

Modelagem hidrodinâmica da Plataforma Continental do Ceará: estudo numérico de um vórtice ao largo do Platô do Ceará

FREITAS¹, P.P; TEIXEIRA², C.E.P

^{1,2}Universidade Federal do Ceará - Instituto de Ciências do Mar - Labomar - Av. da Abolição, 3207 - Meireles - Fortaleza - CE, CEP 60165-081 - Fone: +55(85)33667021

¹pedropaulo.oceano@gmail.com

²ocecept@gmail.com

RESUMO

A Plataforma Continental do Ceará (PCCE) apresenta características físicas e geomorfológicas que a tornam cientificamente interessantes para Oceanografia Física. O trabalho tem como objetivo geral estudar a variabilidade espacial e temporal da circulação da PCCE através do modelo Regional OceanModelling System (ROMS). Foram utilizados dados do HybridCoordinateOceanModel (HYCOM) e NavyCoupledOcean Data Assimilation (NCODA) para construção das condições de contorno e inicial, além dos modelos TPOX8.0/Poseidon Global InverseSolution e saídas do ERAinterim para construção dos forçantes com maré. A circulação sub-maré na PCCE apresenta direta relação com a sazonalidade do vento, enquanto o Vórtice do Ceará (VC) é controlado pela variabilidade temporal da intensidade da Corrente Norte do Brasil (CNB).

Palavras chave: Vórtice, Corrente Norte do Brasil, Circulação Sub-maré

INTRODUÇÃO

A Plataforma Continental do Ceará (PCCE) possui grande importância ecológica, bem como sócio-econômica ao Estado, além disso, a mesma apresenta características físicas e geomorfológicas que a tornam cientificamente interessantes para Oceanografia Física, tais como largura reduzida da plataforma, mudanças de orientação da linha de costa, proximidade com a Corrente Norte do Brasil (CNB) e feições de alto relevo na região da plataforma externa e talude, como é o caso do Platô do Ceará.

Embora seja evidente a importância científica, socioeconômica e ambiental, existem poucas publicações na literatura especializada versando sobre a circulação na PCCE, em específico utilizando modelos numéricos para qualificar e quantificar forçantes hidrodinâmicos.

OBJETIVOS

O trabalho tem como objetivo geral estudar a variabilidade espacial e temporal da circulação da PCCE através do modelo Regional OceanModelling System (ROMS), quantificando e qualificando as principais forçantes da circulação.

METODOLOGIA

Para a realização dos experimentos hidrodinâmicos da PCCE no ROMS, foi confeccionada uma grade, estendendo-se de 1°S a 6°S e 35.7°O a 41°O, com resolução espacial de 3 x 3 Km e 20 níveis verticais.

A condição de contorno e a condição inicial foram construídas a partir de dados do HybridCoordinateOceanModel (HYCOM) e NavyCoupledOcean Data Assimilation (NCODA). O modelo foi forçado por maré através das principais constituintes harmônicas da região, M2, S2, N2, O1 e K1, obtidas a partir do modelo TPOX8.0/Poseidon Global InverseSolution.

O modelo foi forçado em superfície através de médias mensais climatológicas de fluxo de água, calor e vento, calculados com base nos dados diários do ERAinterim (ERA) de 1979 a 2012.

O modelo foi configurado para realizar uma simulação de 10 anos e os quatro primeiro anos de dados desprezados. A componente de maré foi eliminada dos resultados salvando-se os resultados médios de 24.8 horas de simulação.

Foram estabelecidas ao longo da PCCE cinco estações para avaliação dos experimentos numéricos. As estações estabelecidas foram: Acaraú, Pecém, Fortaleza e Jaguaribe, as quais apresentam saídas salvas a cada 1 hora de simulação utilizada no processo de calibração e validação. Após 10 anos de simulação completados, a função Diagnóstico é ativada, função essa que promove a quantificação dos termos da equação do movimento aproximada para águas rasas, tais como: aceleração líquida, coriolis, advecção horizontal e vertical, viscosidade horizontal e vertical, stress de superfície e fundo e a contribuição do gradiente de pressão.

Por fim, o processo de calibração e validação do modelo foi realizado através de dados de nível oriundos do IBGE nas estações do Porto do Mucuripe e do banco da FEMAR nas estações Porto do Pecém, Acaraú e Jaguaribe. Além disso foram utilizadas dados do HYCOM/NCODA, de bóias ARGOS, do satélite MODIS e de publicações de coleta de dados na área (SIGNORINI; MIRANDA, 1983; SOARES; CASTRO, 1996; DIAS, 2011; DIAS et al, 2013). Detalhes dessa etapa em Freitas(2015).

RESULTADOS

A interação entre a circulação na plataforma induzida pelo vento e a topografia costeira tem forte efeito na hidrodinâmica de águas rasas (CASTELAO; BARTH, 2006, 2007). Ao largo de Fortaleza, próximo a quebra da plataforma, encontra-se um monte submarino com topo plano, profundidade de 230 a 260 metros, denominado Platô do Ceará (COUTINHO, 1996). Os resultados mostram que a CNB ao passar no Platô do Ceará numa profundidade 230 metros, sofrem um processo de, que aqui chamamos de Vórtice do Ceará (VC), representado na figura 1.

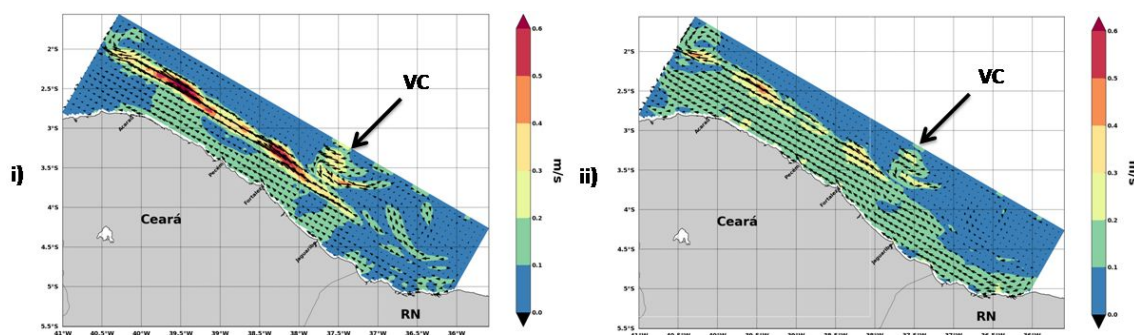


Figura 1. Corrente submaré média integrada verticalmente para i)Primeiro Semestre e ii) Segundo Semestre. A seta indica a localização do Vórtice do Ceará (VC).

Na figura 1 também fica evidente a influência da sazonalidade da intensidade do vento no campo de corrente da PCCE, onde no primeiro semestre tem-se velocidades menos intensas em torno de 0.1 m/s, enquanto que no segundo semestre, período de ventos mais intensos, há na plataforma uma corrente mais rápida, com velocidades em torno de 0.2 e 0.3 m/s com distribuição aproximadamente uniforme ao longo de toda extensão da PCCE.

Por outro lado, a circulação adjacente à PCCE (VC), apresentou maior intensidade durante o primeiro semestre em relação ao segundo, seguindo desse modo o comportamento sazonal da intensidade da CNB(JOHNS; LEE,1998). Além disso, as correntes integradas tornam clara a estrutura do vórtice com um giro no sentidoanti-horário, com velocidades entre 0.2 e 0.4 m/s no primeiro semestre e 0.2 e 0.3 m/s no segundo.

Não existem dados disponíveis para a validação do VC, nem menção ao mesmo na literatura, porém, Coutinho (1996) afirma que a morfologia complexa da plataforma (altos fundos, recifes e platôs) entre o Cabo São Roque e Fortaleza podem causar ressurgências orográficas, constituindo áreas estratégicas para atividades pesqueiras.

Por fim, na figura 2, os diagnósticos médios temporais latitudinais dos termos da equação do movimento para águas rasas mostram evidências da presença da feição do VC a partir de balanços entre os termos advectivos ao longo da costa (Advec. AC) e normal a costa (Advec. NC), gradiente de pressão e Coriolis após a quebra da plataforma.

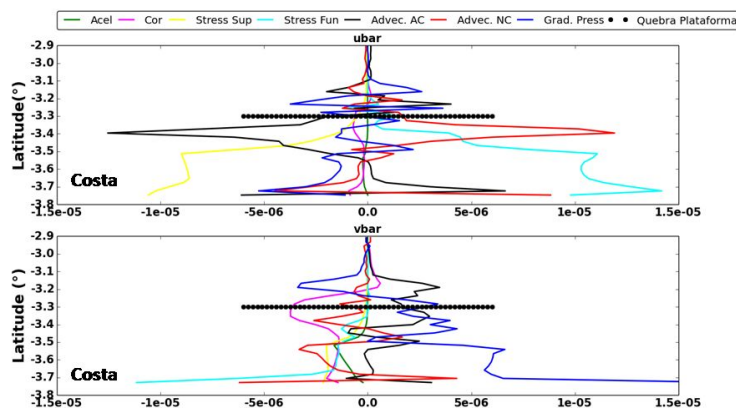


Figura 3; Diagnóstico médio temporal latitudinal das componentes zonal (ubar) e meridional (vbar) - Fortaleza

CONCLUSÕES

O presente trabalho constitui uma importante contribuição à modelagem hidrodinâmica da PCCE, tendo em vista o pioneirismo na construção de cenários hidrodinâmicos com a componente baroclínica.

Dessa forma, tem-se que a circulação sub-maré na PCCE apresenta direta relação com a sazonalidade do vento, apresentando maiores velocidades no segundo semestre em comparação com o primeiro.

Foram observados pela primeira vez instabilidades hidrodinâmicas adjacentes a PCCE, especificamente ao largo do Platô do Ceará, denominado aqui como Vórtice do Ceará (VC). A sazonalidade do VC é distinto do das correntes na plataforma, pois o VC

apresenta maiores velocidades no primeiro semestre, seguindo a variabilidade temporal da intensidade da CNB. Além da constatação visual do VC pela representação das correntes sub-maré integrada, o diagnóstico médio temporal latitudinal das componentes zonal ($\bar{u}$) e meridional ($\bar{v}$) evidenciam o vórtice através de balanços entre os termos advectivos e de gradiente de pressão e coriolis após a quebra da plataforma.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASTELAO, R. M.; BARTH, J. A. The relative importance of wind strength and along-shelf bathymetric variations on the separation of a coastal upwelling jet. **Journal of Physical Oceanography**, v. 36, p. 412 – 425, 2006.

CASTELAO, R. M.; BARTH, J. A. The role of wind stress curl in jet separation at a cape. **Journal of Physical Oceanography**, v. 37, p. 2652 – 2671, 2007.

COUTINHO, P. N. Levantamento do estado da arte da pesquisa dos recursos vivos marinhos do Brasil - oceanografia geológica. **Documento Técnico**, 96p., Brasília, 1996. Disponível em: <www.mma.gov.br/estruturas/revizee/arquivos/levarte.pdf>.

DIAS, F.; CASTRO, B.; LACERDA, L. Continental shelf water masses off the Jaguaribe river (4s), northeastern Brazil. **Continental Shelf Research**, v. 66, p. 123 – 135, 2013.

DIAS, F. J. da S. Circulação e massas de água na plataforma continental leste do Ceará: modelagem numérica e observações. **Tese (Doutorado)**. Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 332p., 2011.

FREITAS, P.P. Modelagem hidrodinâmica da circulação sobre a plataforma continental do Ceará - Brasil. **Dissertação (Mestrado)**. Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Ceará, 98p., 2015.

JOHNS, W. E.; LEE, T. N. Annual cycle and variability of the north Brazil current. **Journal of Physical Oceanography**, v. 28, p. 103 – 128, 1998.

SIGNORINI, S. R.; MIRANDA, L. B. Tidal and low-frequency currents near the shelf break: Northeastern coast of Brazil. **Journal of Physical Oceanography**, p. 2107–2115, 1983.

SOARES, J.; CASTRO, B. M. F. Numerical modeling of the response of Ceará continental shelf waters to wind stress forcing. **Revista Brasileira de Oceanografia**, scielo, v. 44, p. 135 – 153, 1996. ISSN 1413-7739.