

**PROPAGAÇÃO DE ONDAS NA BACIA DE CAMPOS, FOZ DO RIO PARAÍBA DO
SUL:
SUBSÍDIOS PARA ESTUDOS DE INCIDÊNCIA DE ONDAS NAS MARGENS
NORTE E SUL DO DELTA E EROSÃO COSTEIRA.**

Souza, R. D.¹; Bulhões, E. M. R.²

renatadomingues@igeo.uff.br

¹Laboratório de Geofísica e Geologia Marinha, Universidade Federal Fluminense.

²Laboratório de Geofísica e Geologia Marinha, Universidade Federal Fluminense.

Rua Agostinho Barbalho, nº 77, ap 503, bl 2, Madureira, Rio de Janeiro – RJ. cep 21.310-130.

Palavras-chave: Foz do rio Paraíba do Sul, propagação de ondas em águas rasas, erosão costeira.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil e em diversos países, há cidades litorâneas, as quais estão sofrendo com o processo erosivo acelerado e, para entender as causas destas erosões e os fatores responsáveis por isto, foi realizado neste trabalho, o estudo de propagação de ondas para águas rasas na região costeira da bacia de Campos. Este estudo busca contribuir no entendimento dos processos erosivos costeiros que ocorrem em diversas partes do litoral brasileiro. O exemplo, da cidade de Atafona, margem sul da foz do rio Paraíba do Sul, é bastante emblemático, pois esta cidade vem sofrendo com o seu desaparecimento, através da retirada de sedimentos, que ocorre pela dinâmica costeira atuante naquele local. Este trabalho também tem grande importância para a sociedade, se tratando da gestão e da realização de obras de infraestrutura costeiras como, no caso, o Complexo Portuário do Açú, além da instalação de plataformas petroleiras próximas ao local, servindo de meios para a prevenção ou minimização dos eventuais danos às estruturas, gerados pela incidência de ondas de tempestade vindas de mar profundo.

Para que se possa compreender como as ondas se propagam em águas rasas na bacia de Campos, foram coletados dados e informações gerados com o apoio de modelos matemáticos, por autores como Candella (1997), Parente (1999), Pinho (2003) e Campos (2009), sobre a propagação das ondas oceânicas nesta região.

A obtenção de resultados ocorreu com a organização de um banco de dados e, posterior produção de simulações, com dados do INPE no período de janeiro de 2005 a janeiro de 2011, através do software *Mike 21*, para as refrações de ondas propagadas nesta faixa do litoral. Tais simulações foram realizadas com a intenção de mostrar o comportamento da incidência de ondas nas margens norte e sul da foz do Rio Paraíba do Sul (Figs.1 e 2).

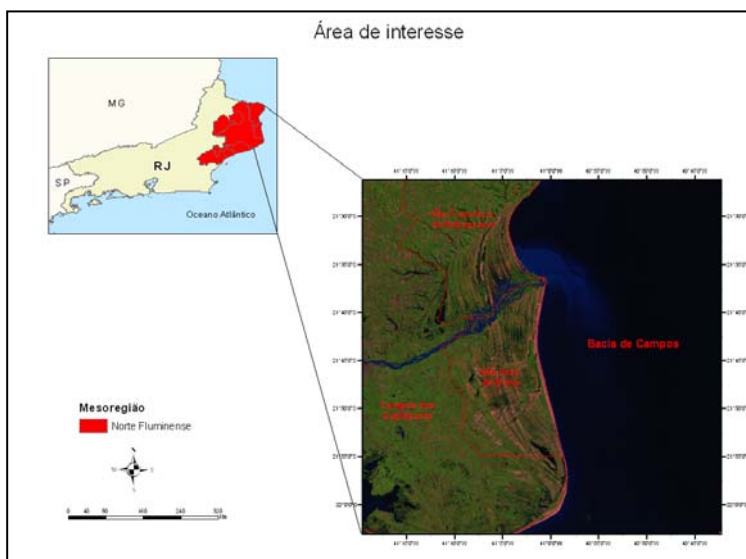


Figura1 – Área de interesse do trabalho.



Figura 2 – Localização dos pontos onde foram gerados os dados do gráfico 2.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A realização deste trabalho conta com a organização de um banco de dados, no qual estão contidas informações dos climas de ondas predominantes e das forçantes atmosféricas locais. Estes dados foram gerados no modelo *Wave Watch III*, baseado no vento da reanálise II do *NCEP/NCAR*, em Campos (2009). A partir deste banco de dados foi possível produzir análises estatísticas em tabelas e gráficos, onde estão contidas as variáveis de altura significativa das ondas expressa em metros (Tab. 1), altura máxima de incidência das ondas nas margens norte e sul do delta do rio Paraíba do Sul (Graf. 1, 2, 3 e 4).

Ainda foi feita a construção da malha batimétrica da plataforma continental na parte frontal e nas laterais da foz do rio Paraíba do sul, através da vetorização sobre a Carta Náutica 14000 - do Rio Doce ao Cabo de São Tomé - da década de 80, sobreposta a uma imagem de satélite *ALOS-2008*, utilizando o software para geoprocessamento *ArcGis 9.3*.

A informação da malha batimétrica da plataforma continental nas imediações da foz do rio Paraíba do Sul, foi utilizada para a construção de uma malha flexível e da batimetria interpolada no software Mike 21. Este *softer* gera simulações do campo de ondas local, através dos dados de profundidade da região em estudo.

Para a análise das condições do clima de ondas do mar local foram utilizadas as classificações dos estados de mar para a bacia de Campos, criada por Parente (1999), através de técnica adaptativa de análises direcionais (*DAAT - Directional Analysis with Adaptive Techniques*). Esta técnica permite detectar para uma mesma faixa de frequência as ondas de diversas direções. São elas:

1. Bom tempo – Sofre a influência do AAS trazendo ventos de N (13,2%), NE (37,5%) e E (14%). Estes ventos tem 65% de influência na região;
2. Bom tempo com marulhos - É produzido por ondas de bom tempo de nordeste formadas pela circulação do AAS e, ainda é possível observar os marulhos gerados no quadrante sul (SW).
3. Mau tempo de sudoeste - As situações de mau tempo de sudoeste são geradas pela formação dos ciclones extratropicais, nas proximidades do norte da Argentina. Ao se deslocarem para o norte, em direção às menores latitudes, os ciclones trazem consigo as frentes frias, com uma velocidade de 500 km/dia.
4. Mau tempo de sudeste - Evolução da passagem da frente fria gerada pelos ciclones extratropicais pela Bacia de Campos, que após a sua passagem traz os anticiclones extratropicais polares ou frios, que foram gerados na zona subtropical.

Tabela 1 – Exemplo de análise estatística das variáveis dos climas de ondas, gerada no programa *Statistica – versão 5*.

ALTURA SIGNIFICATIVA DAS ONDAS (m) – 01/2005 a 01/2011				
	Quantidade	Quantidade acumulada	Porcentagem	Porcentagem acumulada
0,00 < x <= 0,50	71	71	3,36	3,36
0,50 < x <= 1,00	1256	1327	59,39	62,74
1,00 < x <= 1,50	641	1968	30,31	93,05
1,50 < x <= 2,00	125	2093	5,91	98,96
2,00 < x <= 2,50	17	2110	0,80	99,76
2,50 < x <= 3,00	5	2115	0,24	100
	Média	Mínimo	Maximo	Desvio padrão
Alt. Sig. Ondas	0,97	0,14	2,91	0,33

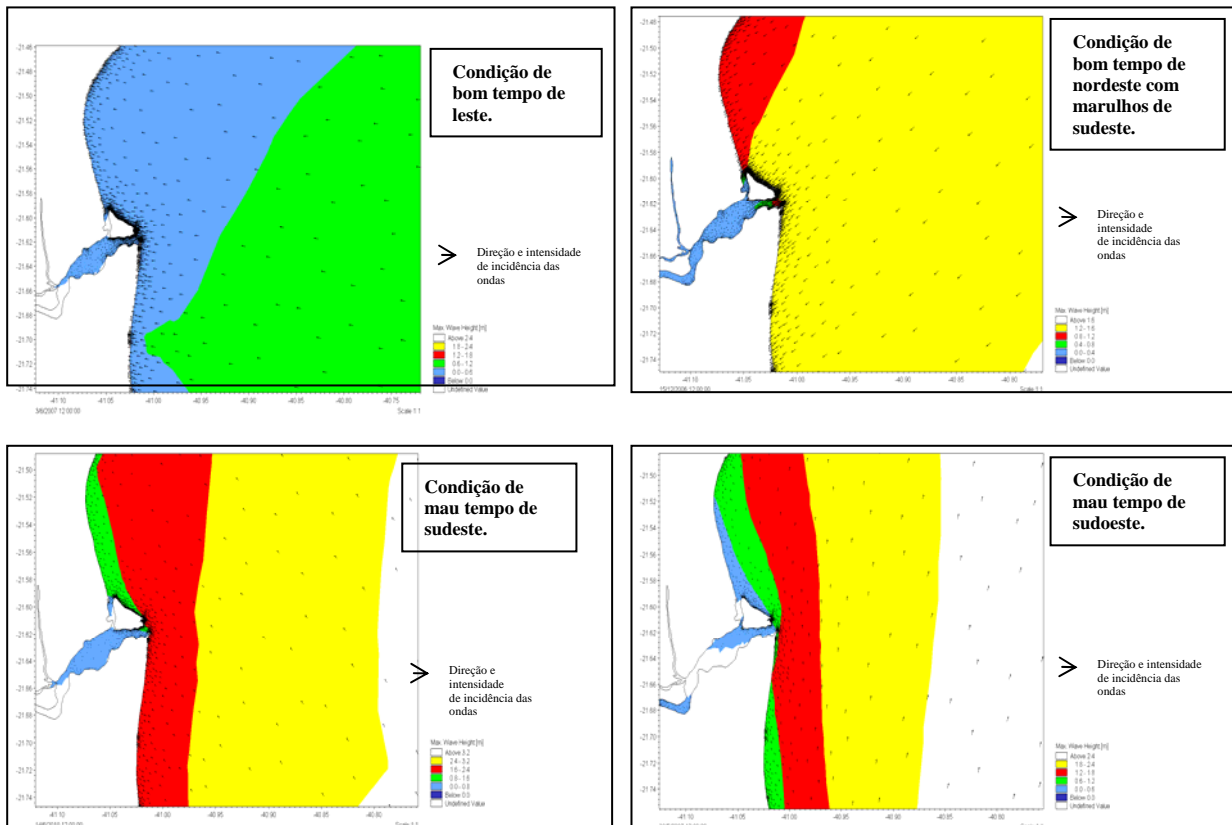
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultados foram produzidas as simulações do campo de ondas local, a partir da aplicação do banco de dados ao *software Mike 21* (Figs. 6, 7, 8 e 9).

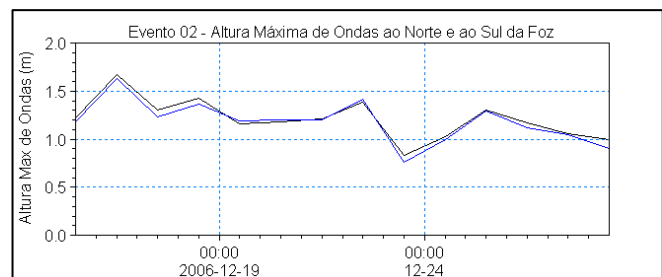
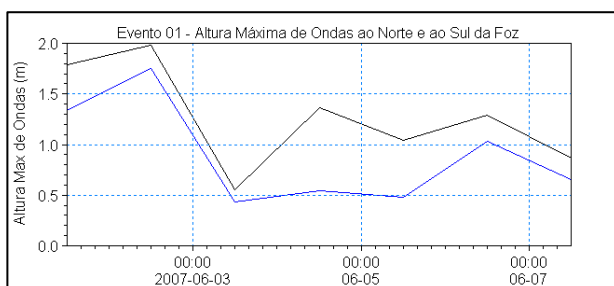
Na legenda dos mapas de simulação, observam-se as setas, que representam a direção e a intensidade de incidência das ondas, e as cores representam a altura das ondas que chegam ao local de estudo. Abaixo e à esquerda do mapa, está exposta, a data de coleta da informação. Na lateral direita do mapa, está a legenda informando a altura máxima das ondas.

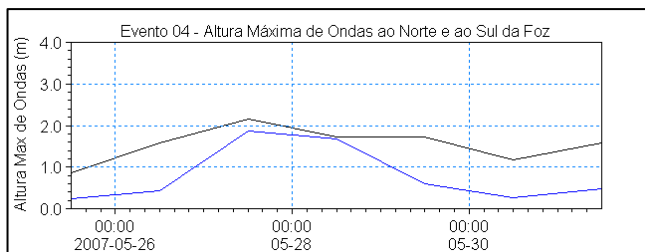
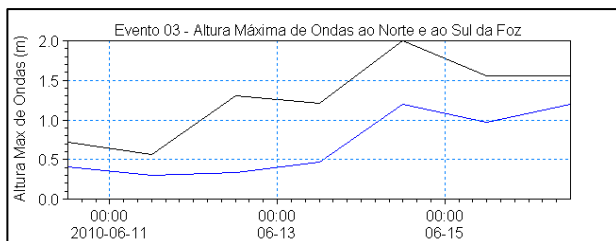
As figuras 6, 7, 8 e 9 mostram o comportamento do mar dentro das 4 classificações de Parente (1999), no período de tempo analisado. A figura 6 mostra a condição de bom tempo no período

de 01 de junho de 2007 a 07 de junho de 2007. As alturas máximas das ondas vindas de leste chegam mais próximo à foz com 0,6 m e, mais afastado da costa há alturas de no máximo 1,2 m. A figura 7, na condição de bom tempo com marulhos, dentro do período de dezembro de 2006 a 21 de dezembro de 2006, mostra a inclinação de chegada das ondas da direção nordeste, com $58,6^\circ$, a altura significativa das ondas é de 1,2 a 1,6 m e entram os marulhos de sudeste, podendo ter alturas maiores do que 1,6 m. Na condição de mau tempo de sudeste, no período de 10 de junho de 2010 a 16 de junho de 2010, a direção de incidência das ondas é de $151,3^\circ$ e a altura máximas chega a 2,4 m. As ondas incidem com maior intensidade de sudeste, na parte sul da foz do rio Paraíba do Sul. Por fim, na condição de mau tempo de sudoeste, no período de 25 de maio de 2007 a 31 de maio de 2007, ocorre a incidência de ondas na direção $189,3^\circ$, e altura máxima em mar profundo de 2,4 m. As ondas mais próximas à costa tem alturas de até 0,6 m. E há maior intensidade de incidência de ondas vindas de sul, na parte sul da foz do rio Paraíba do Sul.



Figuras 6, 7, 8 e 9 – Simulação das quatro condições de mar de Parente (1999), gerados no *software Mike 21*, no período de 01/2005 a 01/2011.





Gráficos 1, 2, 3 e 4. - Altura máxima de ondas a norte e a sul da foz do rio Paraíba do Sul, no período de 01/2005 a 01/2011.

De acordo com os gráficos anteriores, observa-se que a altura das ondas incidentes são maiores a sul da foz do rio, ao longo do período em análise. Mesmo quando a altura das ondas, em geral, apresenta-se menor, a parte sul da foz tem ondas maiores do que a parte norte.

4. CONCLUSÕES

No âmbito da discussão sobre os resultados das simulações, gráficos e tabela gerados pelas ferramentas utilizadas neste trabalho, as quais são os programas de geoprocessamento e de análises estatísticas, pode-se colocar como resultados preliminares que, os climas de ondas correspondem às 4 classificações de Parente (1999) sobre o mar local da bacia de Campos, além de mostrarem que a a parte sul da foz do rio Paraíba do Sul é muito impactada pelas ondas incidentes à costa, principalmente durante os estados de mar de mau tempo de sudeste e de sudoeste. Este conhecimento do clima de ondas e ventos locais deve ser utilizado como fonte para a produção de pesquisas sobre a distribuição de sedimentos, que podem formar dunas, assim como, podem provocar os processos erosivos, os quais ocorrem em Atafona, cidade localizada na região de estudo.

REFERÊNCIAS

Campos, Ricardo Martins. Análise dos extremos de onda no Rio de Janeiro associados. 2009. 269 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Oceânica, Departamento de Engenharia, UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, 2009.

Candella, R. N. Estudo de casos de ondas no Atlântico Sul através de modelagem numérica. Agosto 1997. Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Agosto 1997.

Parente, C. E. Uma nova técnica espectral para análise direcional de ondas. Março 1999. Tese (Doutorado em Física) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Março 1999.

Pinho, Ugo Ferreira. Caracterização dos estados de mar na Bacia de Campos. 2003. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Oceânica, Departamento de Engenharia, UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, 2003.