

## **Estudo numérico do transporte de sedimentos no esporão arenoso da Baía de Sepetiba (RJ)**

Souza, M<sup>1a</sup>; Guerra, JV<sup>3</sup>  
marianasouza.rj@gmail.com<sup>1</sup>;

<sup>1</sup>- Universidade Federal Fluminense; <sup>2</sup>- Universidade do Estado do Rio de Janeiro.  
Instituto de Geociências – UFF, Av. General Milton Tavares de Souza, s/nº,  
Campus da Praia Vermelha - Gragoatá - Niterói/RJ

<sup>a</sup> bolsista do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq)

*Palavras-chave:* Esporão de Sepetiba, transporte de sedimento, erosão, swan.

### **1. INTRODUÇÃO**

Linhas de costa são áreas muito dinâmicas e suscetíveis a mudanças seja devido a processos naturais ou antropomórficos. Em se tratando dos processos naturais, a linha de costa está sujeita às alterações morfológicas resultantes do balanço de sedimentos remobilizados pelas ondas e transportados pelas correntes, assim como àquelas atribuídas à variação relativa do nível do mar. A morfodinâmica costeira responde de forma distinta aos episódios de submersão e emersão (transgressão e regressão) deixando registros característicos. Por serem feições com características particulares, os esporões lagunares tornam-se excelentes indicadores de processos erosivos/construtivos, incluindo aqueles resultantes das variações do nível do mar (ALVES, 2006). Estudar o clima de ondas de determinado local é de extrema importância para se entender os processos de transporte de sedimentos, uma vez que este é fortemente relacionado à estatística das ondas. De acordo com ABADIE et al. (2006), a energia das ondas, das correntes de retorno (*rip currents*) e, especialmente, a distribuição espacial das correntes litorâneas paralelas à costa são, de fato, fortemente dependentes da direção das ondas.

### **3. ÁREA DE ESTUDO.**

A Baía de Sepetiba está localizada na região sudeste do território brasileiro, no Estado do Rio de Janeiro, entre as latitudes 22°53'S e 23°05'S e as longitudes 043°35'W e 044°03'W. É caracterizada como um corpo semifechado de águas salinas e salobras, com volume aproximado de  $3,5 \times 10^9 \text{ m}^3$ , área de 520 km<sup>2</sup> e perímetro de 170 km. Sua largura e comprimento máximos atingidos são de 12,5 e 25 km, nos eixos norte-sul e leste-oeste, respectivamente. As ligações com o oceano se dão através de dois pontos, sendo o principal na região oeste da Baía entre os cordões de ilhas que fazem limite com as ilhas de Marambaia e Guaíba. A outra conexão, muito restrita, se localiza na extremidade leste da restinga, no canal de maré de Barra de Guaratiba. Na Baía existem cerca de 55 praias continentais e 40 insulares (SEMADS, 2001).

#### 4. MATERIAIS E MÉTODOS.

O presente trabalho consiste de uma série de etapas, a saber: **i) reconstrução do clima de ondas** - a geração e a propagação de ondas geradas pelo vento na Baía de Sepetiba (RJ) estão sendo estudadas através da aplicação de modelos numéricos computacionais. O fenômeno da geração de ondas foi simulado pelo programa Simulating Waves Nearshore (SWAN), um modelo espectral de geração e propagação de ondas (refração, difração e fricção no fundo) que calcula ondas a partir de dados de vento, em regiões costeiras e águas interiores. Este modelo foi desenvolvido para estimar as condições de onda em pequenas escalas, como em regiões costeiras de águas rasas, ilhas, estuários (BOOIJ *et al.*, 1999). O modelo descreve a evolução do espectro bidimensional da energia das ondas para condições arbitrárias de vento, corrente e batimetria (RIS *et al.*, 1999), sendo capaz de representar processos de geração, dissipação e propagação; **ii) clima de ondas** - para geração e propagação de ondas através do modelo SWAN, foram analisados estatisticamente ventos provenientes da reanálise do NCEP (National Centers for Environmental Prediction) de 1948 a 2008. Esta base de dados foi originada de um projeto de cooperação entre o NCEP e o NCAR (*National Center for Atmospheric Research*). O intuito era produzir inicialmente uma rede de 41 anos de dados meteorológicos globais baseados nas análises dos campos atmosféricos, utilizando assimilação de dados a partir de 1957 (KALNAY *et al.*, 1996). Essa rede foi estendida para 50 anos (KISTLER *et al.*, 2001), e continua até os dias atuais. Os parâmetros de ondas relevantes para o transporte litorâneo foram armazenados em 17 pontos distribuídos ao longo do reverso do cordão litorâneo; **iii) transporte litorâneo** - apesar das dificuldades envolvidas na quantificação do sedimento transportado em ambientes naturais (COOPER *et al.*, 2004) o transporte potencial de sedimentos será estimado através do emprego de diversas formulações que levam em conta tanto a ação isolada das ondas como sua ação combinada com as correntes (KOMAR, 1971; KOMAR, 1998; SOULSBY *et al.*, 2005; KLEINHANS *et al.*, 2006; BAYRAM *et al.*, 2007). Os resultados serão comparados e avaliados, visando encontrar um modelo mais adequado a ambientes com as características da área de estudo. A aplicação destas diversas formulações requer o conhecimento dos parâmetros de onda (altura, período, comprimento), das características dos sedimentos (p. ex. tamanho granulométrico médio ou mediano, densidade) e da antepraia (p. ex. declividade). A partir de séries temporais da intensidade e direção das correntes bem como dos parâmetros de onda, é possível estimar o volume de sedimento transportado para o intervalo de tempo desejado, ou seja, de escalas temporais quase-instantâneas a períodos compatíveis com a evolução geomorfológica de ambientes costeiros. As estimativas iniciais do transporte potencial de sedimentos na área de estudo foram realizadas com a expressão de KOMAR (1971) através da qual é possível calcular o transporte para intervalos de tempo determinados, desde que sejam conhecidos os parâmetros de onda e as características dos sedimentos e

da antepiraia (ALVES, 2006). Fazendo uso de séries temporais com parâmetros de ondas é possível calcular o transporte para determinado intervalo de tempo (Equação 1):

$$Q_s = K \left( \frac{\rho \sqrt{g}}{16\gamma^2 (\rho_s - \rho)(1-n)} \right) H_b^{\frac{5}{2}} \sin(2\phi_b) \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

$\rho$ = Massa específica da água, igual a  $1.042 \text{ kgm}^{-3}$

$\rho_s$ = Massa específica do sedimento, igual a  $2.650 \text{ kgm}^{-3}$ ;

$\gamma$ = Índice de arrebentação  $H_b/d_b$ , onde  $H_b$  é a altura da onda na arrebentação e  $d_b$  é a profundidade de arrebentação;

$n$ = Porosidade do sedimento, cujo valor é aproximadamente 0,4.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. ROSA DOS VENTOS

Observa-se que os ventos que geram ondas significativas para a evolução do esporão arenoso da baía de Sepetiba são aqueles dos quadrantes I (N – E) e II (E – SE), sendo que os ventos do quadrante I são os mais frequentes e os mais intensos.

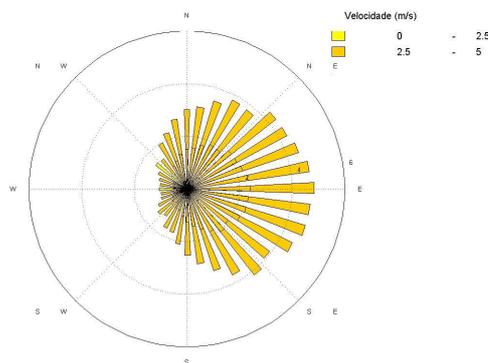


Figura 1 – Rosa de Ventos para a Baía de Sepetiba. Os ventos estão separados por classes de  $10^\circ$  para um período de 60 anos (1948 a 2008).

Através da Figura 1 vemos que os ventos que geram ondas significativas para a evolução do esporão são aqueles do I e II Quadrante, sendo que os ventos do I Quadrante têm maior frequência e intensidade.

## 5.2. TRANSPORTE LITORÂNEO

Foram calculados o transporte residual e o gradiente do transporte (Figura 2). O resultado aponta para um transporte em direção à extremidade noroeste do esporão (Ponta da Pombeba), além de reproduzir a tendência de emagrecimento da porção central da restinga da Marambaia.

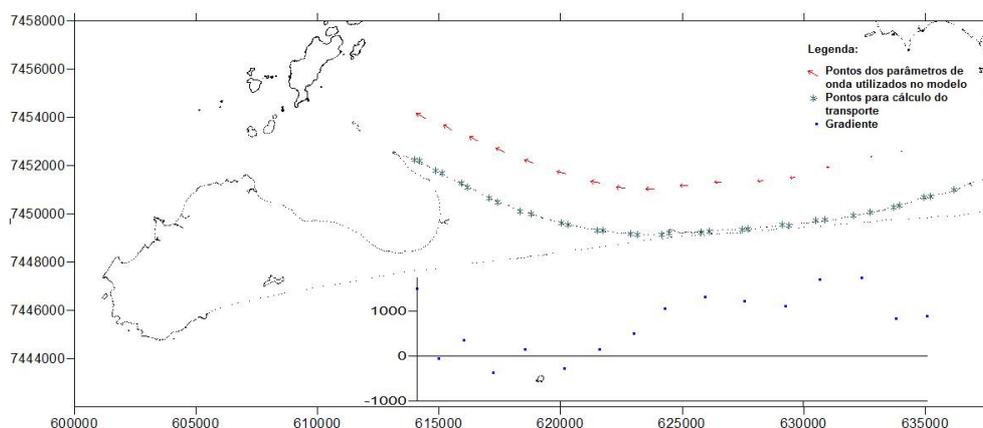


Figura 2 – Transporte residual e gradiente de transporte de sedimentos ao longo da margem norte da restinga da Marambaia. As setas em vermelho mostram a localização dos pontos onde os parâmetros de onda utilizados no modelo foram utilizados bem como onde a direção do transporte de sedimentos foi estimada. Os asteriscos representam os 17 pontos para o cálculo de transporte e os pontos em azul representam o gradiente do transporte.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ALVES, A. R. 2006. Modelagem numérica aplicada ao estudo da origem e evolução morfológica dos esporões da Lagoa de Araruama – RJ. *Tese de Doutorado*. Programa de Pós-graduação em Geologia e Geofísica Marinha, Laboratório de Geologia Marinha, Universidade Federal Fluminense. 87p.

ABADIE, S.; BUTEL, R.; MAURIET, S.; MORICHON, D.; DUPUIS, H.; October 2006. Wave climate and longshore drift on the South Aquitaine coast, *Continental Shelf Research*, V 26, Issue 16, p 1924-1939.

BAYRAM, A.; LARSON, M.; HANSON, H. 2007. A new formula for the total longshore sediment transport rate. *Coastal Engineering*, V 54, p 700-710.

BOOIJ, N.; RIS, R. C.; HOLTHUIJSEN, L. H. 1999. A third-generation wave model for coastal regions 1. Model description and validation. *Journal of Geophysical Research*. V 104, p 7649 – 7666.

COOPER, J.A.G & PILKEY, O.H. 2004. Longshore drift: trapped in an expected universe. *Journal of Sedimentary Research*, V 74(5), p 599-606.

KALNAY, E.; KANAMITSU, M.; KISTLER, R.; COLLINS, W.; DEAVEN, D.; GANDIN, L.; IREDELL, M.; SAHA, S.; WHITE, G.; WOOLLEN, J.; ZHU, Y.; CHELLIAH, M.; EBISUZAKI, W.; HIGGINS, W.; JANOWIAK, J.; MO, K. C.; ROPELEWSKI, C.; WANG, J.; LEETMAA, A.; REYNOLDS, R.; JENNE, R.; JOSEPH, D.; 1996. The NCEP/NCAR 40-year Reanalysis Project. *American Meteorological Society*.

KISTLER, R.; KALNAY, E.; COLLINS, W.; SAHA, S.; WHITE, G.; WOOLLEN, J.; CHELLIAH, M.; EBISUZAKI, W.; KANAMITSU, M.; KOUSKY, V.; VAN DEN DOOL, H.; JENNE, R.; FIORINO, M. 2001. The NCEP-NCAR 50-Year Reanalysis: Monthly Means CD-ROM and Documentation, *Bulletin of the American Meteorological Society*, V 82, p 247-268.

KOMAR, P. D. 1971. The mechanics of sand transport on beaches. *Journal of Geophysical Research*. V 76(3), p 713-721.

KOMAR, P.D. 1998. Beach processes and sedimentation. 2<sup>a</sup>. ed. *Prentice Hall*. 544 p.

KLEINHANS, M.G. & GRASMEIJER, B.T. 2006. Bedload transport on the shoreface by currents and waves. *Coastal Engineering*, V 53, p 983-996.

RIS, R. C.; HOLTHUIJSEN, L. H.; BOOIJ, N. 1999. A third-generation wave model for coastal regions 2. Verification. *Journal of Geophysical Research*. V 104, p 7667 – 7681.

SOULSBY, R.L. & DAMGAARD, J.S. 2005. Bedload sediment transport in coastal waters. *Coastal Engineering*, V 52, p 673-689.