

CINEMÁTICA DA CORRENTE SUL ATLÂNTICA A PARTIR DE DERIVADORES LAGRANGIANOS

Moura, R.¹; Marone, E.¹; Souza, R.B.²

¹Universidade Federal do Paraná/UFPR – Centro de Estudos do Mar/CEM, refisica@gmail.com

²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE – Centro Regional Sul/CRS

RESUMO

Utilizou-se 1442 séries de dados de 996 derivadores oriundos de seis bancos de dados públicos com o objetivo de decompor e estimar o campo de velocidade da Corrente Sul Atlântica. Os dados foram tratados segundo a teoria da Taylor apresentada por Schäfer & Krauss (1995). São apresentados e discutidos o mapa do campo de velocidade para a região de estudo (30° a 50°S e 65°W a 5°E), bem como, os valores da intensidade média de corrente e desvio padrão médio. Conclui-se que a CSA é composta por um sistema que contém um eixo principal e dois ramos, norte e sul; e apresenta padrão de escoamento com característica meandrante e alta variabilidade nas regiões onde há interação desta com outras correntes e feições de meso-escala.

Palavras chave: Circulação oceânica, derivadores lagrangianos, Corrente Sul Atlântica.

INTRODUÇÃO

A tecnologia de posicionamento por satélites, no início dos anos 70, permitiu monitorar a posição dos derivadores de superfície em qualquer parte do oceano em intervalos de tempo relativamente curtos e, conseqüentemente o estudo da circulação global (Lumpkin & Pazos, 2007). Os derivadores superficiais fornecem medidas de corrente e temperatura da superfície do mar e tornaram-se uma ótima ferramenta para observar processos dinâmicos. Suas trajetórias lagrangianas são dispostas em caixas ou *bins* com o propósito de gerar mapas do campo de velocidade de corrente (Lumpkin, 2003). Vários autores já utilizaram dados oriundos de bóias para descrever a variabilidade de larga escala no Hemisfério Sul ou a variabilidade de meso-escala na região da CBM. Entretanto, novos dados oriundos de vários programas internacionais e nacionais para o Oceano Atlântico Sudoeste ainda não foram utilizados para uma descrição mais detalhada das correntes marinhas na região sul do Oceano Atlântico Sul.

A proposta deste trabalho é decompor e estimar o campo de velocidade da Corrente Sul Atlântica (CSA) em todo o seu eixo zonal, da costa sul-americana à costa sul-africana e sua interação com outras correntes do Oceano Atlântico Sul (OAS). Assim, a região de estudo foi delimitada entre as latitudes de 30° a 50°S e 65°W a 5°E, abrangendo a parte sul do Giro Subtropical, no OAS.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização deste trabalho foram utilizadas 1442 séries de dados de 996 derivadores oriundos de seis bancos de dados nacionais e internacionais, sendo todos os derivadores utilizados do tipo WOCE/TOGA (Sybrandy *et al.*, 1992). Com o intuito de minimizar possíveis erros e garantir a qualidade dos dados, utilizou-se a metodologia de teste de qualidade dos dados proposta por Hansen & Poulain (1996). Os dados foram interpolados pelo método de interpolação cúbica com intervalo de 6 horas e passaram por filtro passa-baixa para remoção de alta frequência. Feito isso, foram separados em grades geográficas de 0,5 x 0,5 graus de latitude e longitude obedecendo aos critérios que devem ser satisfeitos para que o escoamento possa ser considerado homogêneo e estacionário de acordo com a teoria de Taylor (Oliveira, 2008; Schäfer & Krauss, 1995). As informações contidas nas caixas são consideradas medidas independentes se elas resultam de diferentes bóias ou da mesma bóia, desde que essa bóia permaneça na célula mais do que uma escala integral temporal lagrangiana (Fratantoni, 2001). Os dados foram tratados para o conjunto do período. Desta forma, os resultados encontrados referem-se ao período global, e não às variações sazonais.

Seja a série temporal das posições $x_i = x(t_i)$, dada por uma distribuição temporalmente não uniforme, as velocidades zonal (u_i) e meridional (v_i) entre os pontos consecutivos (i e $i+1$)

são dadas por: $u_i = \frac{x_{i+1} - x_i}{t_{i+1} - t_i}$ e $v_i = \frac{y_{i+1} - y_i}{t_{i+1} - t_i}$ (Eq. 1)

E as velocidades médias zonal \bar{u} e meridional \bar{v} são estimadas por:

$$\bar{u} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N u_i \text{ e } \bar{v} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N v_i \text{ (eq. 2)}$$

onde N é o número de observações independentes contido na grade. Desta forma, a velocidade média de corrente (\bar{V}) e o desvio padrão médio ($Std.$) podem ser determinados por:

$$\bar{V} = \sqrt{\bar{u}^2 + \bar{v}^2} \text{ e } Std = \left(\frac{\sum V^2 - (\sum \bar{V})^2 / N}{N-1} \right)^{1/2} \text{ (eq. 3)}$$

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com intuito de aprimorar a discussão e exposição dos resultados, a área de estudo foi dividida em setores que englobam as principais regiões do OAS. A Fig. 1 apresenta os setores, bem como o campo de velocidade de corrente. O setor CM engloba o escoamento da Corrente das Malvinas; o setor CB, a Corrente do Brasil e sua extensão; o setor CBM engloba a Confluência Brasil-Malvinas; o setor CSA a Corrente Sul Atlântica até a longitude de 20°W, aproximadamente; e a região onde a Frente Polar encontra-se com a Frente Sub-Antártica foi denominada FR.

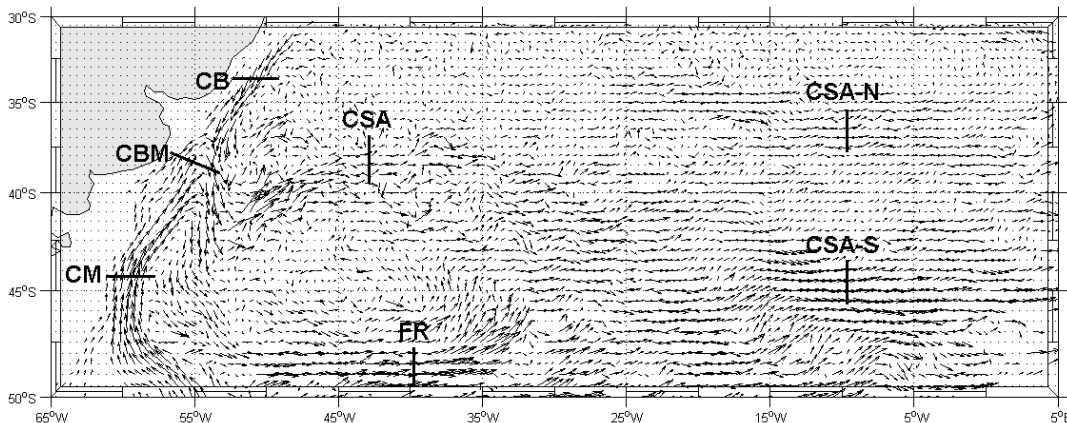


Figura 1: Setores representativos das principais regiões discutidas no trabalho referenciadas aproximadamente por: Corrente do Brasil (CB), Corrente das Malvinas (CM), Confluência Brasil-Malvinas (CBM), Corrente Sul Atlântica (CSA), Frente Polar e Frente Sub-Antártica (FR), Ramo norte da CSA (CSA-N) e Ramo sul da CSA (CSA-S).

Foram identificados dois ramos, norte e sul, da Corrente Sul Atlântica, aqui denominados CSA-N (Ramo Norte da CSA) e CSA-S (Ramo Sul da CSA). A Tab. 1 apresenta os valores mínimos, médios e máximos da intensidade média de corrente \bar{V} e desvio padrão médio ($Std.$)

O maior valor de intensidade média de corrente (\bar{V}) encontrado foi no setor CM. Outra região que apresenta alto valor de \bar{V} é o setor FR, onde a FP gira e funde-se com a FSA, concordando com o observado por Oliveira (2008). Na região conhecida por *Zapiola Rise* a \bar{V} e o desvio padrão médio do campo de velocidade ficam em torno de 10 cm.s^{-1} , apresentando uma região de maior variabilidade. No setor da CSA, os maiores valores encontrados podem estar relacionados às estruturas de meso-escala da CBM próximas da origem da CSA.

O escoamento médio no setor CSA-S apresenta valores próximos de 40 cm.s^{-1} , sendo o valor máximo encontrado igual a 80 cm.s^{-1} . Já os valores no setor da CSA-N, permanecem próximos de 20 cm.s^{-1} . A região entre os ramos da CSA apresenta valores baixos de \bar{V} (~ 10 – 15 cm.s^{-1}). Após a divisão da CSA em dois ramos, à leste de 20°W, o meandramento está possivelmente relacionado com os efeitos da Extensão das Agulhas, que pode ser considerada responsável, inclusive, pela divisão do eixo principal da CSA em dois ramos. Desta forma, o observado concorda com Richardson (2007). A CSA-N apresenta valores médios de \bar{V} que podem ser interpretados como uma estabilização da corrente. Entretanto, a CSA-S apresenta valores médios de \bar{V} que indicam um aporte de velocidade, provavelmente causado pela interação com a Corrente Circumpolar Antártica (CCA).

O desvio padrão médio do campo de velocidade pode ser utilizado para representar a variabilidade da circulação oceânica. A região com maior variabilidade é concentrada no setor da CBM, com valores da ordem de 45 cm.s^{-1} . O valor encontrado indica, conforme já observado por Chelton *et al.* (1990), que esta é uma das regiões de maior variabilidade e complexidade do oceano e, portanto, de mais alta energia turbulenta de meso-escala. O maior valor encontrado para o desvio padrão médio encontra-se na latitude média de 40°S e 54°W

aproximadamente, com valor de 64 cm.s^{-1} . Tal latitude foi identificada por Oliveira (2008) como sendo o jato de extensão da CB; e por Olson *et al.* (1988), que observaram o ponto de reversão da CB.

Setor	Latitude (°S)	Longitude (°W)	Intensidade média de corrente (cm.s^{-1})			Std. (cm.s^{-1})
			Mín.	Máx.	Méd.	
CM	36 – 50	61 – 53	1	100	41	11
CB	30 – 45	58 – 48	4	83	33	19
CBM	38 – 42	53 – 54	14	88	45	34
FR	47 – 50	45 – 35	9	95	50	25
CSA	35 – 45	50 – 20	1	98	26	15
CSA-N	33 – 39	20 – 0	1	54	20	11
CSA-S	39 – 46	20 – 0	4	80	38	14

Tabela 1: Valores da intensidade média de corrente \bar{V} e desvio padrão médio (Std) para os setores da área de estudo.

CONCLUSÕES

A CSA compõe o limite sul do Giro Subtropical no Oceano Atlântico Sul e possui forte interação com outras correntes como, por exemplo, a Corrente Circumpolar Antártica. O escoamento da CSA é de aproximadamente 30 cm.s^{-1} , possui os maiores valores em sua origem e decai na direção leste. É composta por um sistema que contém um eixo principal e dois ramos, norte e sul. A CSA-N alimenta a Corrente de Benguela e a CSA-S escoia à leste em direção ao Oceano Índico. O padrão de escoamento observado para a CSA apresenta característica meandrante e alta variabilidade nas regiões onde há interação desta com outras correntes e feições de meso-escala.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e ao INCT da Criosfera (704222/2009). Ao PROANTAR, CIRM e CNPq o apoio aos projetos SOS-Climate (520189/2006). Eduardo Marone agradece o suporte da CAPES (BEX 1186/10-8) para o ES no INOGS, Trieste, Itália.

REFERÊNCIAS

- CHELTON, D. B., SCHLAX, M. G., WITTER, D. L., RICHMANN, J. G. (1990). GEOSAT altimeter observations of the surface circulation of the Southern Ocean. *J. Geoph. Res.*, 95, p. 877–903.
- FRATANTONI, D. M. (2001). North Atlantic surface circulation during the 1990's observed with satellite-tracked drifters. *J. Geoph. Res.*, 106, p. 22.067 – 22.093.
- HANSEN, D.; POULAIN, P. M. (1996). Quality control and interpolation of WOCE/TOGA drifter data. *J. Atmos Oceanic Technol*, 13, p. 900 – 909.
- LUMPKIN, R. (2003). Decomposition of surface drifter observations in the Atlantic Ocean. *Geophysical Research Letters*, 30, n. 14, p. 1-4.
- LUMPKIN, R.; PAZOS, M. (2007). *Measuring surface currents with Surface Velocity Program drifters*. In: Mariano, A., Rossby, T., Kirwan, D. (eds), Lagrangian Analysis and Prediction of Coastal and Ocean Dynamics, ed. A, cap. 2, Cambridge Univ. Press, p. 39 – 67.
- OLIVEIRA, L. R. (2008). *Energética do Atlântico Sudoeste a partir de observações lagrangeanas e de simulações do Parallel Ocean Climate Model*. Tese de Doutorado (Oceanografia Física), FURG, Rio Grande.
- RICHARDSON, P. L. (2007). Agulhas leakage into the Atlantic estimated with subsurface floats and surface drifters. *Deep-Sea Research*, vol. 54, p. 1361–1389.
- SCHÄFER, H., KRAUSS, W. (1995). Eddy statistics in the South Atlantic as derived from drifters drogued at 100m. *Journal of Marine Research*, vol. 53, p. 403-431.
- SYBRANDY, A. L.; NIILER, P.; SOMBARDIER, L. (1992). Technical Improvements to the WOCE/TOGA Lagrangian Drifter. *Proceedings Of Oceans*, vol. 92, p. 718 – 721.