

CTOS FÍSICOS PARA IMPLANTAÇÃO DE UM TERMINAL PESQUEIRO NA PRAIA DE ITAIPAVA

Instituto Nacional de Pesquisa Hidroviária- INPH

RESUMO

Os impactos físicos que podem ocorrer na construção de um terminal, devem ser mitigados por meio de estudos hidráulicos relativos a área de implantação desse. O presente trabalho apresenta os estudos realizados pelo Instituto Nacional de Pesquisa Hidroviária (INPH), para implantação de um terminal pesqueiro, na praia de Itaipava, no estado do Espírito Santo, assim como as medidas a serem realizadas para contenção do processo de erosão costeira que vem ocorrendo região da praia. O estudo inclui modelagens matemáticas de ondas, hidrodinâmica costeira e transporte de sedimentos. Os resultados obtidos nos estudos estão relacionados com a estabilidade do perfil da praia, a estabilidade no plano, e o arranjo do terminal.

1. OBJETIVO

A região de Itaipava, localizada no sul do estado do Espírito Santo, tem reconhecimento de todo o setor pesqueiro nacional, por sua comunidade tradicional de pescadores considerados extremamente especializados, e que atuam nas mais diversas artes de pesca.

Ao trecho final da região norte da praia de Itaipava foi construído recentemente um molhe, como parte da instalação do terminal de pesca. O molhe criou uma área de sombra para ondas vindas de leste a nordeste, causando acumulação de sedimentos na área de implantação do terminal e erosão ao longo da faixa de praia restante. A Figura 1 apresenta a região de construção do terminal na praia de Itaipava.



Fonte: INPH (2008).

Figura 1: Plano diretor para o Terminal de Pesca de Itaipava.

O Departamento de Edificações, Rodovias e Transportes do Espírito Santo - DERTES, solicitou ao Instituto Nacional de Pesquisa Hidroviária - INPH e ao *Danish Hydraulic Institute*

-DHI, a avaliação de possíveis soluções para deter os recentes problemas de erosão que se instalaram na praia de Itaipava, bem como para permitir a construção do terminal de pesca no local.

Dessa maneira, o objetivo deste trabalho é apresentar a análise realizada pelo INPH, sobre o impacto do molhe na linha de costa, desenvolvendo e testando, por meio de modelagem matemática, um método para mitigação dos efeitos indesejados.

Para atingir os objetivos almejados, foram realizadas análises relacionadas com as condições hidrodinâmicas, com o balanço de sedimentos e com a dinâmica da linha de costa, e, por fim, foi desenvolvido um novo arranjo, que facilitará a coexistência do terminal de pesca com uma praia estável e segura ao longo da parte restante da faixa costeira. O estudo incluiu modelagem detalhada de ondas, campos hidrodinâmicos e transporte de sedimentos e são corroboradas pelo programa de aquisição de dados de campo realizado pelo INPH.

Cabe ressaltar, que para a análise da estabilidade da praia e da exigência de medidas mitigadoras foi feita uma distinção entre a estabilidade da praia no plano e a estabilidade do perfil.

A estabilidade da praia no plano tem como finalidade indicar se as correntes litorâneas geram uma perda líquida de sedimentos ao longo de um trecho de interesse da costa (Dean, 1987). No caso presente, o transporte litorâneo de sedimentos está sujeito a variações sazonais, as quais irão ocasionar variações na posição da linha de costa.

A estabilidade do perfil aborda a resposta morfológica do perfil transversal de praia devido às mudanças nas condições hidrodinâmicas, como por exemplo, ondas e níveis d'água. Durante as ressacas a areia é retirada da linha de costa e depositada ao largo da praia. Em condições mais amenas a areia é gradualmente transportada de volta à praia pela ação das ondas. A dinâmica do perfil transversal é importante para estimar a máxima retração da linha de costa durante as ressacas (Dean, 1987).

2. METODOLOGIA UTILIZADA

Foi realizado um estudo de transformações de ondas (INPH, 2008), com o intuito de obter informações confiáveis sobre as condições de onda na área do projeto. Dados de ondas ao largo foram obtidos do modelo global de ondas operado pelo Escritório Meteorológico do Reino Unido -UKMO, relativos ao período de 1991-2006.

A propagação das ondas de águas profundas para a zona próxima à costa foi realizada utilizando o MIKE-21 SW¹. Esse é um avançado modelo espectral de ondas, que inclui todos os mecanismos físicos que são relevantes para o presente estudo. O modelo cobriu uma área de mais ou menos 200 km x 250 km, e um total de aproximadamente 54.000 células computacionais foram utilizadas. A batimetria do modelo foi construída utilizando as cartas náuticas e os dados batimétricos levantados recentemente pelo INPH.

O impacto do molhe na configuração de equilíbrio da linha de costa foi analisado por meio da modelagem matemática detalhada das condições de ondas ao longo da linha de costa. Os

¹ O MIKE-21 é um dos módulos do *software* MIKE, desenvolvido pelo DHI.

resultados obtidos no modelo foram comparados com os resultados obtidos para a situação inicial, antes da construção do molhe.

As condições do transporte de sedimentos ao longo da linha de costa foram analisadas utilizando um módulo unidimensional do LITPACK, que é um modelo de hidrodinâmica costeira e transporte de sedimentos (DHI, 2005).

A orientação de equilíbrio em cada local foi calculada como sendo a orientação para a qual as componentes, Norte e Sul da deriva litorânea, são iguais em magnitude (resultando em transporte anual líquido nulo). Os cálculos foram realizados para a situação após a construção do molhe e para a situação inicial sem o molhe.

A mudança na orientação de equilíbrio da linha de costa foi interpretada em termos de evolução da linha de costa por meio da seguinte expressão:

$$\Delta y(x) = \int_0^x \frac{\partial \tan \beta_{eq}}{\partial x} dx + C \quad (1)$$

Onde: Δy : mudança na linha de costa (m);
x: coordenada ao longo da costa;
 β_{eq} : orientação local de equilíbrio da linha de costa; e
C: constante.

A constante C foi obtida a partir da exigência de que nenhum sedimento fosse adicionado ou removido da célula costeira, ou seja, exigência de continuidade de areia.

A evolução morfológica do perfil de praia durante ressacas, essa foi determinada pelas condições de onda, nível d'água e duração da ressaca, e baseada no modelo apresentado por Kriebel e Dean (1993).

A dinâmica do perfil transversal à costa foi analisada para várias escalas de tempo. A evolução no tempo do perfil de praia às ressacas foi simulada utilizando a combinação das ondas transformadas e as variações de nível d'água simuladas em função da maré astronômica, *set-up* e *run-up* da onda (Ruggiero *et al.*, 2001). O efeito da elevação do nível do mar no perfil transversal também foi analisado.

3. RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados a serem considerados neste trabalho estão relacionados com as conclusões do estudo da estabilidade no plano e da estabilidade do perfil da praia.

Em relação a estabilidade no plano, pode se dizer que antes da construção do molhe as contribuições do transporte de sedimentos para Norte e para Sul eram praticamente iguais em magnitude, aproximadamente 100,000 m³/ano, resultando em transporte anual nulo. A acumulação de sedimentos na área do terminal e a erosão ao longo do trecho restante da praia podem ser efetivamente mitigadas pelo espigão que foi construído com base em análise realizada anteriormente pelo INPH.

Nos aspectos relacionados com a estabilidade do perfil da praia, uma análise de valores extremos indicou que a altura de onda com um período de recorrência de 1 ano é de 2.4m.

Para 100 anos a altura de onda calculada foi de 3.4m, os valores são válidos para uma profundidade de 8m. Foi realizada uma análise de valor extremo, para calcular o nível d'água extremo, devido à combinação de maré, *set-up* e *run-up* da onda. O nível d'água com período de retorno de 1 ano foi calculado como sendo igual a +2.1m acima do nível médio do mar (NMM). O nível d'água de 100 anos foi calculado como sendo igual a +2.5m acima do NMM. A máxima regressão (para o evento de 100 anos) é aproximadamente de 13m.

A retração da linha de costa devido ao aumento do nível do mar de longo período, causado pelo aquecimento global, é de aproximadamente 15m/século, utilizando uma média de aumento do nível médio do mar de aproximadamente 0.4m/século. O efeito do aumento do nível do mar no perfil da praia pode ser compensado pelo engordamento artificial da praia. O engordamento deve ser feito ao longo da praia situada entre o espigão prolongado e o promontório rochoso situado na extremidade sul da área do projeto. Nenhuma estrutura adicional se faz necessária para proteger o engordamento.

O esquema desenvolvido baseou-se nos princípios de aumentar a capacidade de armazenamento de areia, para permitir as variações naturais da linha de costa relacionada ao transporte transversal e longitudinal. A altura do engordamento deve exceder a maior elevação do nível d'água devida aos efeitos combinados de marés, ventos e ondas.

O engordamento da praia deve ser feito até o nível mínimo de +3.5m acima do NMM, com largura pelo menos 30m. O material do engordamento deve ter características granulométricas bastante semelhantes às do material original da praia. Uma parte do material a ser usado no engordamento de praia pode ser retirada da área do terminal, se a dragagem dessa área for necessária para a instalação do terminal. O volume de areia requerido para o engordamento da praia entre as estruturas é de aproximadamente 120 m³/m.

Ainda que o esquema permita que a praia atinja localmente a orientação de equilíbrio, espera-se que alguma perda de sedimentos ocorra durante eventos extremos.

A elevação do nível do mar de longo prazo deve causar uma perda anual de sedimentos de aproximadamente 1000 m³/ano. O efeito da elevação do nível do mar na retração da linha de costa pode ser compensado somente com engordamento de praia.

Desta maneira, prolongando-se o espigão e integrando-o ao projeto da entrada da área do terminal, criam-se condições favoráveis para um porto para pequenas embarcações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dean, R.G. (1987). *Coastal Sediment Processes: Toward Engineering Solutions*. Proc. Coastal Sediments '87, ASCE, New York, N.Y.
- DHI Water & Environment. (2005). *Praia do Paiva - Hydraulic Modelling Studies*. DHI report no. 53281.
- Hallemeyer, R.J., (1981). *A Profile Zonation for Seasonal Sand Beaches from Wave Climate*. Coastal Engineering, Vol. 4, 253-277.
- Instituto Nacional de Pesquisa Hidroviária (INPH, 2008). *Modelagem matemática de propagação de onda para definição do clima de ondas na praia de Itaipava*. Relatório 041/2008.
- Kriebel, David, L. and Robert G. Dean., (1993). *Convolute Method for time-dependent Beach-Profile Response*. Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering. Vol. 119, No. 2. ASCE.
- Mangor, K. H. (2004). *Shoreline Management Guidelines*. DHI Water and Environment.
- Ruggiero, P., P.D. Komar, W.G. McDougal, J.J. Marra and R. A. Beach. (2001) *Wave Run up, Extreme water levels and the erosion of properties Backing Beaches*. Journal of Coastal Research, Vol. 17, No. 2, pp. 407 - 419