

ANÁLISE MULTI-TEMPORAL DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DO MAR (TSM) ATRAVÉS DE IMAGENS DO SENSOR AMSR-E DO OCEANO ATLÂNTICO SUDOESTE NO ANO DE 2005.

Érica Lemes da Silva¹, Ronald Buss de Souza²

¹UNIVAP/Geografia, Av. Madre Tereza, 519-Centro 12 245-680, São José dos Campos – SP, Brasil, lu-a.lemes@yahoo.com.br.

²INPE/DSR, Avenida dos Astronautas 1758, Jardim da Granja 12227-010, São José dos Campos - SP, Brasil, ronald@dsr.inpe.br.

Resumo - A região sudoeste do Oceano Atlântico Sul é uma das regiões mais dinâmicas do planeta. Existe uma grande variabilidade espacial e temporal no posicionamento das correntes (Corrente do Brasil e Corrente das Malvinas) na região da CBM (Confluência Brasil-Malvinas). Essa variabilidade está em parte ligada a flutuações sazonais no giro subtropical e também pela presença de processos de mesoescala como meandros e vórtices liberados das respectivas correntes. Esses campos têm importância tanto local como nos processos de interação atmosfera-oceano que controlam o balanço climático do planeta. Para análise da variabilidade foram usadas imagens do sensor AMSR-E, que é um sensor de microondas passivo. O presente trabalho examinou as evidências de variabilidade da TSM e pode ser comprovado que sua variabilidade no ano de 2005 ocorreu sazonalmente, os meses de maio até o outubro são os que apresentam os maiores índices de gradiente de temperatura registrados entre 0,07 °C/km e 0,08 °C/km e o a presença de 25 vórtices de núcleo quente e somente 2 de núcleo frio no período de estudos.

Palavras-chave: 1. TSM / 2. AMSR-E / 3. Oceano Atlântico.

Área do Conhecimento: Sensoriamento Remoto.

Introdução

Nos dias de hoje, o estudo dos oceanos é fortemente realizado com o auxílio de dados de oceanografia por satélites. A temperatura da superfície do mar (TSM), a qual é o objeto de estudo deste trabalho, pode ser medida através da radiação emitida em comprimentos de onda longos, centrados na faixa do infravermelho termal. A TSM tem importância extrema nos processos de interação ar – mar que controlam o balanço climático do planeta como citado em Souza et al. (2005).

Em termos de processos oceanográficos, é exatamente no Oceano Atlântico Sul, ao largo da costa sul brasileira, que ocorre o encontro das águas quentes da Corrente do Brasil (CB) com as águas frias da Corrente das Malvinas (CM). Essa região de encontro dessas águas é conhecida como a Confluência Brasil-Malvinas (CBM) ou Convergência Subtropical, sendo considerada uma das regiões mais dinâmicas do planeta em termos de processos oceanográficos. Para contornar o problema das nuvens na obtenção de dados de TSM globais, um algoritmo alternativo foi desenvolvido para a determinação da TSM a partir de radiômetros de microondas passivos. Não são afetados pelas nuvens ou aerossóis na atmosfera, como poderia ocorrer, por exemplo, com o sensor AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) a bordo dos satélites NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). Para o presente trabalho, serão usadas imagens do sensor AMSR-E que é um radiômetro de microondas pas-

sivo á bordo do satélite Aqua (missão EOS), este possui órbita heliossíncrona, que permite a obtenção de dados globais em resolução espacial compatível com os fenômenos de mesoescala que ocorrem na região desse estudo.

O trabalho apresentado aqui serve de base para estudos futuros sobre a variabilidade de mesoescala da região da CBM, ao mesmo tempo em que novas técnicas de processamento de dados AMSR são desenvolvidas.

Materiais e Métodos

O *Advanced Microwave Scanning Radiometer* (AMSR – E), está a bordo da espaçonave Aqua da NASA (missão EOS). Esse sensor, além dos dados sobre temperatura da superfície do mar (TSM), também fornece informações sobre velocidade do vento, quantidade de vapor de água na atmosfera, quantidade de água das nuvens e índices pluviométricos. Possui órbita heliossíncrona, dupla polarização, opera em oito canais e está em órbita desde 04 de maio de 2002, é uma versão modificada do AMSR, que orbitava no satélite *Advanced Observing Satellite – II* (ADEOS – II). Há uma produção de dados diários (de três dias), semanais e mensais. Os dados diários são produzidos com algumas lacunas entre órbitas onde as informações são geralmente arquivadas e completadas em dois dias. Cada cena gera informações desde os 90° N até os 90° S de latitude e 180° L até 180° O de longitude. Têm um tamanho de 1440 colunas por 720 linhas e é composta por cinco bandas,

cada uma com uma variabilidade de estudo diferente como já citado, onde no presente trabalho utilizou-se apenas a banda 1, que contém os dados de TSM. Para atingir os objetivos deste trabalho foram usadas 12 imagens referentes ao período de estudo distribuídas mensalmente.

Imagens diárias e médias semanais ou mensais do sensor AMSR-E são obtidas através do portal FTP (<http://www.remss.com>), gratuitamente pela internet, através de *Remote Sensing System* (RSS) que distribui para usuários dados deste sensor. Essas imagens são globais.

Levantamento dos dados: No presente trabalho, é utilizado imagens de dados das médias mensais no período de janeiro a dezembro do ano de 2005 fornecidas pelo portal FTP anteriormente citado.

Processamento digital das imagens para análise da variabilidade da TSM: Uma vez obtidas as imagens de TSM, estas foram recortadas para área de estudos através de programas de computador disponíveis na DSR (Divisão de Sensoriamento Remoto no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). O tratamento digital das imagens se realizou através do processador de imagens ENVI 4.2 @, primeiramente, para uma melhor análise procedeu a rotação e a transposição das cenas. Com uma, das múltiplas ferramentas do processador de imagens, com o nome de transecto, proporciona dados como o número do pixel, nível de cinza que através da equação $sst = (count \times 0.15) + 3$ é convertida para temperatura, com o auxílio do programa EXCEL.EXE. Foi realizada a demarcação entre quatro pontos na região de estudos (transecto 1 = 44° S e 59° W, 34° S e 49° W e o transecto 2 = 48° S e 58° W, 37° S e 47° W), como observado na Figura 1.

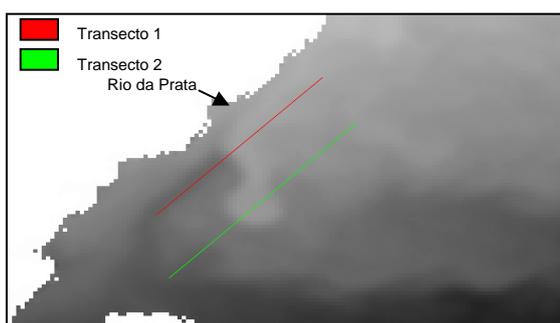


Figura 1: Representação dos transectos 1 e 2. Fonte: www.remss.com AMSR-E monthly SST for January 2005.

Resultados

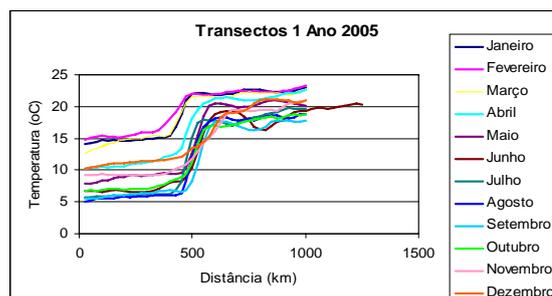
Através da análise das imagens e dos transectos traçados são obtidos os seguintes resultados do transecto 1 representados na Tabela 1:

Tabela 1: Resultados do transecto 1

Transecto 1	Temperatura da CB (°C)	Temperatura da CM (°C)	Varição da quilometragem (km)
Janeiro	22,2	15,1	125
Fevereiro	21,6	15,9	150
Março	21,4	15,6	100
Abril	21,3	13,5	150
Mai	20,5	9,6	150
Junho	19,2	8,25	175
Julho	18	6,1	150
Agosto	18,5	6	175
Setembro	17,5	6,9	125
Outubro	16,9	9,4	100
Novembro	19,5	11,7	175
Dezembro	18,9	12	225

A seguir temos o gráfico 1 que para melhor entendimento e ilustração dos transectos 1.

Gráfico 1: Representação do transectos 1.



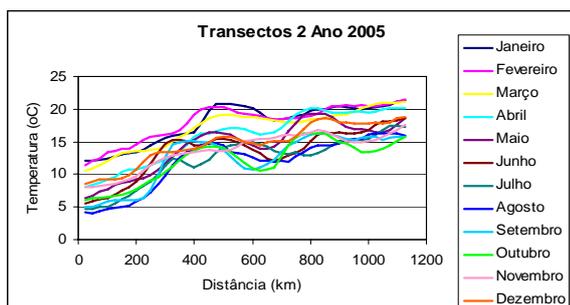
E do transecto 2 representados na tabela 2:

Tabela 2: Resultados do transecto 2.

Transecto 2	Temperatura da CB (°C)	Temperatura da CM (°C)	Varição da quilometragem (km)
Janeiro	20,8	16,5	75
Fevereiro	20,2	15,9	175
Março	19	14,2	200
Abril	16,3	10,8	225
Mai	16,5	9,4	225
Junho	15,3	5,5	300
Julho	12,4	5,1	225
Agosto	14,7	4	400
Setembro	14,5	6	125
Outubro	14,2	6,9	300
Novembro	12,9	8,2	250
Dezembro	13,5	9,3	150

No Gráfico 2 são expressos os resultados obtidos com os transectos 2.

Gráfico 2: Representação do transectos 2.



Através desses resultados pode – se obter os gradientes de temperatura como visto na Tabela 3.

Tabela 3: Gradientes de temperatura

	Transecto 1 (°C/km)	Transecto 2 (°C/km)
Janeiro	0,05	0,05
Fevereiro	0,04	0,02
Março	0,06	0,02
Abril	0,05	0,02
Mai	0,07	0,03
Junho	0,06	0,03
Julho	0,08	0,03
Agosto	0,07	0,03
Setembro	0,08	0,07
Outubro	0,07	0,02
Novembro	0,04	0,02
Dezembro	0,03	0,03

Na Tabela 4 é expresso o posicionamento da Confluência Brasil-Malvinas (CBM) referente à latitude.

Tabela 4: Posicionamento da CBM.

	Latitude
Janeiro	41°S
Fevereiro	43°S
Março	39°S
Abril	38°S
Mai	38°S
Junho	37°S
Julho	37°S
Agosto	34°S
Setembro	33°S

Outubro	34°S
Novembro	36°S
Dezembro	37°S

Discussão

Os transectos foram traçados mensalmente nas imagens de TSM ao longo do ano de 2005 para estimativa dos gradientes de temperatura entre a CB e a CM. A partir desta etapa pode ocorrer a demarcação da linha de Confluência Brasil-Malvinas, identificação e cálculo das respectivas temperaturas (das Correntes do Brasil e Malvinas) e a detecção da presença de sinais de variabilidade de mesoescala. Onde as principais feições de mesoescala e os campos de TSM foram analisados e interpretados para a estimativa das variabilidades de TSM.

Em relação ao gradiente, a variabilidade desse posicionamento ocorre principalmente no transecto 1 por passar exatamente pelo núcleo da CB e CM. Essas águas mais próximas à costa recebem influência imediata da sua corrente de origem sem sofrerem modificações em sua temperatura por essa razão sua temperatura apresenta maior diferença em seus índices de temperatura. Diferente do transecto 2 que se encontra um pouco mais afastado da costa onde ocorre uma mistura maior e perda das características de suas águas, ocorrendo certa homogeneidade na diferença dos índices de temperatura.

Quanto à variabilidade no posicionamento da linha de Confluência Brasil-Malvinas, ocorre sazonalmente segundo Souza et al. (2005).

Conclusão

A máxima temperatura registrada na CB foi de 22,2 °C no mês de janeiro e a mínima registrada foi de 16,9 °C no mês de outubro. A máxima temperatura registrada na CM foi de 15,9 °C no mês de fevereiro e a mínima foi de 6 °C no mês de agosto.

A variação da quilometragem do transecto 1 se dá entre 25 km, 50 km e 75 km. O transecto 2 apresenta maior variabilidade dessa quilometragem apresentando variações de 275 km até 25 km.

Pode ser observado, que no transecto 1 os meses de maio até o outubro são os que apresentam os maiores índices de gradiente de temperatura, registrando entre 0,07 °C/km e 0,08 °C/km e o menor índice no mês de dezembro apresentando 0,03 °C/km. E no transecto 2 os meses que apresentam o maior índice de gradiente de temperatura são janeiro com 0,05 °C/km e setembro com 0,07 °C/km e o menor índice em novembro.

O posicionamento limite de afastamento para sul da CBM é registrado em fevereiro com 43°S, e para norte de 33°S no mês de setembro e foi registrada a presença de 25 vórtices de núcleo quente

distribuídos mensalmente e somente 2 de núcleo frio. Pode ser constatado que no ano de 2005 não ocorreu nenhuma anomalia em seu posicionamento.

Agradecimentos

Agradeço a todas as pessoas que me ajudaram a vencer mais esta etapa da vida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, a Universidade do Vale do Paraíba, Faculdade Superior de Educação, UNIVAP e ao orientador Prof. Dr. Ronald Buss de Souza.

Referências

- AMALDI, U. (1995). Imagem da física. São Paulo: Scipione.
- FEDOROV, K.N., (1983). Lecture and Notes on Coastal and Estuarine Studies. The Physical Nature and Structure of Oceanic Fronts. Springer-Verlag.
- FERREIRA, N. J. (2004). Organizador. Aplicações ambientais brasileiras dos satélites NOAA e TIROS-N. Oficina de Textos, São Paulo, SP.
- FLORENZANO, T. G. (2002). Imagens de satélite para estudos ambientais. Oficina de Textos, São Paulo, SP.
- GIAROLLA, E. (1999). Investigação numérica da variabilidade de mesoescala na Confluência das correntes Brasil – Malvinas induzida pela atmosfera. Pub. I. INPE, S. J. dos Campos, SP.
- GODOI, S.S., (1983). Estudo das variações sazonais da Frente Oceânica Subtropical entre a Corrente do Brasil e a Corrente das Malvinas, utilizando dados oceanográficos e dados do satélite SMS-2. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto - Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos - SP, Brasil.
- HALLIDAY, D. E RESNICK, R. (1981). Física. 3 ed. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos.
- MOREIRA, M. A. (2001). Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação. São José dos Campos, SP.
- PETERSON, R. G.; STRAMMA, L. (1991). Upper-level circulation in the South Atlantic Ocean. Progress in Oceanography. [S.l.], n.26.
- RESNICHENKO, Y. (2003). Fenômenos oceanográficos de mesoescala en el Atlántico Sudoccidental a partir de imágenes AMSR-E entre septiembre y diciembre de 2002. XVI Curso Interna-

cional em sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas. S. J. Campos, SP.

-SOUZA, R.B. ORGANIZADOR. (2005). Oceanografia por satélites. Oficina de Textos, São Paulo, SP.

- SOUZA, R. B. E ROBINSON, I. S. (1998). Lagrangian and infrared observations of surface currents in the Brazil – Malvinas Confluence zone, 1993 – 1994 em International WOCE Newsletter. Número 31. Reino Unido.

- SOUZA, R. B. SENSORIAMENTO REMOTO DOS OCEANOS. (2003). Espaço & Geografia, 6: 123-145.

- SOUZA, R.B.; MATA, M. M.; GARCIA, C. A.E.; KAMPEL M.; OLIVEIRA, E. N.; LORENZETTI, J. A. (2006). *Multi-sensor satellite and in situ measurements of a warm core ocean eddy south of Brazil - Malvinas Confluence region*. Remote Sensing of environment, 100:52-66. doi:10.1016/j.rse.2005.09.018. Submetido para Remote Sensing of Environment.

- SOUZA, R. B. (2006). Aulas Sensoriamento Remoto, DSR, não publicado.