

ESTUDO DO POTENCIAL ENERGÉTICO DE ONDAS GERADAS PELO VENTO PARA A PLATAFORMA CONTINENTAL SUL DO BRASIL

Rodrigo Bizutti, Wilian C. Marques, Igor O. Monteiro, Elisa H. Fernandes
rodrigo.bizutti@yahoo.com.br; wilian_marques@yahoo.com.br; igoromonteiro@yahoo.com.br;
dfsehf@furg.br;

Introdução

A Plataforma Continental Sul do Brasil apresenta grande importância comercial e econômica para o Estado do Rio Grande do Sul. As atividades portuárias e pesqueiras, o crescente interesse das indústrias de petróleo na região, e o turismo são influenciados diretamente pelos processos que controlam a hidrodinâmica local. Segundo Coli et al. (2002), é essencial o conhecimento do regime de agitação marítima da zona de implantação de obras de engenharia, para a navegação e desenvolvimento regional. Para isso, seria necessária uma grande cobertura espacial e temporal de dados de campo para estudar as feições ambientais da região, o que se torna inviável devido aos custos e estrutura envolvidos. Como alternativa, a modelagem numérica surgiu para geração de dados que caracterizem as feições ambientais com uma boa representação espacial e temporal, podendo ser adotada para análise de dados pretéritos (*hindcasting*) e simulação de cenários (*forecasting*). As suas maiores vantagens são a rapidez na obtenção de dados e os baixos custos de implementação.

Não há registros de um estudo sistemático de descrição do clima de ondas para a costa do Rio Grande do Sul. Alguns trabalhos foram realizados obedecendo a metodologias diferenciadas. Estes trabalhos estão baseados em diferentes fontes de dados, que abrangem a utilização de ondógrafos, observações de campo, dados históricos em navios de oportunidade e sensores remotos (Cuchiara et al., 2007). Os resultados obtidos por Cuchiara (2007) e Moura (2007), estão restritos a zona costeira, não se prolongando ao longo da plataforma continental. Outros resultados obtidos através do registro de ondógrafos são pontuais, não estabelecendo uma resolução espacial adequada para uma análise mais completa do clima de ondas da região.

Como estudado por Coli (2002) as ondas de gravidade são geradas através da transferência de momento do vento ao mar, obtendo formas mais definidas conforme a distância da zona de geração. Essa energia transferida da atmosfera para o oceano é dissipada com a quebra das ondas induzidas pelo fundo, a fricção com o fundo ou carneirinho (*whitecapping*). Há um consenso geral de que a maior parte da dissipação da energia da onda se dá pela quebra da onda (Babanin et al., 2007). Atualmente, um grupo de pesquisadores da FURG é responsável por um projeto, financiado pela Petrobrás, cujo objetivo é estudar o padrão energético das ondas da costa do Rio Grande do Sul a fim de analisar a viabilidade de instalar uma usina de geração de energia elétrica a partir das ondas. A necessidade de obtenção de um padrão de variabilidade espaço-temporal do clima de ondas para a região torna-se essencial para o estudo do comportamento energético das ondas e posteriormente, caso o empreendimento seja viável, a implementação da usina.

Objetivos

Objetivo Geral

Analisar o padrão de variabilidade espaço-temporal das ondas geradas pelo vento, bem como, o padrão de distribuição energética da plataforma Continental do Rio Grande do Sul.

Objetivos específicos

- Descrever o padrão de variabilidade espacial e temporal da Plataforma Continental do Rio Grande do Sul;
- Analisar a interação entre as ondas geradas pelo vento, as correntes ao longo da plataforma continental e as marés;
- Verificar a influência das ondas geradas pelo vento na manutenção do potencial energético da região costeira do Sul do Brasil.

Material e Métodos

A metodologia empregada está baseada na aplicação de um modelo numérico de ondas geradas pelo vento (TOMAWAC) e na análise direta dos resultados. A área de estudo se concentra na Plataforma Continental Sul do Brasil localizada entre as latitudes 28°S – 35°S e longitudes 55°W – 42°W. A área cobre desde a costa de Santa Catarina até a costa do Uruguai, assim como a Lagoa dos Patos, e vai até as isóbatas de 4.000 m.

Para a análise do padrão da variabilidade espaço-temporal das ondas para a Plataforma Sul do Brasil serão feitas simulações com o modelo TOMAWAC, para o período de dois anos (1998 e 1999), utilizando as forçantes físicas (as ondas, o vento, a maré e as correntes) como dados de entrada para alimentar o modelo. Posteriormente, serão feitas análises através de Funções empíricas ortogonais (EOF), buscando identificar as componentes principais da variância da hidrodinâmica local. O fluxo energético (E_f) foi calculado a partir da relação, $E_f = 0.5 \cdot HS^2 \cdot T_p$ (HS – altura significativa, T_p – período de pico).

Para a realização das simulações, será utilizada uma grade batimétrica de elementos finitos de 8974 pontos, abrangendo a área de estudo.

As condições de contorno de ondas, ventos, marés e correntes necessárias para as simulações serão geradas através de dados de diferentes fontes. Para as condições de contorno de ondas serão utilizados dados que representem a situação para o período escolhido. Esses dados serão obtidos pelo site (<ftp://polar.ncep.noaa.gov/pub/history/waves/>) da *National Centers for Environmental Prediction* (NCEP/NOAA), e foram gerados pelo modelo de previsão de ondas WAVEWATCH III (WW3). Para o contorno superficial serão utilizados dados de campo de vento do projeto *Reanalysis* obtidos pela página do *National Oceanic & Atmospheric Administration* (NOAA), disponíveis no site www.cdc.noaa.gov/cdc/reanalysis. A implementação das marés será realizada através da imposição de ondas cossenoidais junto ao contorno oceânico considerando as cinco principais componentes da região (K1, M2, N2, O1, S2). Os dados de amplitude e fase destas componentes serão obtidos do modelo FES95.2 (*Finite Element Solution*).

Para a implementação das marés e das correntes, serão realizadas simulações com o modelo numérico TELEMAC2D. Este modelo hidrodinâmico utiliza a mesma malha de estudo e já foi calibrado e validado para a região por Monteiro (2006) e Gonçalves (2007). Este modelo será forçado com dados de descarga fluvial dos principais rios afluentes da Lagoa, obtidos da Agência Nacional de Águas (www.ana.gov.br, ANA), pelas marés e pelos ventos. Com os resultados dessas simulações será possível forçar o modelo de ondas (TOMAWAC) com os valores de maré e corrente, possibilitando a implementação das mesmas.

Resultados Parciais

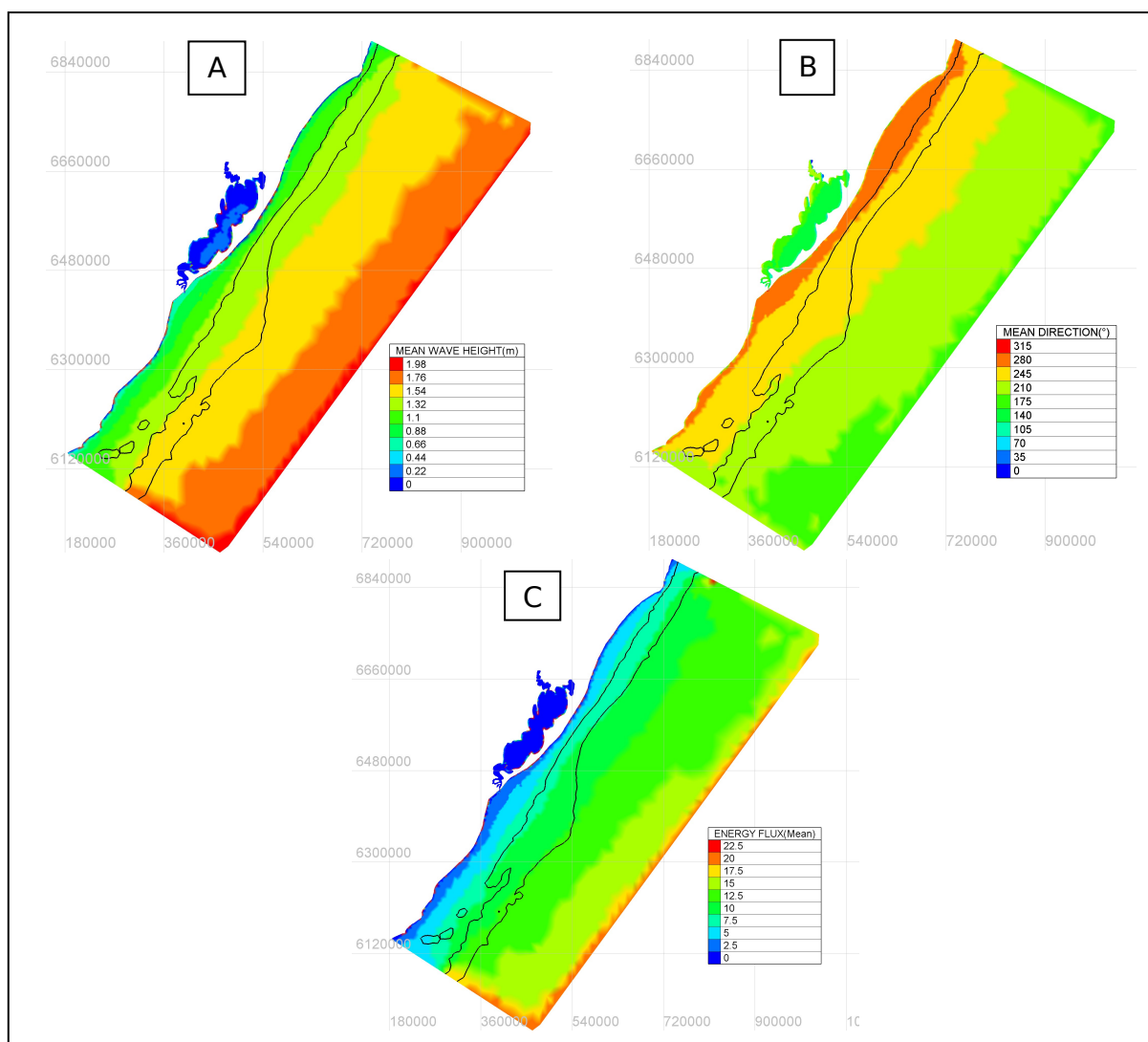


Figura 1. Resultados médios de uma simulação forçada apenas com ondas de gravidade. A. Resultados da média de HS; B. Resultados da média de DM (direção média); C. Resultados da média do Ef.

Conclusões

O acréscimo das forçantes maré e corrente para forçar o modelo fazem com que os valores de altura significativa de onda, e conseqüentemente, o fluxo energético da região fique maiores. Isso devido à relação do fluxo energético ser diretamente

proporcional ao quadrado da altura significativa. Quanto maior a quantidade de forçantes empregadas no modelo maior aproximação dos dados reais, dessa maneira, os resultados gerados pelo modelo se assemelharão com os dados observados em equipamentos de campo.

Os resultados de direção média de ondas não foram expressivamente modificados em nenhuma região simulada na área de estudo. Isso é esperado por serem ondas de gravidade, geradas e modificadas pela fricção do vento com o oceano. Direções de correntes e maré pouco influenciam na direção de ondas, devido sua baixa participação das mesmas.

A variação do Ef será proporcional ao aumento da altura significativa e do período de pico. Os maiores valores para Ef foram encontrados off-shore. Isso ocorre devido à formação das ondas de gravidade estar ligada a regiões de tempestades, essas mais comumente encontradas longe da costa. As ondas são formadas em regiões profundas e vão sendo atenuadas de acordo com a distância percorrida chegando à costa com menores alturas e fluxo energético.

Bibliografia

-COLI, A.B. ; Metodologia de propagação de regimes de agitação marítima do largo para a costa: análise dos modelos backtrack-refspec e swan, 2002

-KOMEN, G. J., L. CAVALERI, M. DONELAN, K. HASSELMANN, S. HASSELMANN, and P. A. E. M. Janssen, *Dynamics and Modelling of Ocean Waves*, 532 pp., Cambridge Univ. Press, New York, 1994.

- CUCHIARA, D.C., FERNANDES E. H. , STRAUCH, J. C. , WINTERWERP, J.C., CALLIARI, L. J.; *Determination of the Wave Climate for the Southern Brazilian Shelf (2007)*

-COLI, A.B. , MATA, M.M. ; Caracterização das Alturas de Onda no Atlântico Sul Ocidental Através da Altimetria TOPEX/POSEIDON

-WAMDI GROUP. 1988. The WAM model - a third generation ocean wave prediction model. *Journal Physical Oceanography*, 18(12):1775-1810.

-COLI, A. B., 2000. Estudo do Clima Ondulatório em Rio Grande. *Dissertação de Mestrado*, Curso de Engenharia Oceânica, Fundação Universidade Federal do Rio Grande – FURG, 76p.

-MOTTA, V. F., 1963. Análise e Previsão das Alturas de Ondas em Tramandaí, Porto Alegre. *Instituto de Pesquisas Hidráulicas*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 30 p.

-MOURA, T.G.R.; Influência de ondas de gravidade de superfície na dispersão de eventuais derrames de óleo na região costeira do rio grande do sul. *Trabalho de Conclusão de Curso*. Curso de Oceanologia - Universidade Federal do Rio Grande – FURG. Orientador: Ivan Dias Soares

- GONÇALVES R.C.; Modelagem da morfodinâmica e dinâmica sedimentar do estuário da Lagoa dos Patos. 2007. *Trabalho de Conclusão de Curso*. Curso de Oceanologia - Universidade Federal do Rio Grande. Orientador: Elisa Helena Leão Fernandes.

- MONTEIRO, I.O.; Modelagem barotrópica da pluma da Lagoa dos Patos. 2006. 0 f. *Trabalho de Conclusão de Curso*. Curso de Oceanologia – Universidade Federal do Rio Grande. Orientador: Elisa Helena Leão Fernandes.