

CARACTERIZAÇÃO PRELIMINAR DO CLIMA DE ONDAS INCIDENTES NA REGIÃO FRONTAL À LAGOA DE GUARAÍRAS

José Eduardo Carneiro Barros y Ada Cristina Scudelari

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil.
Tel: +55 84 98186 2112; +55 84 99108 5253
E-mail: dudu.yyz@gmail.com adaufn@gmail.com

Introdução

O conhecimento do clima de ondas é fundamental para entender os processos erosivos instalados em uma área, pois, aliado às marés e ventos, é uma força hidrodinâmica atuante nos fenômenos de mobilização, circulação e transporte de sedimentos, definindo as características morfológicas das praias (Almeida, 2015).

Entretanto, no Brasil há uma insuficiência de dados de onda coletados em campo, uma alternativa apropriada para esta situação é recorrer à base de dados resultantes de modelos numéricos. Neste trabalho, investiga-se a característica do clima de ondas na região frontal a Lagoa de Guaraíras, em profundidades intermediárias, a partir do banco de dados de reanálise de ondas *Downscaling Ocean Wave* - DOW (Camus *et al.*, 2013), que integra o SMC-Brasil. O DOW é um detalhamento do *Global Ocean Waves* - GOW (Reguero *et al.*, 2012), que foi adaptado para a costa brasileira pela equipe do Instituto de Hidráulica Ambiental da Universidade de Cantábria (IH-Cantábria) e inserido no SMC-Brasil. Reúne algoritmos de assimilação e tratamento estatístico que simulam séries temporais de parâmetros de ondas oceânicas entre os anos de 1948 e 2008, a cada 1 km ao longo da costa brasileira, a partir da batimetria das Cartas Náuticas fornecidas pela Marinha do Brasil (IH-Cantabria, 2012).

Materiais e métodos

O detalhamento para a base global GOW foi conferido pelo DOW na costa brasileira foi realizado com os modelos *Simulating Waves Nearshore* - SWAN (Booij, Ris e Holthuijsen, 1999) e *Wavewatch-III* (Tolman, 2002) a partir de casos representativos selecionados do GOW por método de máxima dissimilaridade.

Trata-se de um acervo de dados reconstruídos que fornece análises estatísticas de parâmetros espectrais, em termos de sua probabilidade de ocorrência no ponto, tais como: altura significativa de ondas (H_s), período de pico (T_p) e direção média de onda (Dir), em termos de regime médio (índice $_{50}$) e extremo (índice $_{12}$) das condições de mar (IH-Cantabria, 2012), todos calculados e ilustrados pelo módulo de Análise Matemática e Estatística de Variáveis Ambientais (AMEVA) do SMC-Brasil.

Para a caracterização do clima de ondas da região, é necessária a escolha de um ponto DOW representativo entre os demais. Para isso foi feita uma abordagem comparativa entre 12 pontos distintos, sendo 6 pontos organizados numa reta perpendicular a linha de costa da área de estudo, de forma que a cota batimétrica aumentasse progressivamente do ponto 1 ao ponto 6 (de 13,52m a 19,26m), e outros 6 ao longo da linha da cota batimétrica de 15m. Devido a limitações do modelo SWAN, não é recomendado a escolha de pontos com cota batimétrica inferior a 10m, por causa das complexas interações das ondas com o fundo oceânico.

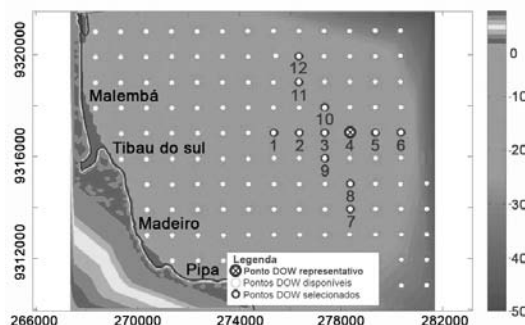


Figura 1.- Localização dos pontos DOW, calculados na região adjacente a Lagoa de Guaraíras

Para a determinação do ponto DOW representativo, é recomendável realizar uma abordagem estatística entre os valores de probabilidade de direção, altura e período nos pontos da malha escolhida. Portanto, a comparação entre os pontos ocorreu por Regressão Linear de H_s , T_p e probabilidade de direção nos seus estados de mar em regime médio e em condições extremas. A Regressão Linear é utilizada quando se deseja estudar o comportamento de uma variável dependente em função de uma variável explanatória, ajustada pela equação de uma reta (Magalhães e Lima, 2013). A diferença entre os pontos observados e a reta é dada pelos erros ou termos de perturbação, que podem ser minimizados por diversos métodos, dentre os quais o mais comum é pela soma dos seus quadrados – ou Soma dos Quadrados dos Resíduos.

O Coeficiente de Correlação de Pearson (r), que indica o qual próximo da média estão as amostras e sendo uma medida da sua variabilidade, é dado pela Equação 1:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{[\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2][\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2]}} \quad [1]$$

Onde, x é a variável resposta, y é a variável dependente, o índice i de ambas indica suas respectivas médias, para n amostras disponíveis.

Resultados e discussão

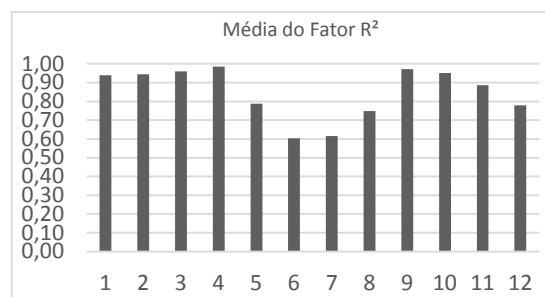


Figura 2.- Histograma da média do Fator R² de todos os dados (H_s , T_p e Dir) em condições médias e de tempestade, para cada ponto.

Fazendo a análise das regressões lineares, foi possível inferir que o ponto 4 é, estatisticamente, o mais aconselhável para ser selecionado como ponto representativo da área de estudo, apesar que alguns outros pontos mostraram ser potenciais pontos representativos, por apresentarem o fator R^2 próximo a 1. Sua localização central com relação ao trecho de orla marítima entre o Distrito de Pipa (Tibau do Sul) e a praia de Malembá (Sen. G. Avelino), trecho em que a Lagoa de Guarairás encontra o mar, corroborou para que o ponto 4 fosse adotado como representativo da área (em coordenada lat/long -6,176 e -35,003; à profundidade de 16,98 m).

As ondas nesta área vêm principalmente de leste-sudeste e leste, nesta ordem, somando juntas 96,7% da probabilidade de ocorrência no local (Figura 3). Ondas de leste-nordeste, sudeste e nordeste ocorrem com 3,3% de frequência somadas. A maior parte dos valores de H_s estão entre 1 e 2 metros, com distribuição quase simétrica em torno de 1,5 m e raros casos de ondas que ultrapassam 2,5 m. As ondas inferiores a 1,58 m representam 75% dos estados de mar na região. Durante tempestades, as ondulações atingem entre 1,89 e 2,59 m no ponto 4.

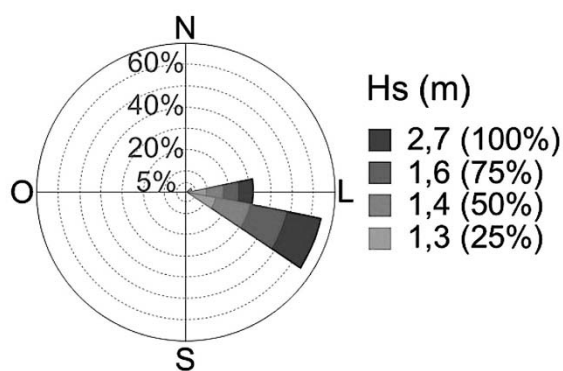


Figura 3.- Diagrama de Rosa de H_s .

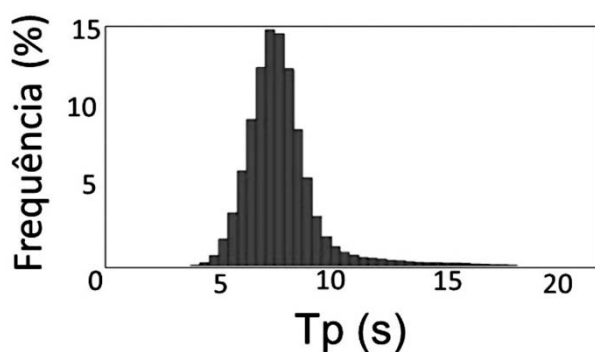


Figura 4.- Histograma de T_p .

Tabela 1.- Parâmetros de onda por tempo de retorno ajustado por GEV no SMC-Brasil, no ponto 4.

Tempo Retorno (anos)	H_s (m)	T_p (s)
2	2,26	17,81
5	2,38	18,92
10	2,47	19,58
50	2,65	20,64
100	2,72	20,95

De acordo com a série temporal dos pontos DOW analisados, que vai de 1948 a 2008, as ondas chegam à região frontal a Lagoa de Guarairás principalmente vindas de leste-sudeste e de leste, com intervalo bem definido de probabilidades para essas direções de propagação. Estes padrões acompanham os ventos alísios, que cisalham com a superfície do mar e transferem momentum de formação das ondulações.

Grande parte das praias brasileiras sofrem com problemas crônicos de erosão, que atualmente se configura como um dos principais desafios da gestão costeira no país (Almeida, 2015). A caracterização do clima de ondas de uma região é imprescindível para a determinação das forças hidrodinâmicas atuantes nos processos de erosão e deposição de sedimentos, e é também o passo inicial para a propagação de ondas através de modelos numéricos.

Referências

Almeida, L.R.; Amaro, V.E.; Marcelino, A. M. T. and Scudelari, A. C. (2015). "Avaliação do clima de ondas da praia de Ponta Negra (RN, Brasil) através do uso do SMC-Brasil e sua contribuição à gestão costeira". *Revista da Gestão Costeira Integrada*, v. 15, p. 17. ISSN DOI: 10.5894/rgci532.

Amaro, V. E.; Gomes, L.R.S.; Lima, F.G.F.; Scudelari, A.C.; Neves, C.F.; Busman, D.V. and Santos, A.L.S. (2015). "Multitemporal analysis of coastal erosion based on multisource satellite images, Ponta Negra beach, Natal City, Northeast Brazil." *Marine Geodesy*, v. 38, p. 1-25. ISSN DOI: 10.1080/01490419.2014.904257.

Amaro, V.E.; Lima, F.G.F. and Santos, M.S.T. (2013). "An Evaluation of Digital Elevation Models to Short-Term Monitoring if a High Energy Barrier Island, Northeast Brazil." *World Academy of Science, Engineering and Technology*, 317-324.

Amaro, V.E.; Santos, M.S.T. and Souto, M.V.S. (2012). "Geotecnologias Aplicadas ao Monitoramento Costeiro: Sensoriamento Remoto e Geodésia de Precisão." Natal: Edição do autor. 118 p.

Araújo, D.J.C. (2015). "Transporte longitudinal de sedimento na zona costeira de Natal/RN." *Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária da Universidade Federal do Rio Grande do Norte*. Natal, p. 141. 2015. (Orientação: Prof.ª. Dr.ª. Ada Cristina Scudelari).

Araújo, D.J.C.; Scudelari, A.C. and Amaro, V.A. (2015). "Evolução decadal da taxa de transporte longitudinal de sedimento em praias urbanas da zona costeira de Natal/RN." *Anais do VIII Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa*. Aveiro: APRH. p. 1-15.

Booij, N.; Ris, R.C. and Holthuijsen, L.H. (1999). "A third-generation wave model for coastal regions. Part I: model description and validation." *Journal of Geophysical Research*, v. 104, n. C4, p. 7649-7666.

Camus, P.; Mendez, F.J.; Media, R.; Tomas, A. and Izaguirre, C. (2013). "High resolution downscaled ocean waves (DOW) reanalysis in coastal areas." *Coastal Engineering*, v. 72, p. 56-68. ISSN doi: 10.1016/j.coastaleng.2012.09.002.

IH-CANTÁBRIA (2012). "Documento Temático de Ondas." *Universidade de Cantábria*. Santander, p. 155. 2012.

Magalhães, M.N. and Lima, A.C.P. (2013). *Noções de probabilidade e estatística*. 7ª. ed. São Paulo: EDUSP. 408 p.

Reguero, B.G.; Menéndez, M.; Méndez, F.J.; Mínguez, R. and Losada, I.J. (2012). "A Global Ocean Wave (GOW) calibrated reanalysis from 1948 onwards." *Coastal Engineering*, v. 65, p. 38-55. ISSN doi: 10.1016/j.coastaleng.2012.03.003.

Scudelari, A.C.; Braga, K.G.; Costa, F.A.A. and Santos Jr, O.F. (2005). "Estudo dos processos erosivos instalados na praia de Pipa - RN." *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, v. 9, n. 1, p. 31-37.