

COMPARAÇÃO DE ESTIMATIVAS DE FLUXOS DE CALOR NO OCEANO ATLÂNTICO SUDOESTE ORIUNDAS DE DADOS OBSERVACIONAIS, DE MODELO E DO PROJETO OAFLUX

Fernando Rossato^{1, 2}, *Diogo Alessandro Arsego*^{1, 2}, *Marcelo Freitas Santini*² & *Ronald Buss de Souza*²

¹ Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) – CEP: 97105-900

² Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CRS/INPE) – CEP: 97105-970
e-mail: rossato.fernando@hotmail.com, diogo.arsego@gmail.com, santini.marcelo@gmail.com, ronald@dsr.inpe.br

RESUMO

A Confluência Brasil-Malvinas (CBM) é a região de encontro entre as águas quentes da CB e frias CM. Essa região é uma das mais energéticas do oceano devido os fortes gradientes de TSM e alta variabilidade oceânica de mesoescala. O objetivo deste trabalho é comparar as estimativas de fluxo de calor latente e sensível de dados tomados *in situ* com os do modelo ETA e do projeto OAFlux (*Objectively Analyzed Air-Sea Fluxes*). Os resultados demonstram que os fluxos do modelo são próximos àqueles estimados pelos dados observacionais na região da CBM assim como os comparados com estimativas do projeto OAFlux.

INTRODUÇÃO

Como parte integrante do Programa Antártico Brasileiro (PROANTAR), o programa INTERCONF visa estudar a interação oceano-atmosfera na região da CBM, localizada na região sudoeste do Oceano Atlântico. Desde 2004 são realizadas coletas de dados utilizando radiossondas e perfiladores oceânicos do tipo XBTs na descida em direção a Antártica nos meses de outubro ou novembro de cada ano com o Navio de Apoio Oceanográfico (NApOc.). A CBM é a região de frente oceanográfica onde ocorre o encontro entre as águas quentes e salinas da Corrente do Brasil (CB), de origem tropical, e as águas frias e menos salinas da Corrente das Malvinas (CM), de origem subantártica (Peterson e Stramma, 1991). A interação entre essas duas massas de águas distintas e a atmosfera pode ser descrita através da representação dos fluxos de calor latente e sensível entre o oceano e a atmosfera. Considerada uma das regiões mais enérgicas do oceano global, próxima dos 40° S, a CBM tem um papel importante na modulação do tempo e clima das regiões sul e sudeste do Brasil (Pezzi e Souza, 2009).

Poucos estudos têm abordado a importância de estudar a interação oceano-atmosfera na região da CBM. Os resultados demonstrados por Pezzi et al. (2005, 2009), Acevedo et al. (2010) e Arsego (2012) indicam que sobre as águas quentes da CB ocorre um maior fluxo de calor e umidade para atmosfera, acarretando um maior transporte de energia. No lado frio da frente temos uma camada limite atmosférica (CLA) mais estável e valores mais baixos de fluxos de calor do oceano para a atmosfera, podendo ser até negativos. O Objetivo deste trabalho é analisar e comparar as estimativas dos fluxos de calor latente e sensível derivados de dados tomados *in situ* na região da CBM pelo projeto INTERCONF com simulados pelo modelo regional ETA do CPTEC/INPE e estimados a partir do projeto OAFlux (*Objectively Analyzed Air-Sea Fluxes*).

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizando os dados meteorológicos e oceanográficos coletados pelo INTERCONF a bordo do NApOc. Ary Rongel entre os dias 14 e 17 de abril de 2011 durante a Operação Antártica XXIX, os fluxos de calor latente e sensível foram estimados seguindo o esquema proposto por Fairall et al. (1996), utilizando os dados de umidade do ar, velocidade do vento, temperatura do ar e TSM.

Apesar do esquema de parametrização proposto por Fairall et al. (1996) ter sido elaborado para as estimativas de fluxos de calor no Pacífico Equatorial, ele vem sendo utilizado

em trabalhos recentes na região da CBM (Pezzi et al., 2005, 2009; Acevedo et al., 2010).

O fluxo de calor sensível está associado à transferência mecânica de energia por condução entre dois corpos a diferentes temperaturas, enquanto que o fluxo de calor latente está associado à mudança de fase de uma substância. O calor sensível (Q_S) e o calor latente (Q_L) são estimados por:

$$Q_S = \rho C_p C_h U (\theta_{ar} - TSM)$$
$$Q_L = \rho L_e C_e U (q_s - q_{ar})$$

Onde C_h , C_e , e C_p são, respectivamente, os coeficientes de transferência de calor, umidade e momento, θ_{ar} é a temperatura potencial do ar, q_s é a umidade específica ao nível do mar, q_{ar} é a umidade específica no nível de 10 metros, TSM é a temperatura da superfície do mar (temperatura de balde) e U é a velocidade média do vento na superfície do mar.

Os dados observacionais foram tomados ao longo de um perfil no oceano entre as latitudes de 35° S e 45° S e as estimativas provenientes desse transecto foram comparadas para a mesma época e local com aquelas oriundas das simulações do modelo regional ETA e com as estimativas do projeto OAFflux.

O modelo regional ETA possui uma resolução de 20 km. O perfil proveniente das estimativas de fluxo de calor do modelo ETA ao longo da região da CBM amostra ambos os lados da frente oceanográfica e os dados foram tomados para as mesmas latitudes percorridas pelo navio ao longo da longitude de 53° W, que coincide com a longitude média do perfil observacional. Já os dados do projeto OAFflux possuem uma resolução espacial de 1° e uma resolução temporal de 1 dia e, neste trabalho, são representados por dez pontos escolhidos mais próximos dos dados *in situ*. Os dados estão disponíveis gratuitamente no endereço eletrônico <<http://oafux.whoi.edu>>.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos (Figura 1) demonstram que, para o período de 14 a 17 de abril de 2011 na região da CBM, os fluxos de calor sensível e latente do modelo regional ETA são próximos àqueles estimados através dos dados observacionais somente sobre a região onde ocorre o máximo gradiente de TSM entre a CB e a CM (entre 37° S e 41° S). Sobre as águas da CM, o modelo superestimou em cerca de 100 W/m² os valores de calor latente e 80 W/m² os de calor sensível. Já no lado quente da CBM, o modelo superestimou em cerca de 175 W/m² os valores de calor latente e 60 W/m² os de calor sensível.

Comparando os fluxos de calor latente e sensível estimados pelo projeto OAFflux e os dados observacionais, os resultados dos dados *in situ* são acompanhados de forma satisfatória pelos dados estimados pelo projeto, principalmente os dados de fluxo de calor sensível, e com pequena subestimação dos fluxos de calor latente, revelando assim uma boa confiabilidade dos dados derivados do projeto.

CONCLUSÃO

A comparação entre valores estimados de fluxos de calor latente e sensível *in situ* e obtidos por outras duas bases de dados diferentes tem por objetivo avaliar os valores encontrados. O modelo ETA conseguiu prever valores próximos na região da frente oceanográfica entre a CB e a CM, e superestimou sobre as águas da CB e da CM, já o projeto OAFflux obteve resultados mais satisfatórios, principalmente nos fluxos de calor sensível. Diferenças entre os fluxos de calor estimados por dados observacionais e por modelos podem ser explicadas pela diferença temporal entre as estimativas e também pelo efeito da mesoescala no oceano.

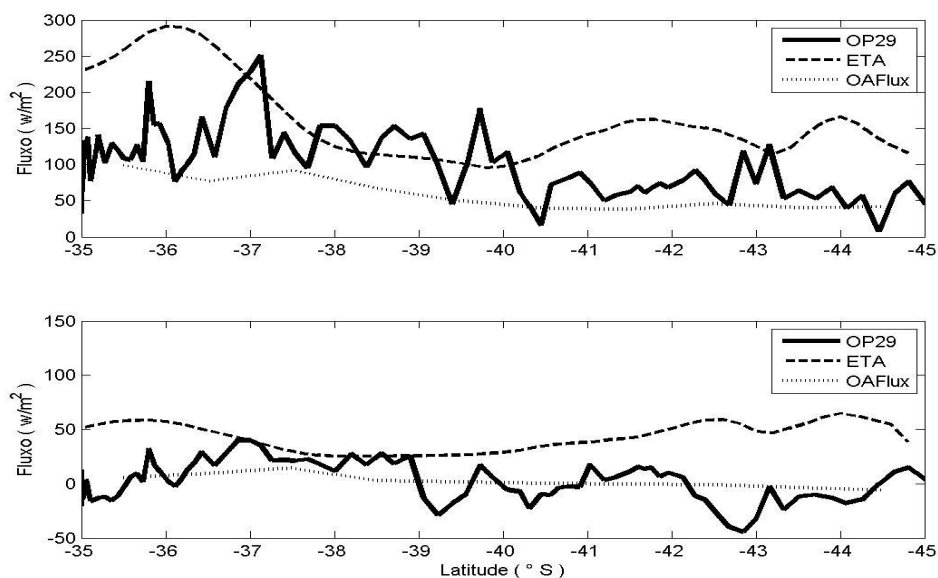


Figura 1. Fluxos de calor latente (acima) e sensível (abaixo) estimados com dados da Operação Antártica 29 no período entre 14 e 17 de abril de 2011 e comparados com saídas do Modelo ETA e OAFIux na região da CBM.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, O. C.; PEZZI, L. P.; SOUZA, R. B.; ANABOR, V.; DEGRAZIA, G. A. 2010. Atmospheric Boundary Layer Adjustment to the Synoptic Cycle at the Brazil-Malvinas Confluence, South Atlantic Ocean. *Journal of Geophysical Research*, 115, D22107, doi: 10.1029/2009JD013785.
- ARSEGO, D. Fluxos de Calor e Transferência de Energia Calorífica entre o Oceano e a Atmosfera sobre Estruturas Oceânicas de Mesoescala no Atlântico Sul. 2012. 96 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.
- FAIRALL, C. W.; BRADLEY, E. F.; ROGERS, D. P. EDSON, J. B.; YOUNG, G. S. 1996. Bulk parameterization of air-sea fluxes for Tropical Ocean-Global Atmosphere Coupled-Ocean Atmosphere Response Experiment. *Journal of Geophysical Research*, 101, 3747-3764.
- PETERSON, R. G.; STRAMMA, L. Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean. *Progress in Oceanography*, v. 26, p. 1-73. 1991.
- PEZZI, L. P.; SOUZA, R. B.; DOURADO, M. S.; GARCIA, A. E.; MATA, M. M. Ocean-atmosphere *in situ* observations at the brazil-malvinas confluence region. *Geophysical Research Letters*, v. 32. 2005.
- PEZZI, L. P.; SOUZA, R. B.; ACEVEDO, O. C.; WAINER, I; MATA, M.; GARCIA, C. A. E.; CAMARGO, R. 2009. Multi-year Measurements of the Oceanic and Atmospheric Boundary Layers at the Brazil-Malvinas Confluence Region. *Journal of Geophysical Research*, 114, D19103, doi: 10.1029/ 2008JD011379.
- PEZZI, L. P.; SOUZA, R. B. Variabilidade de mesoescala e interação oceano-atmosfera no Atlântico Sudoeste. In: CAVALCANTI et al. *Tempo e Clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. p. 385-405.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de estudo ao primeiro autor, a tripulação do NApOc Ary Rongel pela inestimável ajuda durante a fase de coleta de dados e o apoio financeiro do CNPq/PROANTAR aos projetos SOS-Climate e INCT da Criosfera (704222/2009).