



**Uma Avaliação da Variação da Temperatura da  
Superfície do Mar durante a Passagem do Furacão Catarina**

An Evaluation of changes in Sea Surface Temperature during the Passage of Catarina Hurricane

Rodrigo Carvalho de Sousa; Rosa Cristhyna de Oliveira Vieira Paes & Gutemberg Borges França

*Universidade Federal do Rio de Janeiro, Departamento de Meteorologia,  
Laboratório de Meteorologia Aplicada (LMA), Campus Cidade Universitária, 21.941-916, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.  
E-mails: rodrigo@lma.ufrj.br; rosa@lma.ufrj.br; gutemberg@lma.ufrj.br*

Recebido em: 10/06/2015 Aprovado em: 15/12/2015

DOI: [http://dx.doi.org/10.11137/2016\\_1\\_91\\_98](http://dx.doi.org/10.11137/2016_1_91_98)

## Resumo

Neste trabalho tenta-se observar a variação da temperatura da superfície do mar (TSM) durante a passagem do ciclone tropical que atingiu a costa leste do Brasil em 2004, conhecido como furacão Catarina, utilizando dados de temperatura da superfície do mar estimado via sensoriamento remoto orbital provenientes de dois sensores nos espectros de micro-ondas e infravermelho termal. Os resultados apontam que houve resfriamento máximo de aproximadamente 2,00°C quando comparados com dados de anos subsequentes ao evento. Além disso, os resultados indicaram, conforme esperado, que durante a passagem do Catarina o resfriamento da TSM realmente ocorreu, atingindo os valores máximos de -1,00°C e -0,99°C quando comparados com a TSM diária do sensor TMI e a composição diária de TSM usando dados dos sensores TMI e AVHRR (via método de interpolação de Barnes), respectivamente. Estimativa de TSM via dados infravermelho pouco contribuiu na análise, enquanto os dados de TSM micro-ondas apresentaram uma razoável capacidade de representar o comportamento qualitativo da TSM durante o evento Catarina. Os resultados estão em conformidade com os encontrados na literatura.

**Palavras-chave:** temperatura da superfície do mar; satélites; sensoriamento remoto

## Abstract

This study intends to observe the sea surface temperature (SST) variation during the tropical cyclone event, which strikes the eastern coast of Brazil during March of 2004, named Catarina hurricane, using SST data estimated from two orbital sensor sources located in different part of electromagnetic spectrum that is microwave and thermal infrared. The results have shown that maximum SST cooling were approximately 2.0°C in comparison with the local SST data from two subsequent years. And the results indicated that during the hurricane way, the SST cooling really occurred, reaching the maximum values of -1.00°C and -0.99°C, when compared with daily TMI sensor data and a daily composition using TMI and AVHRR sensors data (interpolated by Barnes's method), respectively. Only microwave SST data could qualitatively represent the SST behavior; however, the thermal SST representativeness can be irrelevant during such event as Catarina. The results are quite similar to those found in the literature.

**Keywords:** sea surface temperature; satellites; remote sensing

## 1 Introdução

O fenômeno Catarina se formou no Atlântico Sul dentro de um ciclone extratropical na fase oclusa, o qual estava associado a uma frente fria que passou pelo país. Ao deslocar-se em direção ao continente adquiriu as características de um furacão - fenômeno que une chuva intensa e ventos fortíssimos, além da formação de um olho. A tempestade atingiu ventos máximos sustentados de até 180 km/h, definido como de categoria 2 na escala de furacões de Saffir-Simpson, em 26 de março de 2004. O resfriamento “forçado” da Temperatura da Superfície do Mar pelo ciclone tropical é um fenômeno marcante e de grande importância para a interação dos oceanos e os ciclones (Fisher, 1958; Brand, 1971; Black & Withee, 1976; Price, 1981; Price *et al.*, 2008). Observações oceanográficas e simulações numéricas revelam que a interação oceano-atmosfera em um ciclone causa mudanças importantes na estrutura da termoclina, muitas vezes deixando um sinal de TSM mais fria (Berg, 2002; Walker *et al.*, 2005; Cione *et al.*, 2000; Knapp *et al.*, 2009 Jansen *et al.*, 2010; Dare & McBride, 2011). Na verdade, os ciclones tropicais modificam a estrutura termal do oceano por onde passam, uma vez que as anomalias de pressão associadas aos ciclones fazem com que a água de até 60m de profundidade sejam soerguidas para a superfície, processo conhecido como ressurgência, e a mudança de temperatura pode chegar a 5°C, conforme Chang & Antes (1979). De acordo com Jena *et al.* (2006), embora não seja matéria de investigação neste, é importante ressaltar que este resfriamento pode causar efeitos profundos na comunidade biológica marinha e também pode influenciar a intensidade dos próximos ciclones que atravessarem esse rastro frio.

Fenômenos como o furacão Catarina são normalmente classificados com eventos meteorológicos de intensa cobertura de nuvens com características convectivas e presença de gelo. Este dificulta a avaliação do comportamento da variação da TSM durante a ocorrência de tais fenômenos via dados de sensoriamento remoto orbital, mesmo com aqueles registrados no espectro de micro-ondas (exemplo do TMI) que supostamente teriam transmitância mais alta do que os sensores localizados no espectro termal entre 10  $\mu\text{m}$  e 12  $\mu\text{m}$ , como é caso do sensor AVHRR. Portanto, tendo em vista que não havia boias coletando dados

*in situ* de TSM na região do evento estudado, o objetivo deste trabalho é analisar a capacidade do uso de dados de TSM, estimados via dados do sensor TMI e a composição diária de TSM usando os sensores TMI e AVHRR, em observar o resfriamento do campo da TSM ao longo do período de formação, passagem e dissipação do Catarina.

## 2 Materiais e Métodos

### 2.1 Área de Estudo e Dados

A área de estudo foi determinada de modo a compreender a região de passagem do furacão Catarina próximo à costa. Ela se estende entre as latitudes 15°S até 35°S e pelas longitudes 55°W até 25°W, onde a trajetória do furacão é representada através dos pontos pretos, conforme ilustrado na Figura 1.

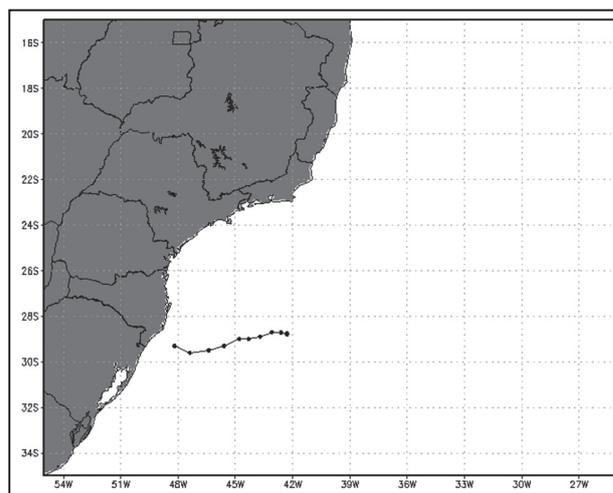


Figura 1 Área de estudo que compreende a região de passagem do furacão Catarina próximo à costa brasileira.

Dois conjuntos de dados foram utilizados para análise nesse estudo:

- a) Dados medidos na banda espectral de micro-ondas (MO) do satélite TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) – *Microwave Imager* (TMI). Esses dados podem ser obtidos em (<[www.ssmi.com](http://www.ssmi.com)>). Os dados de TSM-TMI são importantes para estudo de comportamento da TSM mesmo quando na presença de cobertura de nebulosidade (exceto para condições de tempo severo ou nebulosidade convectiva), e por esta razão foi escolhido, pois se imagina que sempre haverá janelas com nebulosidade estratiforme

permitindo a estimativa da TSM via dados de TMI. A estimativa de TSM, através dos dados de micro-ondas - na verdade representa a TSM em subsuperfície, em aproximadamente 1mm de profundidade (Donlon *et al.*, 2002; Kawai & Wada, 2007) - é baseada no algoritmo de estimativa de TSM através de regressão linear múltipla, estimado a partir de um modelo geofísico para diferentes frequências e polarizações. Este processo é baseado na metodologia desenvolvida por Waters *et al.* (1975).

b) Composição diária de TSM combinando dados do TRMM/TMI e dados medidos na faixa espectral do infravermelho termal (IVT) - AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*). Em particular, a TSM-AVHRR representa a TSM de pele (profundidade dentro de uma fina camada superficial de aproximadamente 500µm) e sua estimativa é baseada no algoritmo Multicanal de TSM (MCSST) (McClain & Pichel 1985; McClain, 1989). MCSST estima a TSM de pele via método dos mínimos quadrados, usando dados simultâneos de TSM *in situ* (aproximadamente 1 metro de profundidade) coletados através de boias (fixas e deriva), dados de navios e temperaturas de brilho registradas através do sensor AVHRR, a bordo de plataformas da NOAA. O Processo de interpolação e junção das TSM-TMI e TSM-AVHRR é realizado via interpolação de Barnes (Barnes, 1964) e tem como objetivo principal a remoção da cobertura de nuvens. A metodologia aplicada para elaboração dessas composições pode ser vista em França *et al.* (2013). Os dados estão disponíveis em: (<<http://www.rederemo.org/html/index.php/produto/montar/5>>).

Na Tabela 1, uma breve descrição dos valores de TSM utilizados no estudo.

	Domínio	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Fonte de dados
TMI	Global	0.25° (~27.75km)	Diário	MO
Composição de TSM	45°S@15°N 70°W@15°W	0.05° (~5.5km)	Diário	MO e IVT

Tabela 1 Características gerais dos dados.

A Figura 2 ilustra um exemplo dos dois tipos de dados utilizados neste trabalho.

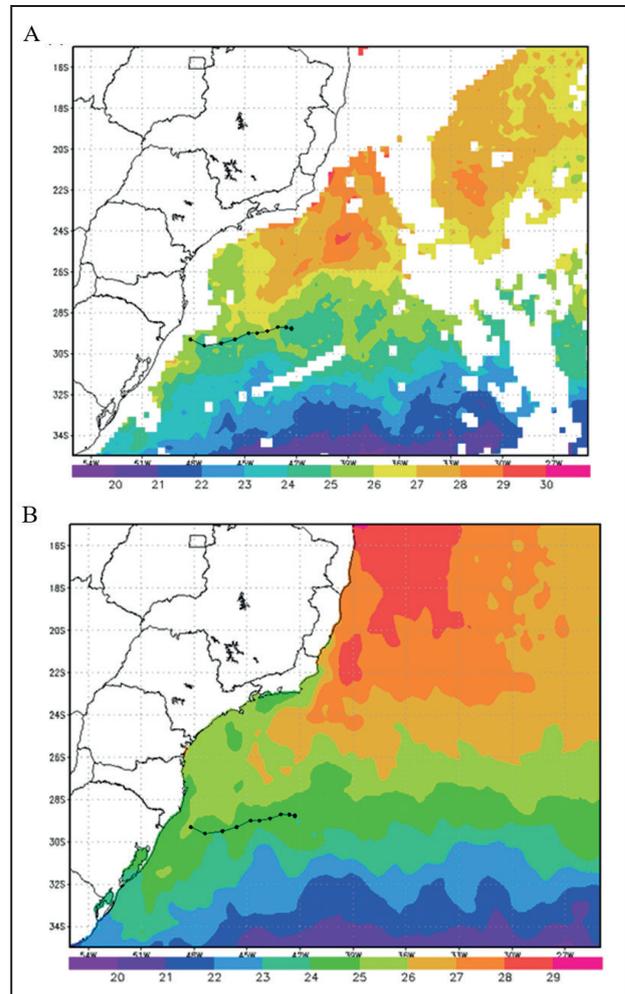


Figura 2 TSM do TMI (A) e composição de TSM para o dia 19/03/2004 (B).

O período de dados analisado se estende de 16 de março até 05 de abril para os anos de 2004, 2005 e 2006. O período de março a abril de 2004 foi escolhido por englobar a passagem do furacão Catarina. Já os anos de 2005 e 2006 foram estudados para avaliar o comportamento da TSM num período de ausência de furacão.

## 2.2 Metodologia

Seguem abaixo os passos utilizados para o desenvolvimento deste trabalho:

a) O período de dados na análise foi dividido em 3 fases, a saber: Pré-Furacão (16 de março até 22 de março), Furacão (23 de

março até 29 de março) e Pós-Furacão (30 de março até 05 de abril);

b) Foram selecionados 10 pontos ao longo da trajetória do furacão Catarina, onde os pontos representam, em média, o centro do furacão durante sua passagem. Os 10 pontos foram selecionados de modo que houvesse uma cobertura da trajetória englobando o período anterior (pré-furacão), durante (furacão) e posterior (pós-furacão) a passagem do furacão;

c) Para cada dia analisado foram extraídos os valores de TSM obtidos do TMI e da Composição, para os 10 pontos;

d) Os valores obtidos no passo 3, para o período denominado Furacão, foram comparados com os valores obtidos no período Pré-Furacão e Pós-Furacão.

### 3 Resultados e Discussão

A Tabela 2 apresenta os valores médios de TSM do TMI para os 10 pontos, conforme localizados na Figura 1, analisados durante os períodos pré-furacão, furacão e pós-furacão, para os anos de 2004 (ano do Catarina), 2005 e 2006.

Conforme mencionado anteriormente, há limitações no dado do TMI em observar a emissão da superfície do mar e, assim, estimar a TSM, quando da presença de nuvens densas e/ou presença de gelo, em função de poucas possibilidades de janelas com cobertura de nebulosidade estratiforme. Este fato ocorreu no período do furacão Catarina. Os resultados apresentados nas colunas 8 e 9 da Tabela 2 são das diferenças de temperatura (diminuição e aumento) para os 10 pontos geográficos utilizados para os períodos denominados furacão-pré e

	Pontos	Localização		Pré-Furacão	Furacão	Pós-Furacão	Diferença da TSM por período	
		Latitude	Longitude	(16-22 Março)	(23-29 Março)	(30 Março-05 Abril)	(Furacão-Pré)	(Furacão-Pós)
2004	1	28.8S	42.3W	24.21	23.70	24.24	-0.51	-0.54
	2	28.7S	42.6W	24.28	23.59	24.19	-0.69	-0.60
	3	28.7S	43.1W	24.49	23.49	24.06	-1.00	-0.57
	4	28.9S	43.7W	24.36	23.72	24.17	-0.64	-0.45
	5	29.0S	44.3W	24.32	23.64	24.04	-0.68	-0.40
	6	29.0S	44.8W	24.3	23.91	24.06	-0.39	-0.15
	7	29.3S	45.6W	24.34	23.94	24.04	-0.40	-0.10
	8	29.5S	46.4W	23.96	24.43	24.60	0.47	-0.17
	9	29.6S	47.4W	24.36	24.09	24.11	-0.27	-0.02
	10	29.3S	48.2W	25.14	24.73	24.54	-0.41	0.19
2005	1	28.8S	42.3W	25.24	25.20	24.90	-0.04	0.30
	2	28.7S	42.6W	25.33	25.22	25.03	-0.11	0.19
	3	28.7S	43.1W	25.37	25.52	25.16	0.15	0.36
	4	28.9S	43.7W	24.94	25.05	25.18	0.11	-0.13
	5	29.0S	44.3W	25.14	24.90	24.77	-0.24	0.13
	6	29.0S	44.8W	25.46	24.80	24.64	-0.66	-0.82
	7	29.3S	45.6W	25.09	25.14	24.90	0.05	0.24
	8	29.5S	46.4W	25.35	24.60	24.36	-0.75	0.24
	9	29.6S	47.4W	25.87	25.29	25.16	-0.58	0.13
	10	29.3S	48.2W	26.36	25.86	25.76	-0.50	0.10
2006	1	28.8S	42.3W	25.65	25.63	25.05	-0.02	0.58
	2	28.7S	42.6W	25.56	25.65	25.01	0.09	0.64
	3	28.7S	43.1W	25.84	25.50	24.99	-0.34	0.51
	4	28.9S	43.7W	25.63	25.20	24.64	-0.43	0.56
	5	29.0S	44.3W	25.48	25.31	24.71	-0.17	0.60
	6	29.0S	44.8W	25.46	25.18	25.01	-0.28	0.17
	7	29.3S	45.6W	25.52	25.14	25.20	-0.38	-0.06
	8	29.5S	46.4W	25.65	25.54	25.24	-0.11	0.30
	9	29.6S	47.4W	26.91	26.49	25.99	-0.42	0.50
	10	29.3S	48.2W	26.57	26.64	26.27	0.07	0.37

Tabela 2 TSM do TMI para a semana anterior, durante e posterior ao furacão Catarina.

furacão-pós, respectivamente. Observa-se que a maior variação é de  $-1.0^{\circ}\text{C}$  durante a fase furacão-pré no ponto 3, que representa um pixel de dimensões de 27.5 km por 27.5 km ou uma área de 756.25 km<sup>2</sup> aproximadamente. Os resultados das médias das diferenças (colunas 8 e 9) são de  $-0,45^{\circ}\text{C}$  e  $-0,28^{\circ}\text{C}$  para os 10 pontos. Em geral, observa-se que durante a passagem de ciclones tropicais, a forte subsidência de ar frio provoca anomalia de pressão gerando uma ressurgência e conseqüentemente alterando a estrutura do perfil vertical da temperatura do oceano. Segundo Leipper (1967), Black & Withee (1976), o resfriamento da TSM pode atingir até  $5^{\circ}\text{C}$  de acordo com a intensidade do fenômeno. Por outro lado, como observado, após a passagem do fenômeno (fase furacão-pós) a TSM começou a aumentar e em seis dias aproximadamente a TSM foi restabelecida ao padrão pré-evento. Segundo Dare & McBride (2011), o processo de restabelecimento da TSM pode variar de poucos dias a cerca de um mês.

A TSM-TMI dos anos de 2005 e 2006, no período correspondente a atuação do furacão em 2004, foram utilizadas para fins comparativos e observa-se que o furacão Catarina, em média, diminuiu a TSM em aproximadamente  $1.38^{\circ}\text{C}$ , atingindo o valor máximo da diferença de aproximadamente  $2.00^{\circ}\text{C}$ , conforme Tabela 3.

A Tabela 4 apresenta os valores de TSM da composição (TMI e AVHRR) para os 10 pontos analisados durante os períodos pré-furacão, furacão e pós-furacão, para os anos de 2004, 2005 e 2006. As colunas 8 e 9 apresentam as diferenças de TSM durante os períodos furacão/pré-furacão e furacão/pós-furacão, similares aos apresentados na Tabela 2, ou seja, médias de  $-0.46^{\circ}\text{C}$  e  $-0.23^{\circ}\text{C}$ , respectivamente, e a redução máxima da TSM é de  $-0.99^{\circ}\text{C}$ .

A Figura 3 (A) ilustra o comportamento da TSM do TMI e Composição seguindo a trajetória do furacão, conforme definido na seção 2.1, para a semana anterior, durante e posterior ao furacão Catarina para o ano de 2004, ano de ocorrência do furacão. Nas Figuras 3 (B) e (C), gráficos similares para os anos de 2005 e 2006, respectivamente.

Na Figura 3 observa-se que a variação de TSM obtida pelas duas fontes de dados (TMI e composição) foi bem pequena. A pequena variação na TSM entre TMI e Composição se deve ao fato

da composição ter usado, em sua interpolação, mais dados de micro-ondas do que infravermelho termal, em função da presença de nebulosidade intensa durante a ocorrência de um evento com características similares a um furacão. Em geral, os seguintes aspectos foram observados nos resultados: a) o comportamento da TSM foi mantido em relação apenas a TSM-TMI; b) a composição é ligeiramente maior que a TSM-TMI, e isto é devido ao fato dos dados da TSM-TMI ser proveniente de subsuperfície e assim subestimar a TSM naturalmente; c) o uso da composição foi relevante, mas não imperativo na análise proposta neste trabalho; e d) o uso da TSM estimada por dados de sensoriamento remoto orbital talvez não seja a melhor fonte para análise quantitativa do resfriamento provocado por ciclone tropical, uma vez que nem o dado de micro-ondas foi capaz de estimar a TSM em função das condições severas provenientes da passagem do furacão, onde a densidade das nuvens impossibilitou a medição.

#### 4 Conclusões

Neste trabalho analisou-se a capacidade do uso de dados de sensoriamento remoto orbital (TSM estimada via dados de TMI e a composição de TSM estimada usando dados de TMI e AVHRR) em observar o resfriamento do campo da TSM, ao longo do período de formação, passagem e dissipação do

Pontos	Média da TSM TMI dos anos de 2005 e 2006	Diferença 2004 em relação a média da TSM TMI de 2005 e 2006
1	25.42	1.72
2	25.44	1.85
3	25.51	2.02
4	25.13	1.41
5	25.11	1.47
6	24.11	0.20
7	25.14	1.20
8	25.07	0.64
9	26.89	1.80
10	26.25	1.52
	<b>Máximo da diferença</b>	2.02
	<b>Média da diferença</b>	1.38

Tabela 3 Média e máximo da diferença entre a média dos anos sem furacão (2005 e 2006) e o ano de furacão (2004) para cada um dos 10 pontos analisados

	Pontos	Localização		Pré-Furacão	Furacão	Pós-Furacão	Diferença da TSM por período	
		Latitude	Longitude	(16-22 Março)	(23-29 Março)	(30 Março-05 Abril)	(Furacão-Pré)	(Furacão -Pós)
2004	1	28.8S	42.3W	24.20	23.59	24.06	-0.61	-0.47
	2	28.7S	42.6W	24.40	23.58	24.02	-0.82	-0.44
	3	28.7S	43.1W	24.67	23.68	23.83	-0.99	-0.15
	4	28.9S	43.7W	24.54	23.96	24.20	-0.58	-0.24
	5	29.0S	44.3W	24.31	23.90	24.10	-0.41	-0.20
	6	29.0S	44.8W	24.31	23.96	24.14	-0.35	-0.18
	7	29.3S	45.6W	24.48	24.04	24.22	-0.44	-0.18
	8	29.5S	46.4W	24.13	24.46	24.77	0.33	-0.31
	9	29.6S	47.4W	24.20	23.95	24.29	-0.25	-0.34
	10	29.3S	48.2W	25.12	24.68	24.48	-0.44	0.20
2005	1	28.8S	42.3W	25.33	25.10	25.11	-0.23	-0.01
	2	28.7S	42.6W	25.48	25.21	25.14	-0.27	0.06
	3	28.7S	43.1W	25.47	25.49	25.37	0.02	0.38
	4	28.9S	43.7W	24.93	25.09	25.24	0.16	0.13
	5	29.0S	44.3W	25.20	24.93	24.76	-0.27	0.10
	6	29.0S	44.8W	25.47	25.15	24.84	-0.32	-0.03
	7	29.3S	45.6W	24.92	24.94	24.87	0.02	-0.32
	8	29.5S	46.4W	25.63	25.40	24.32	-0.23	0.13
	9	29.6S	47.4W	26.11	26.13	24.99	0.02	0.03
	10	29.3S	48.2W	26.30	25.77	25.71	-0.53	-0.33
2006	1	28.8S	42.3W	25.48	25.77	25.11	0.29	0.66
	2	28.7S	42.6W	25.54	25.75	25.15	0.21	0.60
	3	28.7S	43.1W	25.74	25.82	25.11	0.08	0.71
	4	28.9S	43.7W	25.68	25.73	24.96	0.05	0.77
	5	29.0S	44.3W	25.53	25.56	24.83	0.03	0.73
	6	29.0S	44.8W	25.66	25.31	25.18	-0.35	0.13
	7	29.3S	45.6W	25.90	25.25	25.26	-0.65	-0.01
	8	29.5S	46.4W	26.67	26.78	25.27	0.11	1.51
	9	29.6S	47.4W	26.78	26.62	26.10	-0.16	0.52
	10	29.3S	48.2W	26.81	26.61	26.10	-0.20	0.51

Tabela 4 TSM da Composição para a semana anterior, durante e posterior ao furacão Catarina.

furacão Catarina. Em síntese, os seguintes aspectos foram observados:

a) os resultados estão em concordância com trabalhos similares realizados por Jena *et al.* (2006) na baía de Bengal e Dare & McBride (2011);

b) os valores mais significativos se deram durante a fase atuante do furacão, atingindo os valores máximos de  $-1.00^{\circ}\text{C}$  e  $-0.99^{\circ}\text{C}$ , quando comparados com os dados do TMI e da composição de TMI e AVHRR, respectivamente;

c) a contribuição no uso da TSM obtida do AVHRR na composição da TSM é marginal na avaliação do resfriamento durante ocorrência de ciclones tropicais;

d) a TSM-TMI permitiu apenas uma boa análise qualitativa do resfriamento, tendo em vista as limitações dos dados de micro-ondas.

Como sugestão, faz-se necessário o uso de dados *in situ* de boias visando análise mais precisa do comportamento do resfriamento do campo de TSM. Para tanto, o lançamento de boias na região do Atlântico sul é fundamental.

Uma Avaliação da Variação da Temperatura da Superfície do Mar Durante a Passagem do Furacão Catarina  
Rodrigo Carvalho de Sousa; Rosa Cristhyna de Oliveira Vieira Paes & Gutemberg Borges França

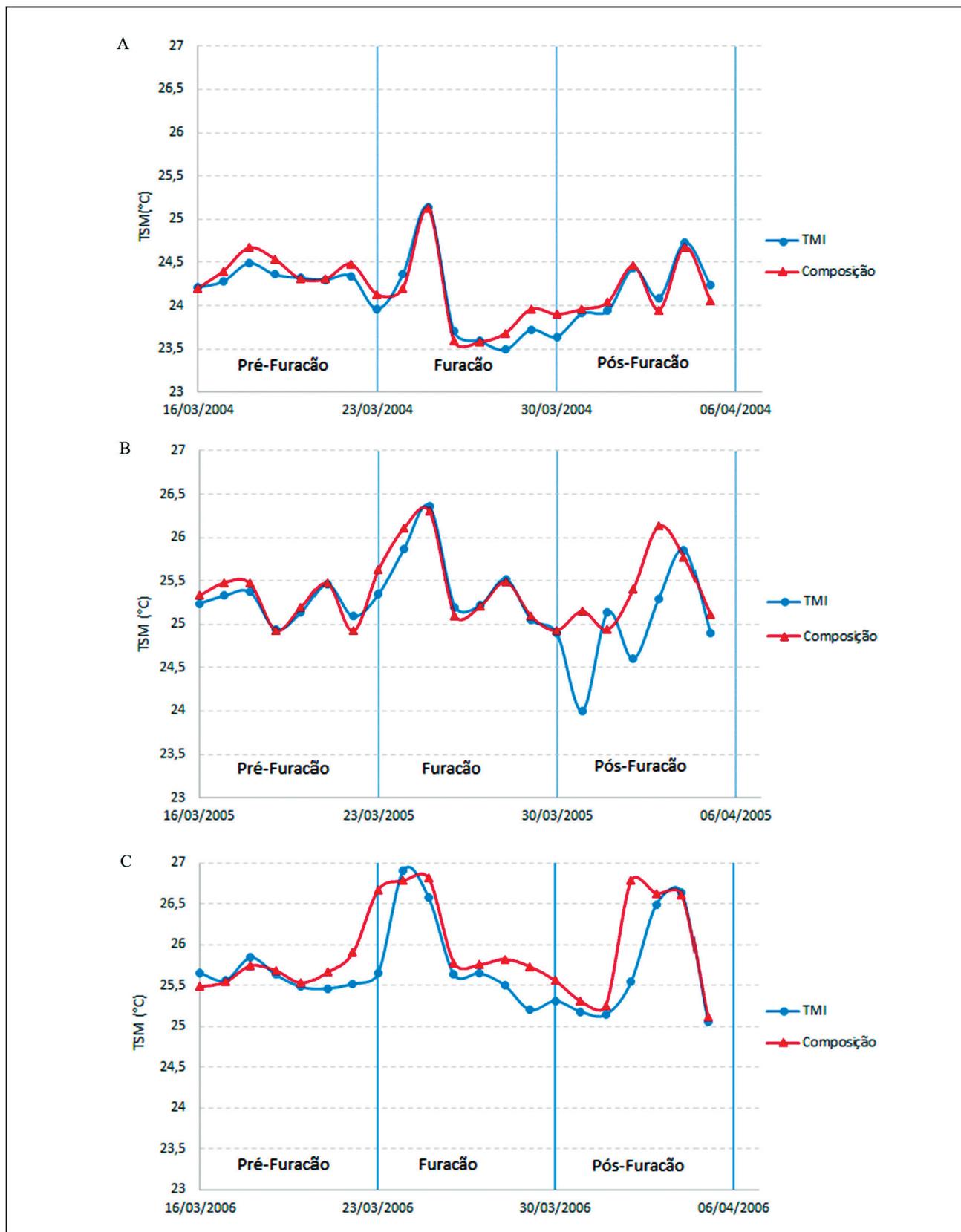


Figura 3 Comportamento da TSM do TMI e Composição para a semana anterior, durante e posterior ao furacão Catarina para os anos 2004 (A), 2005 (B) e 2006 (C).

## 5 Referências

- Barnes, S. 1964. A Technique for maximizing details in numerical weather map analysis, *Journal Applied Meteorology*, 3: 395-409.
- Berg, R. 2002. Tropical cyclone intensity in relation to SST and moisture variability: A global perspective. In: TWENTY-FIFTH CONFERENCE ON HURRICANES AND TROPICAL METEOROLOGY, 25, Boston, 2002. *Extended abstract*, Boston: American Meteorological Society, 2002. 2p.
- Black, P.G. & Withee, G. 1976. The Effect of Hurricane Eloise on the Gulf of Mexico *abstract*. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 57: 139.
- Brand, S. 1971. The effects on a tropical cyclone of cooler surface waters due to upwelling and mixing produced by a prior tropical cyclone. *Journal of Applied Meteorology*, 10: 865-874.
- Chang, S.W. & Richard A.A. 1979. The mutual response of the tropical cyclone and the ocean. *Journal Physical Oceanography*, 9: 128-135. doi: [http://dx.doi.org/10.1175/1520-0485\(1979\)009<0128:TMROTT>2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1175/1520-0485(1979)009<0128:TMROTT>2.0.CO;2).
- Cione, J.J.; Molina, P.; Kaplan, J. & Black, P.G. 2000. SST time series directly under tropical cyclones: Observations and implications. In: TWENTY-FOURTH CONFERENCE ON HURRICANES AND TROPICAL METEOROLOGY, 25, Boston, 2002. *Extended abstract*, Boston: American Meteorological Society, 2002. 2p.
- Dare, R.A. & McBride, J.L. 2011. Sea surface temperature response to tropical cyclones. *Monthly Weather Review*, 139: 3798-3808. doi: <http://dx.doi.org/10.1175/MWR-D-10-05019.1>.
- Donlon, C. J.; Minnett, P. J.; Gentemann, C.; Nightingale, T. J.; Barton, I.J.; Ward, B. & Murray, M. J. 2002. Toward Improved Validation of Satellite Sea Surface Skin Temperature Measurements for Climate Research. *Journal of Climate*, 15: 353-369.
- França, G.B.; Paes, R.C.O.V.; Oliveira, A.N.; Ruivo, B.C.; Sartori Neto, A. 2013. Daily blended microwave and Infrared sea surface temperature composition for south atlantic. *Revista Brasileira de Geofísica*, 31: 317-328.
- Fisher, E.L. 1958. Hurricanes and the sea-surface temperature field. *Journal of Meteorology*, 15: 328-333.
- Jansen, M.F.; Ferrari, R. & Mooring, T.A. 2010. Seasonal versus permanent thermocline warming by tropical cyclones. *Geophysical Research Letters*, 37, L03602, doi: 10.1029/2009GL041808.
- Jena, B.; Rao, M.V. & Sahuc, B.K. 2006. TRMM derived sea surface temperature in the wake of a cyclonic storm over the central Bay of Bengal. *International Journal of Remote Sensing*, 27(14): 3065-3072.
- Kawai, Y. & Wada, A. 2007. Diurnal Sea Surface Temperature Variation and Its Impact on the Atmosphere and Ocean: A Review. *Journal of Oceanography*, 63: 721-744.
- Knapp, K.R.; Kruk, M.C.; Levinson, D.H. & Gibney, E.J. 2009. Archive compiles new resource for global tropical cyclone research. *Eos Transactions of the American Geophysical Union*, 90(6), 46-46, doi: 10.1029/2009EO060002.
- Leipper, D.F. 1967. Observed ocean condition and Hurricane Hilda. 1964. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 24: 182-196.
- McClain, E.P. & Pichel, W.G. 1985. Comparative performance of AVHRR based multi-channel sea surface temperature, *Journal of Geophysical Research*, 90(C6), 11587-11601, doi: 10.1029/JC090iC06p11587.
- McClain, E.P. 1989. Global sea surface temperature and cloud clearing for aerosol optical depth estimates, *International Journal of Remote Sensing*, 10: 763-769.
- Price, J.F. 1981. Upper ocean response to a hurricane. *Journal of Physical Oceanography*, 11: 153-175.
- Price, J.F.; Morzel, J. & Niiler, P.P. 2008. Warming of SST in the cool wake of a moving hurricane. *Journal of Geophysical Research*, 113, C07010, doi: 10.1029/2007JC004393.
- Walker, N.D.; Leben, R.R. & Balasubramanian, S. 2005. Hurricane-forced upwelling and chlorophyll a enhancement within cold-core cyclones in the Gulf of Mexico. *Geophysical Research Letters*, 32, L18610, doi: 10.1029/2005GL023716.
- Waters, J.W.; Kunzi, K.F.; Pettyjohn, R.L.; Poon, R.K.L. & Staelin, D.H. 1975. Remote sensing of atmospheric temperature profiles with Nimbus-5 microwave spectrometer, *Journal of the Atmospheric Sciences*, 32: 1953-1969.