

**EFEITO DO VENTO SOBRE A CORRENTE COSTEIRA DO BRASIL ESTIMADO
ATRAVÉS DE DADOS DE REANÁLISE E DO DESLOCAMENTO DE UM DERIVADOR
DE SUPERFÍCIE**

Rose Ane Pereira de FREITAS¹, Ronald Buss de SOUZA¹, Marcelo de Freitas SANTINI¹, Daniel
Caetano SANTOS²

¹Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - CRS/INPE, Santa Maria - RS.

²Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria - RS.

rose.freitas@crs.inpe.br

RESUMO

O estudo dos efeitos das massas d'água transportadas pela Corrente Costeira do Brasil (CCB) sobre a atmosfera e os efeitos do vento sobre a modulação da CCB são muito importantes objetos de estudo. Baseado nisto, este trabalho visa estudar os efeitos do vento na modulação da CCB durante o período entre 20 de junho a 24 de julho de 2012 como parte dos projetos ACEX/SIMTECO. Para as análises utilizou-se o método da correlação cruzada com defasagem de tempo (*lag*) a partir de dados de vento de reanálise NCEP/NCAR e dados de um derivador de superfície lançado na CCB a partir do Navio Hidro-Oceanográfico (NHOc.) Cruzeiro do Sul. Como resultados inéditos tem-se que a componente meridional do vento está relacionada com velocidade meridional da Corrente Costeira do Brasil com uma defasagem de tempo de 3 dias enquanto que a componente zonal do vento parece não influir muito no deslocamento zonal da corrente.

ABSTRACT

The study of the effects of water masses transported by Brazil Coastal Current (CCB) on the atmosphere and the effects of wind on the modulation of CCB are very important objects of study. The objective of this is to report on observed effects of wind on the modulation of CCB during the period from 20 June to July 24, 2012 as part of ACEX/SIMTECO projects. For the analyses we used the method of cross-correlation with lag time from wind data of atmospheric NCEP Reanalysis dataset and surface ocean data collected by a drifters launched in CCB by Hydro-Oceanographic vessel (NHOc.) Cruzeiro do Sul. These unpublished results show that the southern component of the wind speed is related with meridional component of CCB with a 3 days lag. But the wind zonal component is not well related with current zonal component.

1. INTRODUÇÃO

A necessidade de um melhor entendimento e previsão do tempo e clima da região sul do Brasil assim como seus efeitos na região costeira do estado do Rio Grande do Sul (RS) são as motivações dos projetos SIMTECO (Sistema Integrado de Monitoramento do Tempo, do Clima e do Oceano na Região Sul do Brasil) e ACEX (Estudo observacional e numérico dos fluxos de calor, momentum e CO₂ na interface oceano-atmosfera do Oceano Atlântico Sul - *Atlantic Ocean Carbon Experiment*). Dentre alguns dos objetivos comuns aos dois projetos, o estudo dos efeitos das massas d'água transportadas pela Corrente Costeira do Brasil (CCB) sobre a atmosfera é um dos mais importantes. Por outro lado, os efeitos do vento sobre a modulação da CCB é objeto de grande interesse de estudo, uma vez que essa corrente é derivada de uma intrusão para norte das águas do Rio da Prata, chamadas de “Pluma do Rio da Prata (PPW)”, na Argentina, sob os efeitos da forçante vento na direção do quadrante sul. Essas águas ocupam inteiramente a costa do RS no inverno, sendo extremamente mais frias e menos salinas do que as águas transportadas pela Corrente do Brasil (CB). Ao contrário da CB que flui para sul em águas profundas da costa brasileira, a CCB flui para a direção nordeste sobre a plataforma continental (Souza e Robinson, 2004; Möller et al., 2008).

A extensão do transporte e o limite de ocorrência da CCB dependem principalmente, do regime de ventos (ventos do quadrante sul empurram a corrente mais para norte) e da descarga do Rio da Prata. Campos et al. (1996) foram os pioneiros a usar dados de temperatura da superfície do mar (TSM) para descrever a presença da CCB na costa do RS no inverno, e utilizar a sua típica assinatura de baixa TSM para avaliar sua penetração sobre a região sudeste do Brasil. Outras medidas diretas sobre a CCB foram realizadas por Zavialov et al. (2002) e Stevenson et al. (1998). Valores típicos de velocidade de corrente estão entre 10 cm.s⁻¹ e 50 cm.s⁻¹.

Utilizando dados de um derivador de superfície lançado na CCB no dia 20 de junho de 2012 a partir do Navio Hidro-Oceanográfico (NHOc.) Cruzeiro do Sul, e de dados de vento de reanálise, esse trabalho visa estudar os efeitos do vento na modulação da CCB durante o Período entre 20 de junho e 24 de julho de 2012.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos através de um derivador de superfície tipo LCD (*Low Cost Drifter*) pertencente ao projeto MONDO da empresa ProOceano (Rio de Janeiro) lançado na isóbata de 60 m na posição 33,63 °S, 52.16° W. O derivador foi lançado com o intuito de medir as propriedades lagrangeanas da CCB. O instrumento é acoplado a uma parcela de água na profundidade de 15 m através de uma vela tipo “meia furada” de acordo com o padrão internacional

definido pelo programa WOCE (*World Ocean Circulation Experiment*). O derivador envia dados de localização (coletados via GPS) e de TSM em tempo quase real à ProOceano através do sistema IRIDIUM, sendo disponibilizados livremente via portal internet do projeto MONDO através do site <<http://www.prooceano.com.br/prooceano/projetos/acex/derivadores.php>>. Como a posição do derivador na CCB é função do tempo, a partir das séries de tempo de posição versus tempo pode-se facilmente calcular as componentes zonal e meridional da CCB à qual o derivador está acoplado.

Os dados de vento na superfície do mar foram obtidos através do projeto Reanálise 1 do *National Centers for Environment Prediction* e o *National Center for Atmospheric Research* (NCEP/NCAR - Kalnay, et al., 1996) disponíveis na resolução espacial de 2,5° por 2,5° de latitude/longitude e temporal de 6 h no site <<http://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.ncep.reanalysis.html>>. Para esse estudo, utilizaram-se dados de vento meridional e zonal em superfície durante o período de deslocamento do derivador entre os dias 20 de junho a 24 de julho de 2012 mais próximos possível em tempo e espaço com os dados de velocidade zonal e meridional de corrente medidos pelo derivador no período desse estudo.

Para analisar os efeitos das componentes meridional e zonal do vento sobre as respectivas componentes (meridional e zonal) da velocidade de corrente utilizou-se o método da correlação cruzada com defasagem de tempo (*lag*). Esta análise determina o coeficiente de correlação entre as respectivas séries de dados e permite a identificação do tempo de resposta da corrente oceânica superficial frente a atuação do campo de vento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra a trajetória do derivador sobre a plataforma continental sul do Brasil em uma imagem de satélite de TSM média mensal para junho de 2012. Nota-se claramente que o derivador manteve-se dentro da CCB, expressa por um campo com TSM menor que 20 °C. Acima desse limite estão as águas transportadas pela CB no oceano profundo.

É observado um deslocamento meridional com magnitudes bem superiores ao deslocamento zonal, a trajetória do derivador tem comportamento estável na maior parte do tempo. A Figura 1b apresenta a direção do vento obtido através de dados do NCEP/NCAR ao longo da trajetória do derivador. Ao compararmos as figuras fica claro que a direção e intensidade do vento influenciam o deslocamento do derivador.

A Figura 2 apresenta as séries de tempo das componentes meridional e zonal do vento e da corrente no período desse estudo. Nessa figura pode-se notar a tendência positiva na série de tempo da componente meridional da velocidade de corrente, comprovando de seu deslocamento para norte durante o período. Na maior parte dos casos as componentes zonal e meridional do vento e corrente

parecem estar em fase, o que significa que quando o vento sopra de sul a corrente desloca-se para norte e vice-versa. O ciclo diurno também aparece fortemente representado tanto nas séries de tempo de vento como da corrente nas duas componentes.

Através da análise de correlação cruzada entre as séries de tempo das componentes zonal e meridional de vento versus corrente, estimou-se a máxima correlação entre esses dados e o respectivo retardo de tempo entre a ação do vento e o impacto na corrente (Tabela 1). Nota-se que a maior correlação foi encontrada para a componente meridional do vento com lag de 3 dias. Para as componentes zonal de vento e corrente não foram encontradas correlações significativas entre as séries de dados.

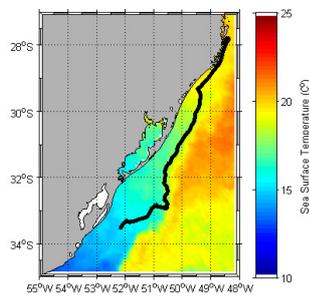


Figura 1 - Trajetória percorrida pelo derivador na CCB durante o período de 20 de junho de 2012 a 23 de julho de 2012 (linha preta) sobreposta a uma imagem de TSM do sensor MODIS média mensal para junho de 2012.

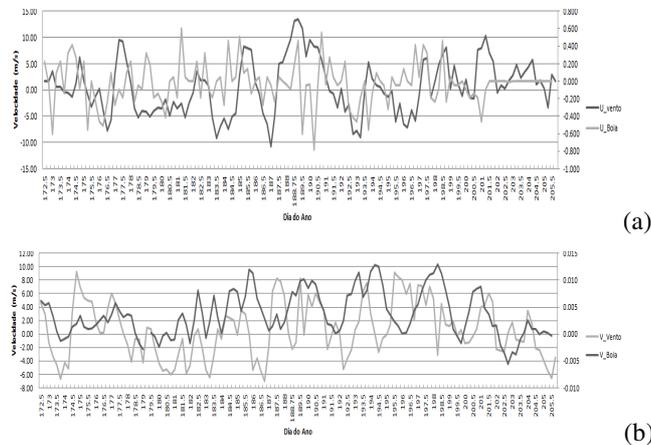


Figura 2 – Séries de tempo das componentes (a) zonal e (b) meridional da intensidade do vento e da corrente entre 20 de junho e 24 de julho de 2012.

Tabela 1 – Coeficientes de correlação cruzada e defasagem de tempo (*lag*) entre as componentes zonal e meridional de vento e corrente.

<i>Lag</i>	componente zonal	componente meridional
0	0,03	0,27
1	-0,03	0,14
2	0,15	0,20
3	0,20	0,45
4	0,19	0,26

4.CONCLUSÕES

Como a CCB é uma corrente com predominância de deslocamento meridional e com forte relação com o vento do quadrante sul (Möller et al., 2008), comprovamos que variações na componente meridional do vento influenciavam mais a CCB. Concluiu-se que a componente meridional da CCB está melhor relacionada a componente meridional do vento para um lag de 3 dias. A componente zonal do vento não tem significativa influência sobre o deslocamento zonal da corrente. Esse trabalho, no entanto, é inédito no sentido de demonstrar a sensibilidade da componente meridional da CCB frente ao vento meridional é mais bem correlacionada para um lag de 3 dias.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa PCI/INPE/CNPq pela bolsa de estudo ao primeiro autor, aos projetos ACEX (CNPq) e SIMTECO (FINEP). Agradecemos também a inestimável ajuda do comandante e tripulação do NHOc. Cruzeiro do Sul durante a realização do experimento ACEX/SIMTECO para o lançamento do derivador utilizado aqui. Da mesma forma agradecemos à empresa ProOceano pela disponibilização do derivador do projeto MONDO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, E. J. D. et al. Penetration of waters from the Brazil-Malvinas Confluence region along the South American Continental Shelf up to 23°S. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 68(Supl. 1): 49-58, 1996.
- KALNAY, E, et al. NCAR 40-year reanalysis project. *Bulletin of the American Meteorological Society*, v.77, n.3, p.437-471, 1996.
- MÖLLER, O. O. JR. et al. The effects of river discharge and seasonal winds on the shelf off southeastern South America. *Continental Shelf Research*. doi: 10.1016/j.crs.2008.03.012, 2008.
- SOUZA, R. B.; ROBINSON, I. S. Satellite and Langrangean Observations of the Brazilian Coastal Current. *Continental Shelf Research*, 24:241-262, 2004.
- STEVENSON, M. R. et al. How do cold water biota arrive in a tropical bay near Rio de Janeiro, Brazil? *Continental Shelf Research*, 18:1,595-1,612, 1998.
- ZAVIALOV, P.; MÖLLER JR. O.; CAMPOS, E. First direct measurements of currents on the continental shelf of Southern Brazil. *Continental Shelf Research*, 22:1975-1986, 2002.