

ANÁLISE COMPARATIVA DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA E SEU EFEITO SOBRE O BRANQUEAMENTO DE CORAIS NA REGIÃO DE ABROLHOS (BA, BRASIL)

Augusto Andrade Pereira¹, Ilana Elazari Klein Coaracy Wainer¹, Luciano Ponzi Pezzi²

¹Instituto Oceanográfico da Univ. de S. Paulo, São Paulo - SP, Brasil.

augusto.pereira@usp.br, wainer@io.usp.br, ²Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos – SP Brasil. luciano.pezzi@cptec.inpe.br

RESUMO: O Banco de Abrolhos comporta um dos maiores e complexos sistemas biológicos do Atlântico Sul. Porém, essa região de elevado valor ecológico, econômico e social ainda não foi suficientemente estudada e seus aspectos físicos e biológicos não foram satisfatoriamente descritos e interpretados. Existem poucos estudos a respeito da variabilidade climática em Abrolhos, apesar do grande alarde atual a cerca do aquecimento global. Este trabalho, através de análises de séries temporais de parâmetros meteorológicos e oceanográficos, visa uma melhor compreensão dos fenômenos climáticos da região e sua relação com o branqueamento de recifes de corais. Desta forma, será possível estabelecer relações entre fenômenos climáticos globais e fenômenos regionais e seus respectivos impactos sobre os recifes coralinos. O melhor entendimento da relação entre variabilidade climática se faz importante, a medida que contribui para a manutenção e aviação de impactos antrópicos sobre um complexo biológico que abriga um ambiente singular de biodiversidade e riqueza biológica: o Banco de Abrolhos.

ABSTRACT: A COMPARATIVE ANALYSIS OF CLIMATOLOGICAL VARIABILITY AT ABROLHOS REGION (BA,BRASIL) AND ITS EFFECT ON CORAL BLEACHING – The Abrolho's bank region shelters one of the biggest and the most complex biological systems of the South Atlantic. Yet, this region of great ecological, economic and social value has not been sufficiently studied and its physical and biological aspects have not been described and interpreted in detail. There are few studies about the climatological variability of the Abrolhos bank despite the growing attention related to the global warming impacts. This work, using meteorological and oceanographic data aims to a better comprehension of the climate parameters behavior and the establishment, when possible, of its connections with the coral bleaching events. This will contribute to the evaluating and management of antropogenic impact on the Abrolhos bank.

Palavras-Chave: Branqueamento, Recife de Corais, Banco de Abrolhos, Variabilidade Climática, Fenômenos Climáticos.

1. INTRODUÇÃO

Durante as últimas décadas, muito se discutiu a cerca de variabilidades e mudanças climáticas ao redor do globo. Diversos modelos numéricos e perspectivas teóricas foram utilizados de forma a melhor entender e prever o panorama climático global. Em escalas menores, o clima regional de diversas áreas de extrema importância econômica, social e ecológica, ainda não foi suficientemente discutido e interpretado.

A climatologia da Região de Abrolhos ainda não foi precisamente descrita e fenômenos anômalos regionais ainda necessitam ser melhor identificados ao longo das séries temporais. Existem poucos trabalhos sobre o clima de Abrolhos e a intensidade da interferência de fenômenos climáticos globais, como o El Niño, sobre o clima regional.

O melhor entendimento dos processos e padrões climáticos da região poderia fornecer subsídios para a análise da causa de diversos fenômenos biológicos recorrentes na região, como o branqueamento de corais. A influência de fatores físicos nesses processos foram insuficientemente estudados, devido à sua grande complexidade, porém são de extrema relevância para o melhor entendimento e manejo de processos biológicos. Um importante exemplo da interferência dessa variação climáticas na biota é o *branqueamento de corais* que vem ocorrendo cada vez mais intensamente durante os últimos anos.

Esse fenômeno é uma resposta dada pelo organismo a situações de estresse geradas por mudanças no físicas e biológicas no ambiente do organismo, como mudanças da temperatura da água, aumento da radiação solar incidente, exposições repentinas dos corais ao ar, aumento da turbidez no ambiente, poluição e diminuição da salinidade. Porém, a principal causa apontada é a grande variação das temperaturas da superfície do mar, principalmente em anos de El Niño (*Glynn et al., 1988; Glynn & Colgan, 1992*) e em períodos em que as correntes de ressurgência (muito frias) atingem os recifes de coral (*Kobluk & Lysenko, 1994*).

O branqueamento é gerado pela expulsão de dinoflagelados simbiotes ou pigmentos fotossintéticos que realizam a produção primária que auxilia a manutenção dos corais (Mcgrath & Smith, 1998). Desta forma o tecido do coral torna-se transparente e é possível visualizar o seu esqueleto carbonático branco. O branqueamento não é um fenômeno restrito apenas aos corais. Outros organismos que possuem relação simbiótica com dinoflagelados, diatomáceas ou cianobactérias, também sofrem com o branqueamento como resposta a situações de estresse (Pechoux, 1997). Mudanças climáticas drásticas podem alterar componentes oceanográficas e meteorológicas e assim prejudicar a estabilidade de recifes coralinos. Variações de salinidade podem estressar ou até matar recifes de corais. Dessa forma, a análise de eventos e padrões climáticos na região de Abrolhos são essenciais para que fenômenos como o de branqueamento de corais sejam entendidos e impactos antrópicos sejam identificados.

2. METODOLOGIA

Para caracterizar a região de estudo, foram utilizados conjuntos de dados de reanálises globais de diversas variáveis oceanográficas e meteorológicas (e.g. temperatura do ar, mar, precipitação, pressão ao nível do mar, etc ..). As bases utilizadas foram o SODA (Simple Ocean Data Analysis) e o ERA40 (Dados de Reanálises do Centro Europeu). A partir desses dados, além da média dessas variáveis para todo o período disponível de dados, foram calculadas médias decadais e de dois períodos de tempo diferentes para que a evolução do clima regional possa ser analisada. Outro método de comparação entre variáveis climáticas utilizadas foi o cálculo de climatologias para períodos diferentes explicitando possíveis diferenças climatológicas entre os períodos. Além disso, a média sazonal auxiliou uma visualização prévia da variação climática por estação no banco de Abrolhos.

A evolução temporal dos parâmetros estudados, foi melhor explicitada através cálculos de anomalia para todo o período. Diagramas de Hovmoller (longitude *versus* tempo) mostram evoluções temporais da região em diferentes longitudes. Para melhor comparação entre diferentes variáveis oceanográficas, as anomalias foram normalizadas através do desvio padrão e correlacionados entre si.

3 - RESULTADOS PRELIMINARES

A região de Abrolhos situa-se na região intertropical possuindo elevada temperatura da superfície do mar. Mais ao norte da região de Abrolhos, obtemos médias em torno de 26,5° C. Mesmo em sua região de média mais fria obtemos valores de TSM superiores a 23°C. A região não apresenta variações intensas da TSM, fator que favorece o desenvolvimento de recife de corais, organismos de muita afinidade com águas costeiras quentes durante todo o ano. A figura 1 representa o vento médio sobre a TSM média de 1958 a 2005.

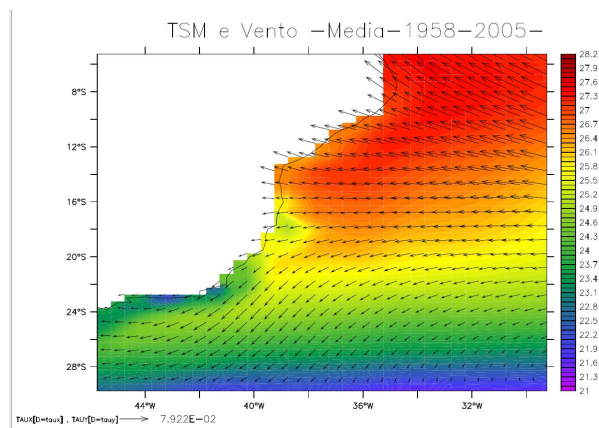


Figura 1: Média de TSM e vento na região de Abrolhos e adjacentes (1958 – 2005)

Observa-se na figura 1 a predominância de vento de leste. A figura 2 representa a média de TSM durante o período, para o verão, outono, inverno e primavera respectivamente. Por se tratar de um região muito próxima do equador, as estações não resultam em grandes gradientes temporais de TSM, porém observamos diferenças de mais de 2° C de média na TSM da região entre o inverno e o verão.

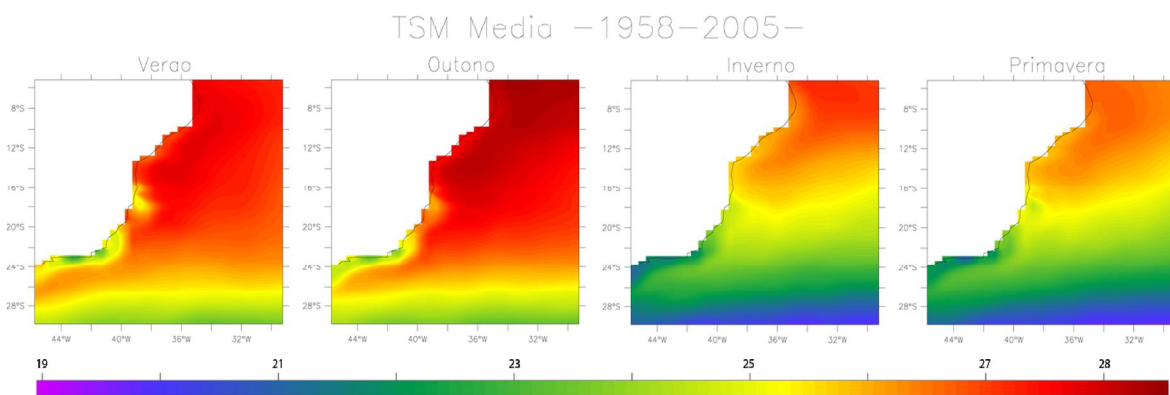


Figura 2: Variação sazonal de TSM em Abrolhos e adjacentes.

A figura 3 representa a variância de TSM da região de Abrolhos (de 16°S a 21°S e 36°W a 41°W) e seu entorno. Nota-se, que a região de Abrolhos possui baixa variabilidade de TSM, sendo que o desvio padrão não ultrapassa os 1,7°C. Na região mais próxima a costa, o desvio padrão chega a ser inferior 1,2°C.

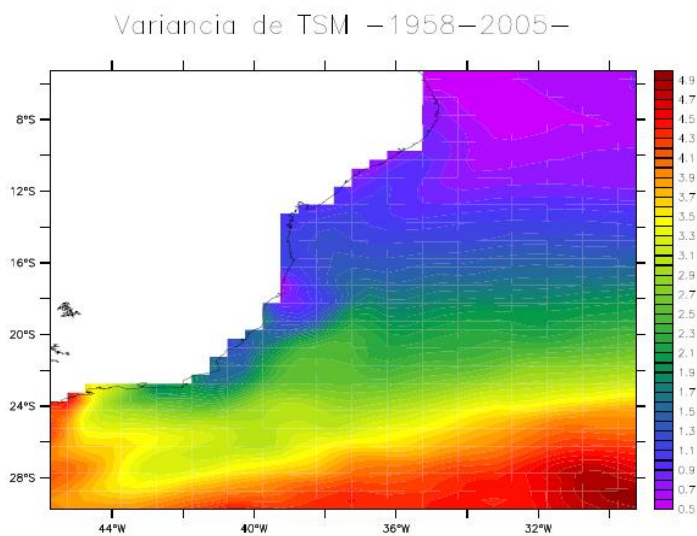


Figura 3: Variância de TSM na região de Abrolhos e adjacência de 1958 a 2005.

Identificação de possíveis mudanças climáticas:

A figura 4 representa a anomalia de TSM e salinidade da superfície do mar (SSM) na região de Abrolhos. A série temporal de anomalia, apresentou um menor desvio padrão de TSM (0,36°C) e SSM (0,044 psu). Nota-se uma tendência positiva de aumento tanto na anomalia de TSM quanto na anomalia de SSM, sendo a taxa de aumento de TSM (0,01087°C/ano) por volta de 0,03 desvios padrão da anomalia de TSM na região por ano e de SSM (0,000617 psu/ano) por volta de 0,014 desvios padrão da anomalia de SSM na região por ano. Todos os meses apresentaram taxas de variações positivas, tanto para TSM quanto para SSM. O mês de novembro, de menor tendência positiva de aumento de TSM (0,003259°C/ano) corresponde ao de maior tendência de aumento de SSM (0,001429°C/ano). Já abril, apresenta uma das menores taxas de aumento de SSM (0,00052 psu/ano), enquanto que, em relação a TSM, possui a maior tendência positiva (0,01732 °C/ano). Tal inversão no padrão das taxas de aumento de TSM e SSM pode ser devido à mudanças dos padrões pluviométricos locais. Embora as tendências positivas das anomalias de TSM e SSM apontem para uma possível mudança climática, elas não implicam necessariamente em mudanças sistemáticas no campo de temperatura e salinidade de Abrolhos.

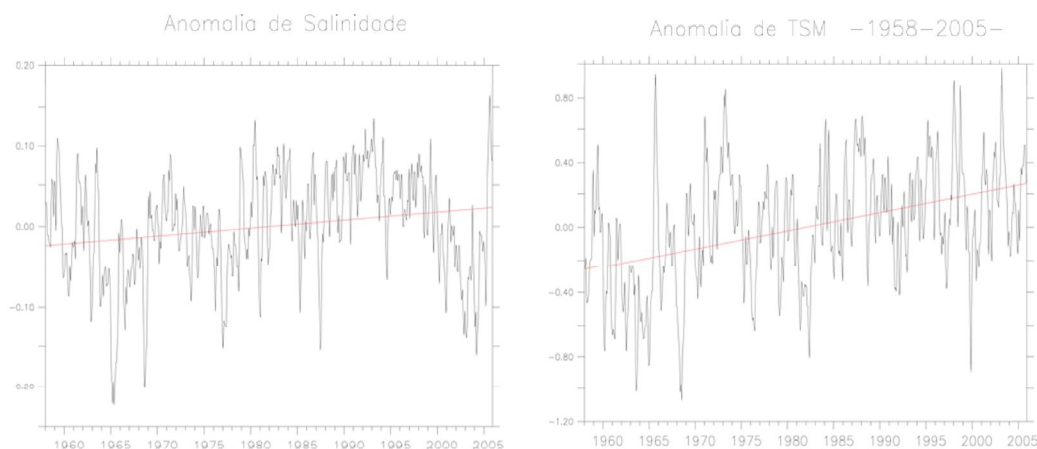


Figura 4: Tendência de anomalia de TSM e SSM em Abrolhos.

A tendência positiva de TSM, reflete na climatologia da região. Com o fim de identificar mudanças climáticas relevantes em Abrolhos, o período de 48 anos (1958-2005) foi dividido em dois períodos (1958–1981 e 1982-2005) que foram comparados. Ambos os períodos apresentaram tendências positivas de aumento de TSM, porém o primeiro período apresentou uma taxa de variação ($0.01334^{\circ}\text{C}/\text{ano}$) equivalente a quase o dobro do segundo ($0.006739^{\circ}\text{C}/\text{ano}$). A média de TSM do primeiro período ($25,16^{\circ}\text{C}$) está $0,26^{\circ}\text{C}$ abaixo do segundo período (25.42°C). A figura 5 representa a climatologia dos dois períodos de 24 anos e do período inteiro de 48 anos.

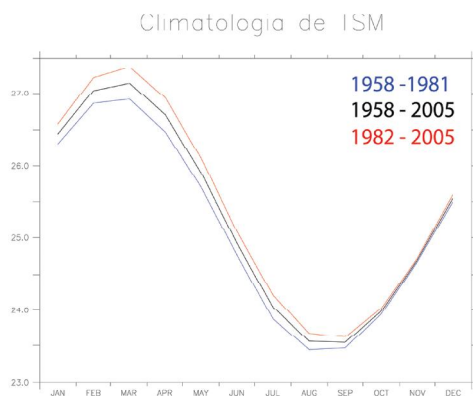


Figura 5: Climatologia de TSM em Abrolhos de três períodos distintos.

Embora as climatologias possuam o mesmo padrão, o primeiro período possui, em todos os seus meses, TSM inferiores ao segundo. a diferença entre o mês médio de cada período chega a quase $0,5^{\circ}\text{C}$ em abril diminuindo durante os últimos meses do ano. As análises dos parâmetros climatológicos e oceanográficos, embora ainda não decisivas, apontam para uma tendência ao aumento de salinidade e temperatura de superfície.

A variabilidade climática e o Branqueamento de corais de Abrolhos:

Estudos prévios, relatam a incidência de eventos extremos de branqueamento de coral durante os anos de 1989, 1990, 1993, 1994, 1997 (Goreau, 1997), 1998, 1999, 2003 e 2005 (Leão, 2007). Segundo os autores, a principal causa do fenômeno é o aumento de TSM. A figura 6 representa os fenômenos de branqueamento, situado nas anomalias (normalizadas através do desvio padrão) de TSM e SSM da região de Abrolhos.

Observa-se na figura 6 que os fenômenos de branqueamento coincidem com períodos de anomalias positivas de TSM intensas. Grande parte das incidências extremas de branqueamento estão situados em períodos anômalos de TSM, porém alguns dos fenômenos não se encaixam nesse padrão. Durante o ano de 1999, grande parte dos corais branquearam, apesar da anomalia térmica do mar não ser tão intensa. Porém, o gráfico de salinidade nos fornece uma anomalia negativa superior a 1 desvio padrão, mostrando a incidência de água menos salina na região. Outros eventos de salinidade anômala negativa foram constatados sem o

fenômeno de branqueamento, indicando um efeito secundário da anomalia negativa de SSM, sinérgico ao efeito da anomalia positiva de TSM. Eventos de grandes anomalias de SSM e baixa de TSM, como ocorrido em 2004, parecem não surtir impactos decisivos sobre o efeito de branqueamento de corais.

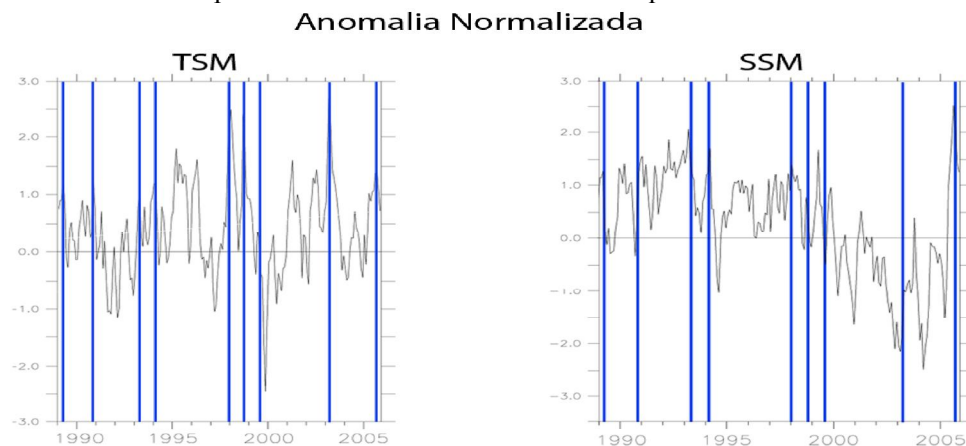


Figura 6: Fenômenos extremos de branqueamento em Abrolhos sobre anomalias de TSM e SSM

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho encontra-se ainda em andamento e após uma descrição geral dos padrões climatológicos da área, se iniciará a identificação e quantificação de fenômenos climáticos significativos da região de Abrolhos. O estudo preliminar detalhado do clima regional fornece subsídios para o entendimento do fenômeno de branqueamento de coral na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, K. M., *Comportamento dos sistemas frontais sobre a América do Sul*, 2004. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, S. J. dos Campos, SP, Brasil, 2004.
- CARTON, J., CHEPURIN, G., CAO, X., GIESE, B. 2000a. *A simple ocean data assimilation analysis of the global upper ocean 1950-95. part 1: Methodology*. J. Phys. Oceanogr., 30, p. 294-309.
- CHAVES, R. R., *Variabilidade da precipitação na região Sul do Nordeste e sua associação com padrões atmosféricos*, 1999. 159 f. Tese de Mestrado, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, S. J. dos Campos, SP, Brasil, 1999.
- CHURCH JA. ANDREWS JC, NOLAND FM (1985). Continental Shelf Research 4: 515-531.
- HOUGHTON, J. T. et al., (eds.) *IPCC Third Assessment Report: Climate Change 2001 (Three volumes)*, Cambridge University Press, UK.
- LEÃO, Z. M. A. N., and R. N. Ginsburg, *Living reefs surrounded by siliciclastic sediments: the Abrolhos coastal reefs, Bahia, Brazil*, in *Proceedings of the 8th International Coral Reefs Symposium*, edited by H. Lessons and I. Macintyre, pp. 1767-1777, Panama, 1997.
- LEIPE, T. B. KNOPPERS, E. MARONE, AND R. CAMARGO, *Suspended matter transport in coral reefs in waters of the Abrolhos bank Brazil*, *Geo-Marine Letters*, 19, 186-195, 1999.
- LESSA, G. C. AND M. CIRANO, *On the circulation of a coastal channel within the Abrolhos Coral Reef system – Southern Bahia, Brazil*, in *J. Coast. Res.*, vol. 39, 2006.
- LOUGH, J.M. Climate Variations and Coral Reefs. In: MUNRO, J. L. and MUNRO, P. E. (Eds). *The Management of Coral Reef Resources Systems: Part III: Physical Influencing Reefs*. Townsville, Australia: International Center of Living Aquatic Management, 1992. p. 36-37.
- MIGOTTO, A. E., 2006. 5 f. *Recifes de Coral e “Branqueamento”*, Brasil:CEBMAR, USP. 2006.
- SOARES, S. M., *Ondas instáveis no sistema de correntes de contorno oeste ao largo de Abrolhos*, 2007. 81 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Física) – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2007.
- TEIXEIRA, C. E. P. *Caracterização e Variabilidade da Hidrodinâmica da Zona Costeira adjacente ao Banco de Abrolhos*, 2006. 93 f. Tese (Doutorado em Oceanografia Física) – Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.