, J. C. 2003: A method for computing horizontal pressure gradient force in an oceanic model with a nonaligned vertical coordinate. *Journal of Geophysical Research*, 108(C3), 3090.
- SILVEIRA, I. C. A.; RIBEIRO, E. O.; MATTOS, R. A.; FERNANDES, F. P. A.; LIMA, J. M. L. 2006: Mesoscale Brazil Current Patterns between 18°-22° S. *Ocean Sciences Meeting 2006*, AGU/ASLO/IAPSO/TOS, Honolulu, OS45N-12.
- SOUTELINO, R. G. 2008: A origem da Corrente do Brasil. *Dissertação de Mestrado*, Universidade de São Paulo, São Paulo, 101 pp.