

# Avaliação dos limites dos Grandes Ecossistemas Marinhos brasileiros em função da variabilidade climática

Helena Cachanhuk Soares<sup>1,2</sup>, Douglas Francisco Marcolino Gherardi<sup>1</sup>, Eduardo Tavares Paes<sup>1</sup>  
Luciano Ponzi Pezzi<sup>1,2</sup> Mary Toshie Kayano<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Divisão de Sensoriamento Remoto - INPE, Av. dos Astronautas, 1758, São José dos Campos, SP, 12227-010, Brasil. Email:helenacs@dsr.inpe.br

<sup>2</sup> Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - INPE

**ABSTRACT:** The Large Marine Ecosystems (LMEs) are functional units used for the coastal areas assessment and management. Its boundaries are defined based on bathymetry, hydrography, productivity and trophically-related populations. Correlation fields were calculated for climate indices and sea surface temperature anomalies for the southwest Atlantic, using detrended and filtered data to identify interannual spatial patterns. Significant correlations indicated that there is a separation between the north and east Brazil coasts located halfway between the boundaries of LMEs. The influence of the Pacific Decadal Oscillation (PDO) phase shift also caused changes in the spatial distribution of correlations. The results indicated that LMEs along the Brazilian coast could not represent the global climate variability influence. In this way, the use of these units for monitoring and evaluate possible climate changes impacts in the Brazilian coastal area could be inadequate.

**Palavras-chave:** Grandes Ecossistemas Marinhos, Variabilidade climática, Atlântico Sul.

## 1. INTRODUÇÃO

Os Grandes Ecossistemas Marinhos (GEM) são definidos como extensas áreas do oceano (acima de 200 000 km<sup>2</sup>) que se distinguem por meio da batimetria, regimes hidrográficos, produtividade e relações tróficas de dependência das populações (Sherman, 1991). Os limites geográficos dos GEMs são definidos pelos contornos continentais e pelas correntes costeiras oceânicas (OLSEN et al., 2006).

Para todo o globo foram definidos 64 GEMs, com o intuito de que estas áreas fossem utilizadas como unidades de manejo e avaliação dos ecossistemas. Para o Brasil foram definidos três: o GEM brasileiro do Norte, do Leste e do Sul (Figura 1).

Objetivo desta pesquisa é a definição dos GEMs brasileiros em termos da vulnerabilidade da zona costeira brasileira as variações climáticas. Para isto foram selecionados índices que expressam esta variabilidade e estes foram correlacionados com a anomalia de temperatura da superfície do mar (TSM) no Atlântico Sul. Os índices climáticos utilizados foram o Niño 3, que diz respeito à variabilidade interanual (entre 2 e 7 anos) do Oceano Pacífico e o Índice de Oscilação Antártica (IOA) ou *Antarctic Oscillation* (AAO), que de acordo com Gong e Wang (1999) tem o potencial de esclarecer regimes climáticos do Hemisfério Sul. Também foram utilizados índices para avaliar a influência da variabilidade do Atlântico tropical: o *Tropical North Atlantic* (TNA) e o *Tropical South Atlantic* (TSA).

As correlações também foram efetuadas de forma a avaliar as diferenças associadas à mudança de fase (1976/1977) da Oscilação Decenal do Pacífico (ODP). As mudanças de fase desta oscilação provocam impactos climáticos e ecológicos no Pacífico (MANTUA et al. 1997). Assim, verificar a influência desta mudança de regime da ODP na zona costeira brasileira também é de grande relevância para este estudo.

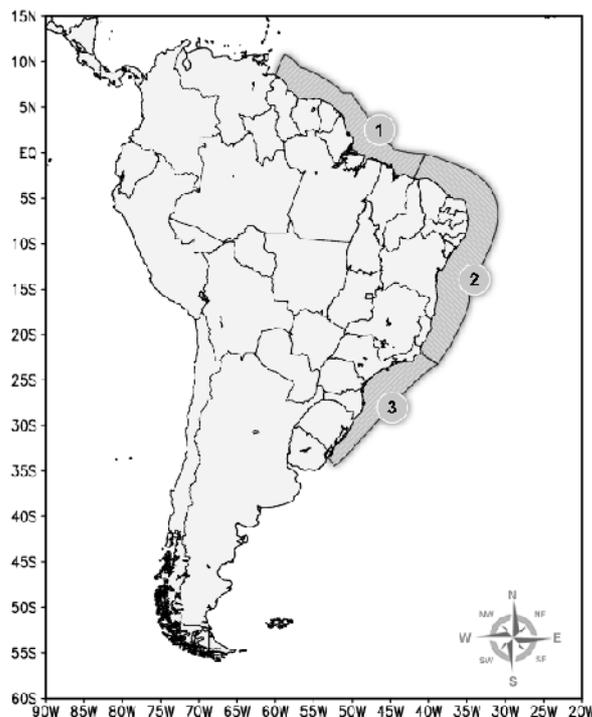


Figura 1: Grandes Ecossistemas Marinhos brasileiros.

## 2. METODOLOGIA

Os dados de TSM empregados neste trabalho estão disponíveis em <http://www.cdc.noaa.gov/data/gridded/data.noaa.ersst.html>. Esta é a terceira versão do conjunto de TSM global reconstruída do *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) (SMITH et. al, 2008). A resolução espacial destes dados é de  $2^\circ \times 2^\circ$  em latitude e longitude. Esta série é constituída de dados mensais relativos ao período entre 1854 até 2008, mas o período analisado neste trabalho se estende de 1948 a 2008.

Entre os índices climáticos utilizados três foram calculados por meio da anomalia da TSM média da área de cada índice. Sendo que antes da obtenção dos índices, os dados de TSM foram submetidos à remoção da tendência linear em cada ponto da grade. Estes índices podem ser encontrados em <http://www.cdc.noaa.gov/data/climateindices/list/>. A localização das áreas dos índices são as seguintes: Niño 3 de  $5^\circ\text{S}$  a  $5^\circ\text{N}$ ;  $150$  a  $90^\circ\text{W}$ ; TNA de  $5.5^\circ$  a  $23.5^\circ\text{N}$ ;  $15$  a  $57.5^\circ\text{W}$ ; TSA de  $0^\circ$  a  $20^\circ\text{S}$ ;  $10^\circ\text{E}$  a  $30^\circ\text{W}$ . O índice de Oscilação Antártica é o primeiro modo resultante da aplicação da técnica de funções ortogonais empíricas nos dados de anomalia de altura geopotencial em 700 hPa. Estes dados iniciam em 1974 e seguem até 2009. A série de dados relativa a este índice pode ser encontrada em [http://www.cpc.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily\\_ao\\_index/ao/ao\\_index.html](http://www.cpc.noaa.gov/products/precip/CWlink/daily_ao_index/ao/ao_index.html).

A fim de analisar a variabilidade climática na escala interanual (entre 2 e 7 anos) os dados foram submetidos ao processo de filtragem. Para isto foi aplicado um filtro passa banda com base na ondaleta de Morlet. A descrição sobre o filtro pode ser encontrada em Torrence e Compo (1998).

Os coeficientes de correlação entre os índices e anomalia de TSM sobre o Atlântico Sul foram calculados após a remoção da tendência linear, normalização e filtragem das séries. A fim de interpretar somente as correlações estatisticamente significativas foi aplicado o teste t-Student, ao nível de confiança de 95%. Este foi aplicado com base na metodologia adotada por Servain et al. (2000) e Kayano et al. (2009).

O interesse deste trabalho é a zona costeira brasileira, entretanto uma visão de como todo o Atlântico Sul responde à variabilidade climática pode auxiliar na interpretação dos resultados, desta forma as correlações foram calculadas ponto a ponto sobre a grade para todo

o Atlântico Sul. As correlações também foram determinadas para diferentes defasagens entre o índice e as variáveis na área de estudo, a fim de determinar um possível tempo de resposta às forçantes climáticas. Ainda, com interesse em entender as diferenças entre a mudança da fase fria para a fase quente da ODP (1976/1977), os coeficientes de correlação foram determinados para o intervalo anterior e posterior a esta mudança de fase da ODP, exceto para o IOA devido ao menor período dos dados.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As correlações entre o índice NINO 3 e as anomalias de TSM na zona costeira apresentaram os maiores valores para a defasagem de 8 meses, em torno de 0.7. É possível notar que as diferenças entre as duas fases da ODP são marcantes. Para a fase fria (Figura 2.a) nota-se correlações positivas que envolvem toda a região do GEM do norte e também do leste e se estende por todo o Atlântico Sul em uma faixa em torno 18 a 25°S. Já para o período correspondente a fase quente (Figura 2.b), nota-se no GEM do leste, uma divisão da região de correlações significativas e as correlações que se estendem por todo o Atlântico aparecem mais intensas. Para o GEM do Sul, na região ao sul de 25°S é observada a maior diferença entre as duas fases da ODP, uma vez que para a fase fria foram identificadas correlações positivas para essa região e já na fase quente os valores dos coeficientes de correlação não foram significativos.

Com relação à variabilidade do Atlântico tropical, o TNA apresentou alta correlação positiva, para a defasagem de 1 mês, em grande parte do GEM do norte. Este comportamento já era esperado uma vez que a área desse GEM é próxima a área do índice. No entanto, a região de correlação significativa é maior durante a fase fria da ODP (Figura 3.a). Para a fase quente (Figura 3.b) nota-se na parte sul do GEM do leste, uma área de anomalia positiva, que não apareceu na fase fria da ODP, e para a parte norte a área de correlação significativa é mais afastada da costa. O TSA apresentou alta correlação positiva simultânea com grande parte da área do GEM do leste, isso também era esperado devido à localização do índice. Entretanto somente para a fase quente (Figura 3.d) da ODP observa-se uma região de correlação negativa do índice no extremo sul da área do GEM do sul.

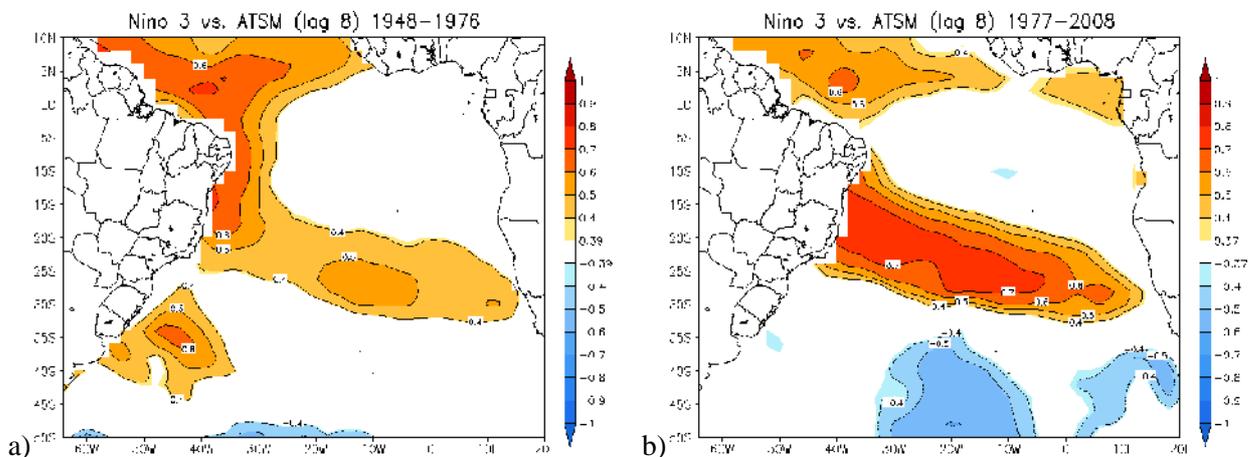


Figura 2. a) Correlação entre o Niño 3 e a anomalia de TSM para a fase fria da ODP (1948-1976). b) Correlação para a fase quente da ODP (1977-2008).

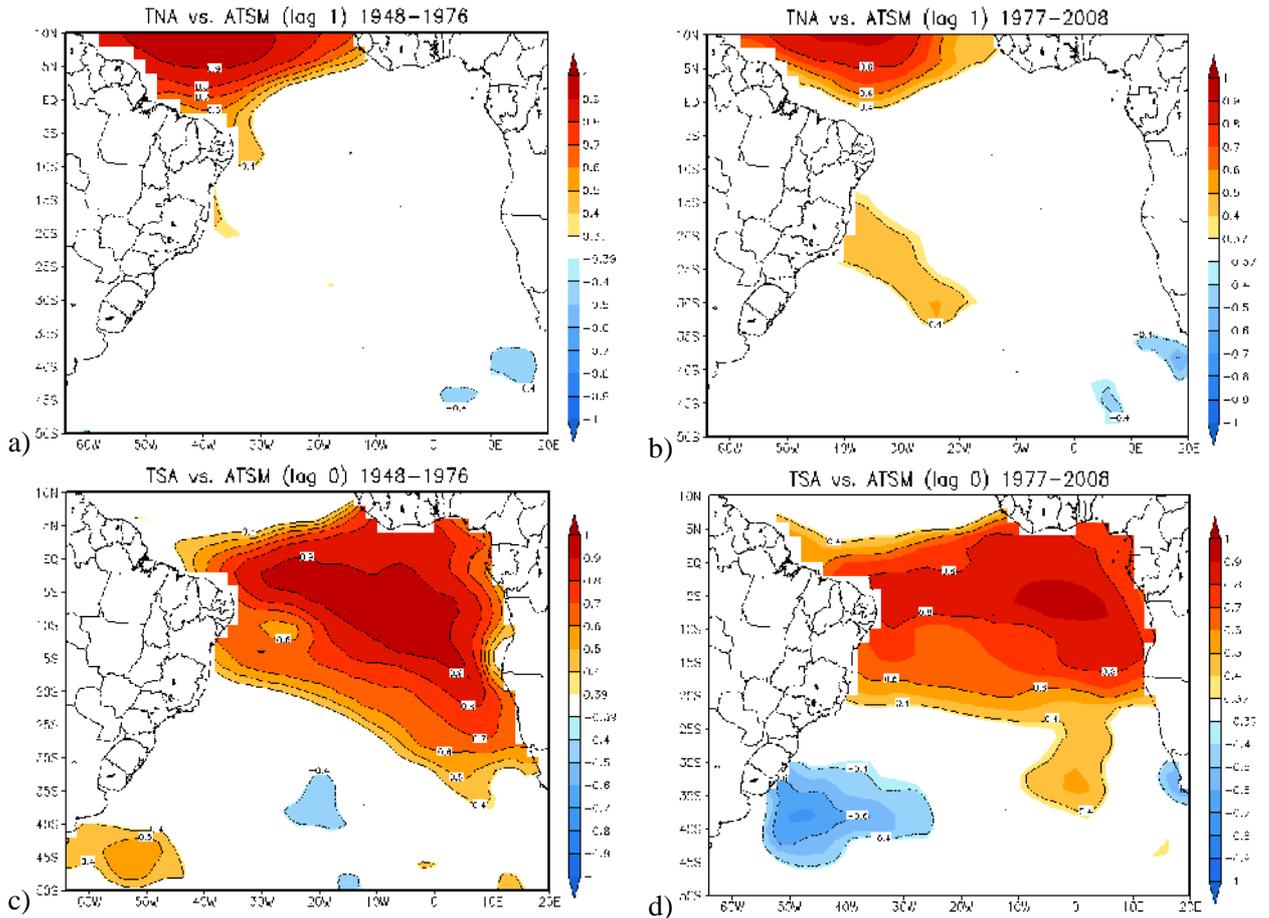


Figura 3. a) Correlação entre o TNA e a anomalia de TSM para a fase fria da ODP (1948-1976). b) Correlação para a fase quente da ODP (1977-2008). O mesmo para o índice TNA em c) e d).

Com relação ao IOA, a correlação foi significativa para a defasagem de 6 meses para a área entre 20 e 30°S aproximadamente, região esta que não havia apresentado correlações significativas com os outros índices (Figura 8). Para defasagens maiores nota-se uma mudança no padrão de correlação, sendo que para 24 meses o sinal na área entre 20°S e 30°S desaparece e a anomalia de TSM nas regiões do GEM do norte e leste passam a ser negativamente correlacionados com o índice.

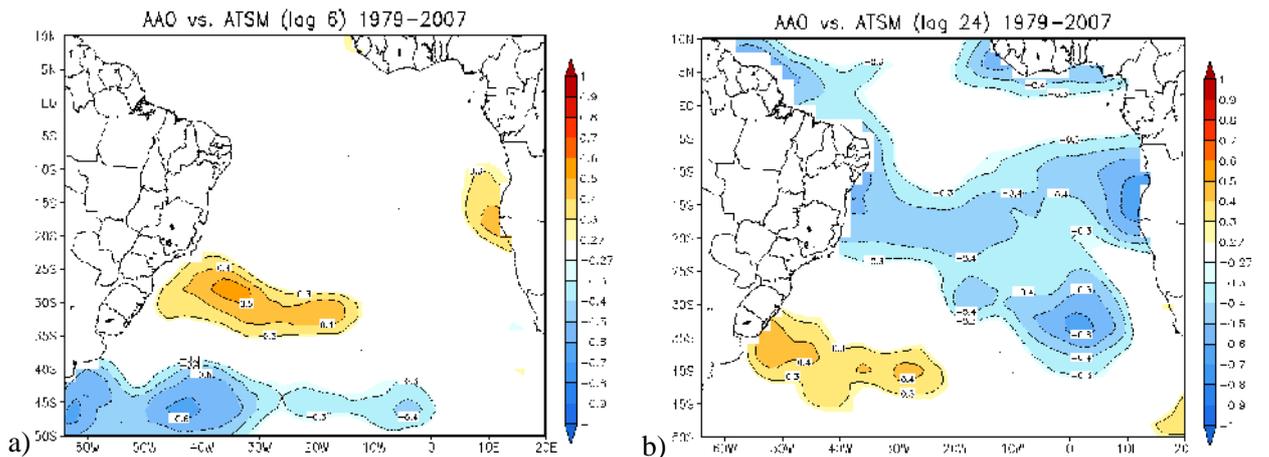


Figura 3. a) Correlação entre o AAO e a anomalia de TSM defasagem de 6 meses. b) Correlação para a defasagem de 24 meses.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados, ainda que preliminares, indicam que os GEM's brasileiros da forma que estão definidos apresentam limitações para representar a influência da variabilidade climática global sobre a zona costeira brasileira. As diferenças mais notáveis foram com relação aos limites do GEM do Norte e do Leste, pois foram encontrados valores intensos de correlação positiva com o índice Niño 3, na área que engloba parte dos dois GEM's. Os índices TNA e TSA também apresentaram área de correlação significativas sobre a região dos GEMs brasileiros, sendo que a influência da mudança de fase da ODP foi identificada. Outro aspecto interessante é que na região entre 20° e 30°S as anomalias de TSM não apresentaram correlações com os índices Niño 3, TNA e TSA, e somente o IOA apresentou coeficientes de correlação significativos para esta área.

**AGRADECIMENTOS:** Ao CNPq pela concessão da bolsa DTI nº. 381661/2009-1

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GONG, D., WANG, S. Definition of Antarctic Oscillation Index. **Geophysical Research**, 26, 459-462, 1995.

KAYANO, M. T., OLIVEIRA, C. P., ANDREOLI, R. V. Interannual relations between South American rainfall and tropical sea surface temperature anomalies before and after 1976. **International Journal of Climatology**, v.29, p. 1439-1448, 2009.

MANTUA, N. J., HARE, S. R., ZHANG, Y., WALLACE, J.M., FRANCIS, R.C. A Pacific inter-decadal climate oscillation with impacts on salmon production. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 78, p. 1069-1079, 1997.

OLSEN, S. B., SUTINEN, J. G., JUDA, L., HENNESSEY, T. M., GRIGALUNAS, T. A. 2006. **A handbook of governance and Socioeconomics of Large Marine Ecosystems**. Coastal Resources Center. University of Rhode Island. Disponível em: [http://www.lme.noaa.gov/index.php?option=com\\_content&view=article&id=196&Itemid=66](http://www.lme.noaa.gov/index.php?option=com_content&view=article&id=196&Itemid=66). Acesso em: janeiro de 2010.

SERVAIN, J., WAINER, I., AYINA, H. L., ROQUET, H. The relationship between the simulated climatic variability modes of the Tropical Atlantic. **International Journal of Climatology**, v. 20, p. 939-953, 2000.

SHERMAN, K. The large marine ecosystem concept: research and management strategy for living marine resources. **Ecological Applications**, v. 4, p. 349-360, 1991.

SMITH, T. M., REYNOLDS, R. W., PETERSON, T. C., LAWRIEMORE, J. Improvements to NOAA's Historical merged Land Ocean surface temperature analysis (1880-2006). **Journal of Climate**, v. 21, p. 2283-2296, 2008.

TORRENCE, C., COMPO, G. P. A practical guide to wavelet analysis. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 79, p. 61-78, 1998.