CIRCULAÇÃO OCEÂNICA SUPERFICIAL DO ATLANTICO EQUATORIAL EM PERIODOS EXTREMOS DE EL NINO E LA NINA: RESULTADOS PRELIMINARES EM UM MODELO REGIONAL

Fagundes[1],M.,Campos[2],P.C.,Parise[1],C.K.,[2]Pezzi,L.P.,[1]Junior,A.R.T.,[2]Sutil,U.A.,[2]Gouveia ,M.B.

[1]Universidade Federal do Maranhão - UFMA
Av. dos Portugueses, 1966 - Bacanga - MA CEP 65080-805
mfagundes.ufma@gmail.com
[2]Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE
Av. dos Astronautas, 1758 – Jardim da Granja – SP CEP 12227-010

RESUMO

O Atlântico Equatorial está sob influência da ZCIT, cuja migração meridional gera variações sazonais nos campos de correntes e TSM, e dos eventos ENOS os quais geram variações interanuais na circulação da área de estudo. O objetivo deste é configurar o modelo regional ROMS para representar a circulação no Cinturão Equatorial. Foram escolhidos três períodos para a análise um El Niño(97-98), La Niña(88-89), Neutro(93-94). As maiores anomalias decorrentes do ENOS foram observadas entre os meses de Maio a Julho na região no Cinturão Equatorial. Foi observado uma intensificação da Corrente Norte do Brasil para o período de ENOS positivo.

Palavras chave: Anomalia da TSM, Circulação Superficial, ROMS

INTRODUÇÃO

A ZCIT é o sistema meteorológico mais importante no regime de precipitação da região equatorial brasileira (HASTENRATH e HELLER, 1977). Em anos normais, a ZCIT migra da sua posição mais ao norte (~ 14°N), durante agosto- setembro, para sua posiçao mais ao sul (~ 4°S), durante março-abril e sua migração sazonal altera o padrão dos ventos alísios de nordeste. Essa alteração resulta no ciclo sazonal das correntes de superfícies no Atlântico Equatorial (STRAMMA e SCHOTT, 1999).

De acordo com STRAMMA e SCHOTT (1999), a variabilidade interanual do El Niño-Oscilação Sul (ENOS) pode alterar a intensidade dos ventos alísios de nordeste. Portanto, em fases de ENOS negativa (La Niña) os ventos alísios são mais pronunciados e anomalias negativas são encontradas, por exemplo. O modo de detectar a ocorrência de ENOS tanto positivo quanto negativo é por anomalias na Temperatura da Superfície do Mar (TSM) (CATALDI *et al.*,2010). Estudos recentes mostram que em regiões que não sejam o Pacífico Tropical tendem a ter seu pico de anomalias da TSM entre 2 a 6 meses depois do evento ocorrido (ALEXANDER *et al.*, 2005).

OBJETIVO

Configurar um modelo regional para representar a circulação no Cinturão Equatorial.

METODOLOGIA

O modelo utilizado neste estudo foi o *Regional Ocean Modeling System* (SHCHEPETKIN e MCWILLIIAMS, 2005), um modelo oceânico tridimensional de superfície livre, que utiliza o método de diferenças finitas para resolver as equações de *Navier-Stokes*, assumindo as aproximações hidrostáticas e de *Boussinesq* (HAIDVOGEL et al., 2008). A discretização vertical utiliza as coordenadas do tipo terrain-following (SONG e HAIDVOGEL, 1994).

O domínio estende-se de 12°N a 15°S e de 61°W a 14°E com resolução de 1/12 de grau (~9 Km) e 32 níveis verticais, com contornos abertos no norte e no sul. O experimento foi integrado para o período de 1980 a 2000 com resultados mensais.

Para poder caracterizar períodos de ENOS positivo (El Niño) ou ENOS negativo (La Niña) usou-se anomalias da TSM. Foi feito um ano controle com a média dos meses para os 20 anos de dados. A partir disso, escolheu-se 3 episódios de ENOS, sendo eles, 1988/1989 (ENOS negativo forte), 1993/1994 (ENOS neutro), 1997/1998 (ENOS positivo muito forte).

RESULTADOS

Por fim, foi realizado a diferença dos meses dentro desses episódios com o ano controle onde foi detectado que as maiores anomalias no Atlântico, ou quase nenhuma, foram encontradas nos meses de maio, junho, e julho dos anos de 89, 94, e 98. Além disso, uma média foi calculada para esses três meses para cada um dos anos citados anteriormente. Para a resultante das componentes u e v para os três períodos, foi feita uma média, a partir, dos 3 meses das maiores anomalias encontradas pelo autor.

A partir das diferenças calculadas entre os campos de TSM do ENOS neutro e do campos médio de todo o período foi observado que as anomalias de temperatura variaram em grande parte do domínio entre -0.5°C a +0.5°C e alguns pontos com anomalias igual a +1.0°C (fig. 1a). O que é considerável visto que teoricamente em períodos sem ENOS as anomalias deveriam ser próximas a zero. O que pode ser devido à localização da ITCZ que está se deslocando de sul para norte.

Já, o ano de 97/98, escolhido devido a sua importância histórica, apresenta anomalias entre 1.0°C a 2.5°C, como já se esperava devido ao acontecimento. LU e DONG (2005), encontraram para esta mesma região anomalias +1.0°C próximas a África e +0.5°C próximas a costa nordeste do Brasil para os períodos de Junho, Julho, e Agosto.

Para o período de La Niña (fig.1c), nota-se um padrão de anomalias negativas de 0.5°C para quase todo o cinturão Equatorial. O que pode ser resultante do fortalecimento dos ventos alísios. Além disso, pode ser visto picos de +0.5°C em regiões próximas ao Equador.

Os padrões de circulação superficial para os três períodos (fig.2) estão próximos ao encontrado na literatura (STRAMMA e SCHOTT, 1999). A Corrente Sul Equatorial ramo-central bifurca-se a quase 5°S formando a Corrente Norte do Brasil (CNB). Já a Corrente Sul Equatorial ramo-norte aparece entre 0° e 5°N.

Nos meses utilizados (Maio, Junho, e Julho) a ZCIT encontra-se entre 5°N e 10°N (STRAMMA e SCHOTT, 1999). Como era de se esperar para esse período, os ventos alísios estão atuando na parte mais ao norte do CEQ. Assim, a Contra Corrente Norte Equatorial (CCNE) intensifica-se atingindo valores de até 0.8 m/s em 5°N para o ano de La Niña e 0.5 m/s para o ENOS neutro na mesma região. A CCNE para o período de ENOS positivo é em torno de 0.4 m/s. Este resultado em parte corrobora com alguns estudos que mostram uma conexão, nos períodos de ENSO, fraca para o Atlântico Sul e Equatorial (ALEXANDER *et*

al., 2002; ENFIELD & MAYER, 1997; NICHOLSON, 1997).

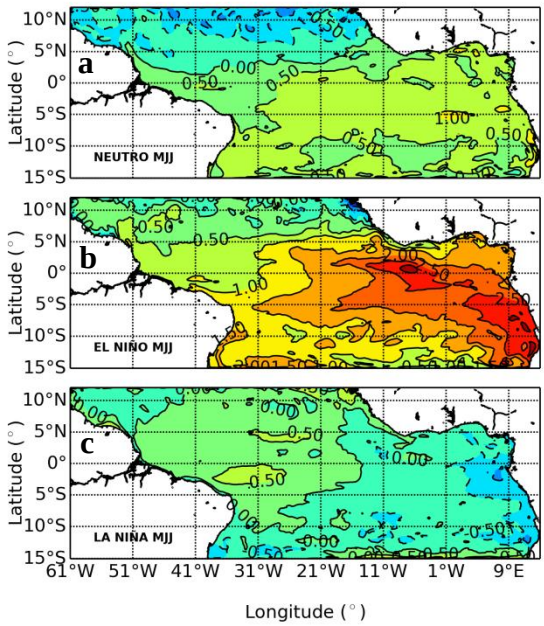

Figura 1: Anomalia média das Temperaturas para os meses de Maio, Junho, e Julho para as fases de ENOS neutra (1993/1994), ENOS positiva (1997/1998), e ENOS negativa (1988/1989).

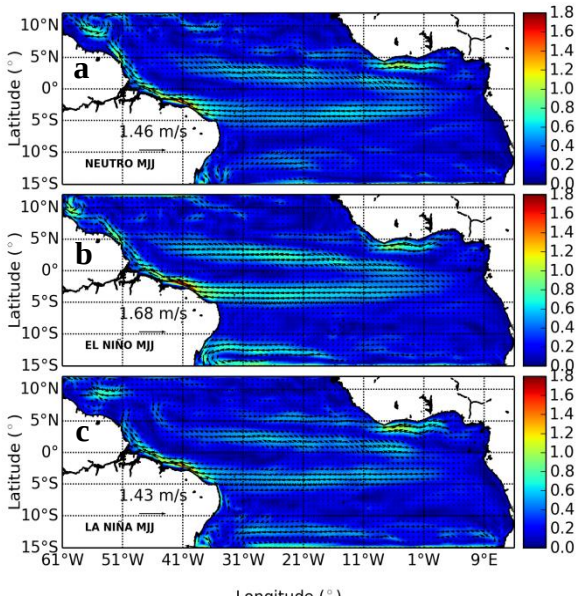

Figura 2: Média das resultantes da componente u e v para os meses de Maio, Junho, e Julho para as fases de ENOS neutra (1993/1994), ENOS positiva (1997/1998), e ENOS negativa (1988/1989).

A CNB apresentou velocidades entre 0.6 m/s a 1.68 m/s. DE MORAES *et al.* (2011), com dados de ADCP encontraram valores para a Corrente Norte do Brasil variando de 1.2 m/s a 2.05 m/s. Foi observado uma intensificação da CNB para o episódio de El Niño (fig.2b)

onde as velocidades foram até 0.25 m/s mais fortes em relação aos períodos de ENOS neutro e negativo. Seria esperado uma desintensificação da CNB já que os ventos alísios de sudeste ficam mais fracos durante anos de El Niño.

CONCLUSÕES

As maiores anomalias decorrentes do ENOS foram observadas entre os meses de Maio a Julho. A região leste foi a que apresentou as maiores anomalias para todos os períodos. Foi observado uma intensificação da Corrente Norte do Brasil para o período de ENOS positivo. Ainda é necessário aprofundar as análises para verificar as causas dessa intensificação.

De uma forma geral, o modelo conseguiu representar bem os principais padrões de circulação observados na região em estudo. Ainda são necessários alguns ajustes nas configurações do modelo para que os valores encontrados fiquem mais próximos dos dados observados *in situ*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDER, M.A., BLADÉ, I., NEWMAN, M., LANZANTE, J.R., LAU, N.G., SCOTT, J.D., 2002. The Atmospheric Bridge: The Influence of ENSO Teleconnections on Air–Sea Interaction over the Global Oceans. Journal of Climate. 15, 2205-2231.

CATALDI, M., ASSAD, L.P. DE F., JUNIOR, A.R.T., ALVES, J.L.D., 2010. ESTUDO DA INFLUÊNCIA DAS ANOMALIAS DA TSM DO ATLÂNTICO SUL EXTRATROPICAL NA REGIÃO DA CONFLUÊNCIA BRASIL MALVINAS NO REGIME HIDROMETEOROLÓGICO DE VERÃO DO SUL E SUDESTE DO BRASIL. *Revista Brasileira de Meteorologia.*25, 513-524.

HAIDVOGEL, D.B., ARANGO, H., BUDGELL, W.P., CORNUELLE, B.D., CURCHISTSER, E., DI LORENZO, E., FENNEL, K., GEYER, W.R., HERMANN, A.J., LANEROLLE, L., LEVIN, J., MCWILLIAMS, J.C., MILLER, A.J., MOORE, A.M., POWELL, T.M., SHCHEPETKIN, A.F., SHERWOOD, C.R., SIGNELL, C.R., WARNER, J.C., WILKIN, J., 2008. Ocean forecasting in terrain-following coordinates: Formulation and skill assessment of the Regional Ocean Modeling System. *Journal of Computational Physics*,227, 3595-3624.

HASTENRATH, S., & HELLER, L., 1977. Dynamics of climatic hazards in north-east Brazil. Quart. J. R. Meteor. Soc., 110, 411-425.

LU, R. & DONG, B., 2005. Impact of Atlantic sea surface temperature anomalies on the summer climate in the western North Pacific during 1997–1998. Journal of Geophysical Research, 110, 1-11 pags.

SHCHEPETKIN, A.F. & MCWILLIAMS, J.C., 2005. The Regional Ocean Modeling System: A split-explicit, free-surface, topography following coordinates ocean model. *Ocean Modelling*, 9, 347-404.

SONG, Y. & HAIDVOGEL, D.B., 1994. A semi-implicit ocean circulation model using a generalized topography-following coordinate system. *J. Comp. Phys*., 115(1), 228-244.

STRAMMA, L. & SCHOTT, F., 1999. The mean flow of the tropical Atlantic Ocean. *Deep-Sea Research II.* 46, 279-303.