

COMPARAÇÕES ENTRE VELOCIDADES *IN-SITU* E CALCULADAS A PARTIR DE IMAGENS SEQUENCIAIS DE SATÉLITES NA REGIÃO DA CONFLUÊNCIA BRASIL-MALVINAS

Neves¹, A. A. S. ;Lerebourg², C. J-Y & Garcia³, C. A. E.

Laboratório de Oceanografia Física, Departamento de Física, Fundação Universidade Federal do Rio Grande, Av. Itália Km 8, Rio Grande, RS, 96201-900, Brasil (¹ocesepp@furg.br, ²dfschris@furg.br, ³dfsgar@furg.br)

Palavras Chave: (Máxima Correlação Cruzada, Velocidades superficiais, Confluência Brasil Malvinas)

Introdução

No Atlântico Sul Ocidental, aproximadamente a 38° S, está um dos mais complexos sistemas de circulação oceânica do mundo, a Confluência Brasil-Malvinas (CBM). Este sistema é caracterizado pelo encontro da Corrente do Brasil (CB) com a Corrente das Malvinas (CM). A CB caracteriza-se por ser uma corrente bastante salina, quente e relativamente fraca, quando comparada com as demais correntes de contorno oeste, enquanto que a CM é uma corrente menos salgada, fria e relativamente forte, com origem no giro da Corrente Circumpolar Antártica. A variabilidade da intensidade da CM (ou da CB) pode induzir variações na posição média da CBM, afetando portanto o sistema de transporte de massa, propriedades e calor no Atlântico Sul Ocidental. O estudo de variabilidade das correntes superficiais geralmente é feita através do lançamento de derivadores no oceano. Outra possibilidade é o uso de imagens sequenciais para a determinação do campo superficial de correntes.

No caso de se utilizar imagens sequenciais de satélites, há necessidade da presença de um traçador passivo na água do mar, ou pelo menos que o tempo decorrido entre as duas imagens seja suficientemente curto para que processos difusivos, fontes e/ou sumidouros sejam insignificantes quando comparados com a advecção do traçador pela água do mar. Um dos possíveis traçadores é a concentração superficial de clorofila-a nos oceanos, quando o intervalo de tempo é da ordem de 24 horas.

O objetivo deste trabalho é apresentar resultados iniciais da aplicação do método da Máxima Correlação Cruzada (MCC) na região da Confluência Brasil-Malvinas a partir de imagens sequenciais de satélite. Este método que permite calcular as velocidades superficiais nos oceanos foi utilizado no passado usando a cor do oceano como traçador passivo (Garcia and Robinson, 1989). O método foi utilizado também na região da CBM, utilizando a radiação infravermelha emitida pela água do mar como traçador (Ghisolfi, 1995; Domingues *et al.*, 2000) As velocidades calculadas pelo MCC são comparadas, neste trabalho, às velocidades obtidas *in-situ* por derivadores de superfície.

Material e Métodos

Imagens de satélites e derivadores superficiais

Imagens do sensor SeaWiFS (Sea-viewing Wide Field-of-View Sensor), captadas pela estação de recepção de Rio Grande do Laboratório de Oceanografia Física da FURG, foram utilizadas neste trabalho. As imagens têm resolução de 1 km e expressam a concentração da clorofila-a superficial do oceano. O intervalo de tempo entre as imagens sequenciais é de 24 horas. A área geográfica sob investigação está localizada entre as latitudes 44° e 51° S e longitudes 56° e 62° W. A aplicação do método MCC nesta região está fundamentada na riqueza de textura observada nas imagens de concentração de clorofila-a, assim como na disponibilidade de dados de derivadores superficiais.

Os dados *in-situ* para avaliação dos resultados do MCC foram obtidos por bóias de deriva, disponíveis no site da Atlantic Oceanographic and Meteorological Laboratory (AOML). Estes dados foram previamente tratados (Hansen and Poulain, 1996) e interpolados, de forma que as velocidades diárias dos derivadores foram calculadas ao longo de 24 horas, coincidindo, portanto, com o intervalo de tempo entre as imagens sequenciais.

O método da Máxima Correlação Cruzada (MCC)

O método fundamenta-se na determinação do deslocamento de feições presentes nas duas imagens sequenciais. Ele consiste em calcular a correlação cruzada máxima entre uma subregião da primeira imagem (janela de procura) e outra subregião (janela de espera) da segunda imagem. Os tamanhos das janelas de espera e procura dependem das feições nas imagens, assim como o máximo de velocidade esperado na região. Neste trabalho, optou-se por usar uma janela de procura de 21 pixels e uma janela de espera de 71 pixels, o que limita a velocidade local em aproximadamente 30 cm/s para cada componente. Embora o método possa subestimar algumas velocidades na região, há compensação pela menor quantidade de vetores espúrios gerados e menor tempo de processamento. Não utilizamos nenhum filtro (Barton, 2001) após a aplicação do MCC nas imagens sequenciais SeaWiFS mas apenas desprezamos aqueles totalmente espúrios. Para a comparação entre as velocidades *in situ* e as calculadas pelo método MCC utilizou-se o critério de que somente vetores do MCC que estivessem no mínimo a 10 km da bóia poderiam ser comparados aos vetores das bóias.

Resultados e discussão

Neste trabalho foram feitas as comparações para sete pares de imagens sequenciais do ano de 2002 na região de estudo. Entretanto, somente para dois pares (341/342 e 358/359) houve a possibilidade de comparar as velocidades MCC com as velocidades das bóias. Estes pares representam os dias 7/8 de dezembro e 24/25 de dezembro, respectivamente. A figura 1 mostra o campo da velocidade MCC sobre a imagem do dia 24 de dezembro de 2002. Para os outros cinco pares, a excessiva nebulosidade associada à ausência de feições (textura) impediram as comparações.

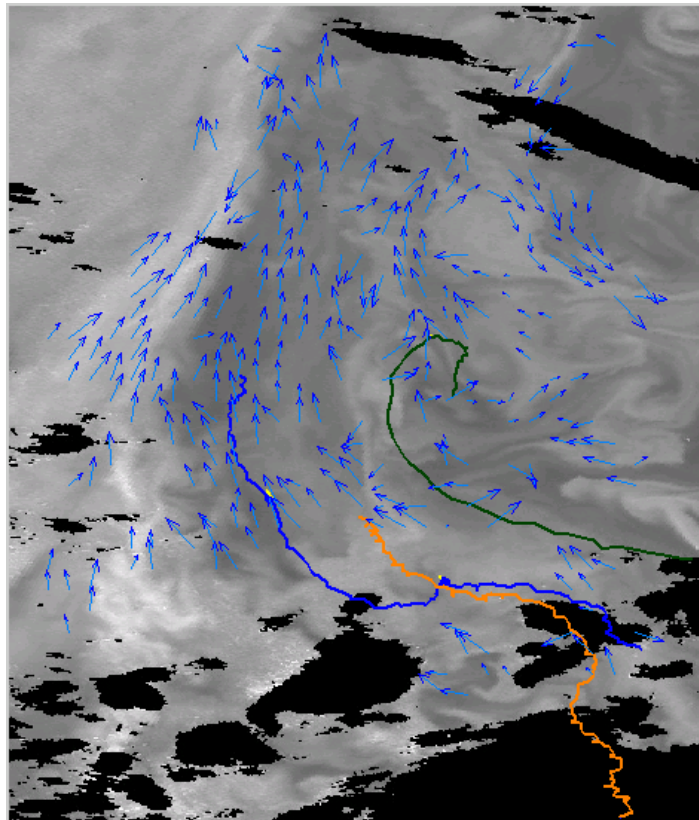


Figura 1. Imagem SeaWiFS (24//12/2002) da concentração superficial de clorofila-a. O campo de velocidade MCC (setas) e as trajetórias de 3 derivadores ao longo do mês de dezembro de 2002 estão sobrepostos na imagem SeaWiFS.

Os vetores MCC comparados com os vetores da única bóia do dia 341/342 e da primeira bóia do par 358/359 apresentaram resultados muito semelhantes aos obtidos *in situ* (Tabelas 1 e 2). O segundo vetor bóia do par 358/359 apresentou, tanto para u (componente zonal da velocidade) quanto para v (componente meridional da velocidade), valores bem diferentes das componentes do vetor MCC. Nesta região o MCC calculou velocidades até três vezes maiores que as obtidas pela bóia.

Par	$X_{bóia}$	X_{mcc}	$Y_{bóia}$	Y_{mcc}	$u_{bóia}$	u_{mcc}	$v_{bóia}$	v_{mcc}
341/342	496,06	497	552,23	557	-21,673	-30,193	-3,0086	-3,6232
358/359	256,63	257	488,84	497	-10,308	-9,6618	-27,423	-28,986
358/359	394,49	397	321,90	317	8,671	19,324	-8,2586	-24,155

Tabela 1. Comparações entre as componentes da velocidade da bóia e da velocidade pelo método MCC para os pares 341/342 e 358/359. X e Y determinam a origem do vetor, u e v são respectivamente as componentes O-L e S-N da velocidade V.

$u_{mcc} - u_{bóia}$	$v_{mcc} - v_{bóia}$	$V_{resultante\ bóia}$	$V_{resultante\ mcc}$
-8,52	-0,615	21,881	29,13
0,65	-1,563	29,296	29,28
10,65	-15,896	11,975	29,64

Tabela 2. Comparações entre as componentes das velocidades da bóia e do método MCC. V é a velocidade resultante.

Conclusões

Embora os resultados ainda sejam iniciais, o método MCC tem-se mostrado aplicável na região da CBM utilizando-se as imagens da cor do oceano. Alta nebulosidade, turbulência e falta de contraste nas imagens limitam o método MCC. Ficou claro que o contraste entre as feições é um ponto muito importante, mas que não deve ser levado como único critério para escolha do local de trabalho.

Referências

- Barton, I. J.(2001), Ocean currents from successive satellite images: the reciprocal technique, *J. Atmos. Oceanic Technol.*,19,1677-1689.
- Domingues, C. M.; Gonçalves, G. A. ; Ghisolfi R. D. ; Garcia, C. A. E. (2000), Advective surface velocities derived from sequencial infrared images in the Southwestern Atlantic Ocean, *Remote Sensing of Environment*, 73, 216-226.
- Donald V. Hansen and Pierre-Marie Poulain (1996). Quality control and interpolations of WOCE/TOGA drifter data, *J. Atmos. Oceanic Technol.*, **13**, 900-909.
- Garcia, C. A. E and I. S. Robinson (1989). Sea surface velocities in shallow seas extracted from sequential Coastal Zone Color Scanner satellite data, *J. Geophys. Res.*, 94(C12),12681-12691.
- Ghisolfi, R. D. (1995) Estimativas da Velocidade Superficial no Oceano Atlântico Sul Ocidental Utilizando Imagens Sequenciais do Satélite AVHRR/NOAA, Dissertação de Mestrado.

Agradecimentos

Este trabalho é desenvolvido dentro do escopo do projeto Rede 1 - GOAL (Grupo de Oceanografia de Altas Latitudes), financiado pelo MMA/CNPq/SECIRM, dentro do Programa Antártico Brasileiro (Proantar). Antonio S. S. Neves é bolsista de iniciação científica do CNPq/Proantar.