

## ANÁLISE DE DADOS DE CONTORNO OCEÂNICO

**Gouveia<sup>1</sup>, M. B.; Prado<sup>2</sup>, M. F.; Fagundes<sup>3</sup>, M.; Campos<sup>1</sup>, C. P.; Sutil<sup>1</sup>, A.S.**

<sup>1</sup>Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE

Avenida dos Astronautas, 1758 - São José dos Campos - SP - CEP 12245-970

<sup>2</sup>Programa de Pós Graduação em Física Ambiental - PGFA - UFMT

Avenida Fernando Correia, 2367 - Boa Esperança - MT - CEP 78060-900

<sup>3</sup>Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Avenida dos Portugueses, 1966 - Bacanga - MA - CEP 65080-805

*mainara.gouveia@inpe.br; marcosprado\_fisico@hotmail.com; mfagundes.ufma@gmail.com; oceano.paula@gmail.com; uesleisutil1@gmail.com*

### RESUMO

Os dados do SODA são usados como condição inicial e de contorno em simulações numéricas hidrodinâmicas. Estes dados são validados usando dados de sensoriamento remoto, como dados de SST, obtida pelo Advanced Very High Resolution Radiometer (AVHRR), do Pathfinder (NOAA). Este estudo revela as diferenças entre os dois SODA bases de dados reanálise. Dados AVHRR SST, de 1982 a 2007 são utilizados para apoiar estas análises na Plataforma Continental do Sudeste do Brasil.

Palavras chave: SODA, AVHRR, Simulações numéricas hidrodinâmica

### INTRODUÇÃO

Dados de reanálise são frequentemente utilizados como entrada em simulações numéricas de modelos hidrodinâmicos. Os principais conjuntos de dados de reanálise do *Simple Ocean Data Assimilation* (SODA) são compostos por dados de temperatura e salinidade, cujo perfil de distribuição está concentrado ao longo de rotas de navegação de hemisfério norte em regiões comercial ou de interesse militar. Os dados de reanálise do SODA são produzidos por um modelo de circulação geral do oceano com base no Programa Numérico Paralelo Oceânico (Smith et al., 1992), com uma média de  $0,25^{\circ} \times 0,4^{\circ}$  de resolução horizontal e 40 níveis verticais com espaçamentos de 10 metros. Para resolver o problema do aquecimento diurno, utiliza-se a mistura KPP (Parametrização de perfil-k - Large et al. 1994) para difusão vertical de *momentum*, calor e sal enquanto, para os processos laterais em escalas de subgrade, utiliza-se a mistura bi-harmônica. Para o cálculo do nível do mar é utilizada a equação da continuidade, válida para pequenas regiões do oceano (Dukowicz e Smith, 1994). A assimilação é realizada a cada dez dias, após uma análise incremental seguindo a metodologia de Bloom et al. (1996), onde é feita uma análise no tempo  $t$ , seguida por uma simulação de cinco dias. No quinto dia ocorre uma atualização de temperatura e salinidade. Em seguida, a simulação é repetida de tempos em tempos com correções gradativas a temperatura e salinidade. Isso mantém uma relação entre a componente geostrófica do fluxo e os campos de pressão e velocidade. Dessa forma, os campos médios são remapeados para um campo uniforme global de grade horizontal com resolução de  $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$  (Carton et al., 2000a, b).

Cada arquivo possui variáveis tridimensionais de temperatura, salinidade e componente zonal e meridional da velocidade e variáveis bidimensionais da altura do nível do mar e componentes zonal e meridional da velocidade integrada na vertical. Há algum tempo encontra-se disponível um grande número de produtos de TSM obtidos por sensoriamento remoto (Donlon et al., 2002). Um destes produtos é o gerado pelo projeto *Pathfinder* (NOAA), que disponibiliza

campos de TSM com 4 km de resolução espacial. Neste resumo são destacadas as diferenças entre os dados de reanálise da TSM de duas versões do SODA, descritas por Carton et al. (2000a, b). Estes dados foram também comparados com os dados projeto Pathfinder do AVHRR utilizando uma série temporal entre 1982 e 2007 para a região da Plataforma Continental do Atlântico Sudoeste (PCSE).

## OBJETIVO

Verificar as diferenças entre os dados das duas versões de reanálise do SODA com dados do Produto BSST do AVHRR, NOA.

## METODOLOGIA

Os dados oceânicos provenientes de reanálise do SODA, que são utilizados como condições iniciais e contorno laterais para as bordas abertas da grade em experimentos utilizando o modelo do ROMS, são um produto de assimilação que utiliza dados coletados por satélite, medidas de navios, estações, boias, e resultados de modelos. Neste trabalho foram utilizadas duas versões desse banco de dados: a 2.0.4 e a 2.2.4, disponíveis em <[http://apdrc.soest.hawaii.edu/dods/public\\_data/SODA](http://apdrc.soest.hawaii.edu/dods/public_data/SODA)>. Essa reanálise inclui um modelo oceânico baseado no *Parallel Ocean Program* (POP). Foram utilizadas saídas médias mensais, disponibilizadas com resolução horizontal uniforme de  $0,5^{\circ} \times 0,5^{\circ}$  e vertical em 40 níveis de profundidade, do período de janeiro de 1982 a dezembro de 2007. Foram calculadas as médias mensais climatológicas do período para os meses de janeiro a março, correspondentes ao verão, e de junho a agosto, referentes ao inverno. A diferença entre os campos climatológicas das duas versões SODA foi calculada para cada mês. Para verificar qual das versões melhor representa os campos superficiais de temperatura, foram usados dados de TSM estimados pelo sensor AVHRR, distribuída pelo *Physical Oceanography Distributed Archive Center* (PODAAC), pertencente ao *Jet Propulsion Laboratory* (JPL) da *National Aeronautics Space Administration* (NASA), por meio do sitio <<http://podaac.jpl.nasa.gov/>>. Foi utilizado o produto *Best Sea Surface Temperature* (BSST), que é submetido a um processo de interpolação, onde apenas pixels com menor contaminação por nuvens são considerados. Para esse processo de interpolação espacial é utilizado um algoritmo *Optimum Interpolation Sea Surface Temperature Version 2* (KILPATRICK et al., 2001). Foram adquiridas 312 imagens mensais com resolução espacial de 4 km, correspondentes ao período da série temporal analisada.

## RESULTADOS

Os campos de janeiro de 1982 das duas versões SODA foram plotados (Figura 1) para fazer uma análise inicial das diferenças apresentadas. É possível verificar que a versão 2.2.4 do SODA não representa corretamente a posição e a distribuição das principais feições de superfície que ocorrem na PCSE, tais como a ressurgência do Cabo Frio, o avanço próximo à costa em direção ao norte de águas frias próximo ao Cabo de Santa Marta (não mostrado), e a posição da CB ao longo da plataforma continental e talude.

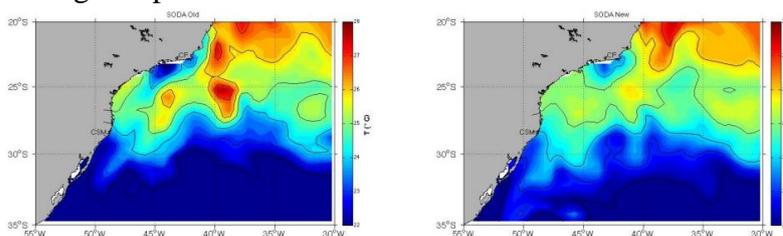


Figura 1. Mapa de média anual de TSM ( $^{\circ}\text{C}$ ), extraído do SODA 2.0.4 (esquerda) e do SODA 2.2.4 versão beta (direita).

O produto BSST do AVHRR representam as principais características superficiais da circulação da PCSE (Figura 2). Ao analisarmos as médias sazonais de verão nos meses de janeiro, fevereiro e março das duas versões do SODA, é possível notar que os dados do SODA 2.0.4 apresentam uma intensificação da ressurgência de Cabo Frio, quando comparado aos campos de TSM do AVHRR. O fato da incerteza das medidas de satélite próximas à costa por contaminação por nuvens, podem explicar essa diferença de TSM. Além disso, a base de dados utilizada para comparação BSST, utiliza pixels com menos contaminação, o que tende a reduzir os contrastes térmicos e a suavizar os gradientes, diminuindo o poder de detecção de feições oceanográficas caracterizadas por estes gradientes e subestimar a variabilidade espaço-temporal dos campos de TSM (KILPATRICK et al., 2001). Já a versão beta do SODA apresenta uma menor intensidade do núcleo de ressurgência. Desta forma, o SODA 2.0.4 representa melhor a climatologia de verão.

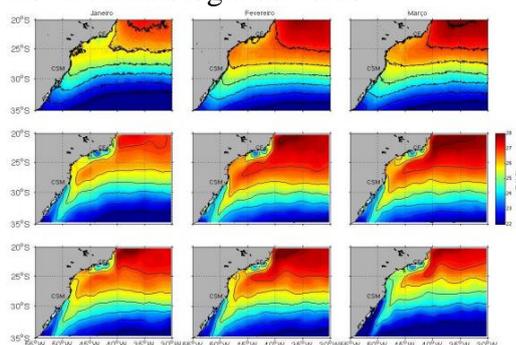


Figura 2. Média sazonal de TSM verão (janeiro a março) extraída do produto BSST do AVHRR (superior), do SODA versão 2.0.4 (centro) e do SODA versão beta 2.2.4 (inferior).

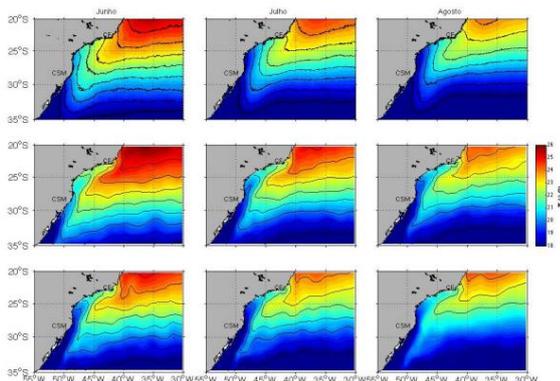


Figura 3. Média sazonal de TSM verão (junho a agosto) extraída do produto BSST do AVHRR (superior), do SODA versão 2.0.4 (centro) e do SODA versão beta 2.2.4 (inferior).

As médias sazonais de inverno do AVHRR (Figura 3) apresentam o fluxo para o norte das águas continentais frias ao norte do Cabo de Santa Marta. Os campos de temperatura superficial da versão 2.0.4 do SODA apresentam uma distribuição bastante similar à do AVHRR. Já o SODA versão 2.2.4 apresenta uma maior intrusão dessas águas frias, principalmente durante o mês de agosto. Também percebe-se diferenças na posição da CB ao longo da plataforma continental e talude.

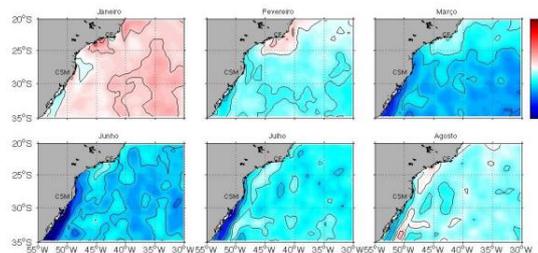


Figura 4. Diferença da média sazonal de verão (acima) e inverno (abaixo) do SODA 2.2.4 e do SODA 2.0.4

Na diferença entre as duas versões do SODA, a beta 2.2.4 e a versão 2.0.4 (Figura 4), é possível observar que o SODA 2.2.4 apresenta temperatura da superfície do mar mais altas principalmente nos meses de janeiro e fevereiro e na região de Cabo de Frio onde encontra-se a ressurgência. No mês de agosto foi o que menos interferiu na média climatológica, com fracas anomalias tanto positivas quanto negativas (+ - 0,5°C). Nota-se também que, esta versão possui uma anomalia negativa próximo à costa em direção ao norte de águas intrusas frias próximo ao Cabo de Santa Marta.

## CONCLUSÕES

Foi possível verificar que as médias de TSM dos meses de verão da base do SODA 2.0.4 melhor representaram a variabilidade sazonal na PCSE e a ressurgência de Cabo Frio. Entretanto, sugere-se a comparação dos dados SODA com dados coletados *in situ*, uma vez que a TSM estimada por sensoriamento remoto pode apresentar falhas em regiões costeiras e de fortes gradientes térmicos. As médias sazonais de inverno da versão 2.0.4 apresentam uma maior similaridade aos campos do AVHRR, enquanto a versão 2.2.4 apresenta uma intensificação da corrente costeira para o norte. Em geral, com exceção do mês de janeiro, a versão mais nova do SODA tende a apresentar temperaturas mais baixas, quando comparadas à versão anterior. As diferenças de temperatura entre os bancos de dados de reanálise podem chegar a até 3°C, o que pode gerar diferenças significativas quando tais dados são utilizados em aplicações de modelos numéricos hidrodinâmicos. Uma revalidação de ambas versões do SODA é necessária para verificar qual delas melhor representa a variabilidade oceânica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BLOOM, S.C., L.L. TAKACS, A.M. da SILVA, and D. LEDVINA, 1996: Data assimilation using incremental analysis updates. *Monthly Weather Review*, 124, 1256-1271.

CARTON, J.A., G.A. CHEPURIN, X. CAO, and B.S. GIESE, 2000a: A Simple Ocean Data Assimilation analysis of the global upper ocean 1950-1995, Part 1: methodology, *Journal of Geophysical Research*, 30, 294-309.

CARTON, J.A., G.A. CHEPURIN, and X. CAO, 2000b: A Simple Ocean Data Assimilation analysis of the global upper ocean 1950-1995 Part 2: results, *Journal of Geophysical Research*, 30, 311-326.

DONLON, C. J. et al. Toward improved validation of satellite sea surface skin temperature measurements for climate research. *Journal of Climate*, v. 15, Issue 4, p.353-369, 2002

DUKOWICZ, J., and R. D. SMITH, 1994: Implicit free-surface method for the bryan-cox-semtner ocean model. *J. Geophys. Res.*, 99, 7991-8014.

KILPATRICK, K. A.; PODESTÁ, G. P.; EVANS, R. Overview of the NOAA/NASA advanced very high resolution radiometer Pathfinder algorithm for sea surface temperature and associated matchup database. *Journal of Geophysical Research*, v.106, n. C5, p. 9179-9197, 2001.

LARGE WG, McWILLIAMS JC & DONEY SC. Oceanic vertical mixing: A review and a model with a nonlocal boundary layer parameterization. *Rev. Geophys.*, 32: 363-403.1994.

SMITH W. H. F., and D. T. SANDWELL, 1997: Global seafloor topography from satellite altimetry and ship depth soundings, *Science*, 277, 1957-1962.