



## **ESTUDO DAS CONDIÇÕES DE TRANQUILIDADE NO INTERIOR DO PORTO DA PRAIA DA VITÓRIA**

Andreia Barata, HIDROPROJECTO S.A.  
Mário Teles, HIDROPROJECTO S.A.  
J. M. Morim de Oliveira, Eng.º Civil, Consultor

### **Resumo**

Constituiu objectivo do estudo a análise comparativa de “lay-outs” alternativos para as obras complementares de abrigo do Núcleo de Pesca do Porto da Praia da Vitória, tendo como critério a optimização das condições de tranquilidade no seu interior e, designadamente, junto às pontes cais de estacionamento. A determinação das condições de tranquilidade no interior do porto foi obtida através do recurso à modelação matemática da propagação da ondulação proveniente do exterior. Para isso recorreu-se a um modelo baseado no MIKE2-BW do Danish Hydraulic Institute (DHI), que simula, além dos processos de refacção e de difracção, a reflexão e a absorção da energia das ondas pelas obras que limitam as bacias portuárias.

### **Introdução**

No Sector Sul do Porto da Praia da Vitória, junto ao Terminal Cimenteiro, foi construído, há poucos anos, o Núcleo de Pesca, constituído por duas bacias, uma destinada à descarga e expedição de pescado e a segunda, mais abrigada, dedicada ao estacionamento e aprovisionamento da frota.

Estas instalações, que foram estudadas e projectadas para servirem embarcações calando entre 3,5 e 5,5 m, tiveram que sofrer algumas adaptações para receberem a frota da pesca artesanal, constituída por pequenas embarcações de boca aberta, que estacionavam no Sector Norte do porto.

Atendendo à maior exigência de abrigo no estacionamento em flutuação destas embarcações, foi necessário verificar as condições de tranquilidade do núcleo na sua configuração actual. Esta análise indicou que para garantir a segurança do estacionamento destas embarcações era indispensável construir obras complementares de abrigo.

Integrado no estudo de soluções alternativas destas obras, desenvolveu-se um modelo matemático de propagação de ondas baseado no modelo MIKE2-BW, do Danish Hydraulic Institute.

Com este modelo determinaram-se, inicialmente, as características da ondulação ao largo que provocam piores condições de agitação no interior do núcleo. A partir destas, analisou-se a melhoria alcançada com cada uma das soluções alternativas encaradas, comparando os respectivos índices de agitação com os que se verificam actualmente.

Estes resultados permitiram, juntamente com a resposta a outros factores de natureza económica, de operacionalidade, de segurança e ambientais, determinar a solução mais conveniente de entre as encaradas inicialmente.

## Método

A obtenção de soluções para a propagação da ondulação neste domínio de cálculo requer o recurso a um modelo que retenha, além dos processos de refacção e de difracção, a fenomenologia dos processos de reflexão e de absorção da energia das ondas pelas estruturas portuárias.

O domínio de cálculo do modelo de propagação da ondulação (Figura [1]) foi construído sobre uma malha regular com as dimensões de 10x10 metros. Representa a totalidade da bacia portuária da Praia da Vitória e a zona exterior adjacente até à batimétrica de 30 metros. Na sua construção foi utilizada a carta náutica n.º 172 do Instituto Hidrográfico, à escala 1:7500, bem como uma planta geral do porto, à escala 1:2000.

As condições de fronteira especificadas para efeito da ulterior aplicação do modelo ao estudo de “lay-outs” alternativos do molhe de protecção foram obtidas através de um procedimento de aproximações sucessivas aos rumos e períodos da ondulação em águas profundas mais desfavoráveis para a tranquilidade da bacia interior do Núcleo de Pesca na sua configuração actual.

As simulações preliminares que foi necessário efectuar na concretização deste procedimento estão indicadas no Quadro 1. Para todas as simulações foi adoptada a altura significativa  $H_s = 1,0$  metro e a altura de maré,  $H_{maré} = 2,0$ . O rumo da agitação incidente encontra-se referido à malha do modelo e é medido em graus no sentido directo a partir da direcção leste - oeste.

**Quadro 1 - Simulações Preliminares para obtenção das Condições de Fronteira**

Rumo (º)	Período (s)			
	8	10	12	15
45 (NE)	-	O	O	O
56,25	-	O	O	O
67,5(NNE)	O	XX	O	O
78,75	O	O	XX	O
90 (N)	O	O	XX	O

Assinalam-se com “XX” as condições da ondulação em águas profundas que conduzem a índices de agitação marítima superiores a 0,5 no interior da bacia portuária, de cujos resultados das simulações se apresenta como exemplo a Figura [2]. Essas três condições foram retidas nas simulações subsequentes de ensaio das configurações alternativas para o molhe de protecção daquelas bacias.

## **Soluções alternativas ensaiadas**

Atendendo à implantação do Terminal Cimenteiro, junto à entrada do Núcleo de Pesca, as obras complementares de abrigo tinham que se localizar de modo a não condicionarem a aproximação e manobra dos navios que utilizam este terminal:

Deste modo, as soluções alternativas encaradas basearam-se todas em obras localizadas no interior do molhe de abrigo do núcleo. Foram ensaiados três tipos de soluções:

- a) Soluções baseadas em dois molhes colineares, enraizados um em cada lado da entrada, na extremidade do cais a (-6 m)ZH e na inflexão da retenção marginal (designadas por T1 e 1 nas figuras anexas);
- b) Soluções baseadas num único molhe, semelhante ao das soluções anteriores mas mais comprido (designadas por T2 e 2);
- c) Soluções baseadas em dois molhes não colineares, com o molhe sul semelhante ao das soluções b) e o molhe norte semelhante aos ensaiados em a) (designada por 3 nas figuras anexas);

As soluções 1, 2 correspondem ao refinamento das soluções tipo T1 e T2 ensaiadas inicialmente. Os resultados do modelo estão representados nas Fig. [2] a [8].

## **Análise dos resultados da modelação**

A análise dos resultados obtidos indica que:

- Na situação actual e para as condições de agitação mais desfavoráveis ocorrem valores do índice de agitação superiores 0,18, na bacia exterior. A bacia interior apresenta índices de agitação máximos inferiores a 0,1.
- Todas as soluções ensaiadas melhoram as condições de abrigo, em qualquer das bacias, relativamente à situação actual;
- As melhorias registadas são particularmente sensíveis na bacia exterior, sendo a solução 2, de todas as soluções analisadas, a que melhores resultados deu nesta bacia;
- A solução 1, no entanto, revelou-se mais eficaz no abrigo da bacia interior, embora com diferenças muito ligeiras em relação à anterior;
- A solução 3 apresenta distribuições espaciais análogas ao da solução 1 na bacia exterior mas menos favoráveis na bacia interior.

A solução seleccionada para melhorar as condições de abrigo no Núcleo de Pesca foi a solução representada na Fig. [9]. A escolha da solução 1 resultou de se pretender garantir as melhores condições de abrigo possíveis na bacia interior, onde as embarcações ficam estacionadas sem tripulação a bordo, e de ser mais fácil a navegação das embarcações na entrada, por esta ser mais central, quer em relação às bacias, quer ao trajecto na aproximação.

## **Referências**

DHI Software, MIKE 21: *Waves – Boussinesq Wave Module. Scientific Documentation*, 1999

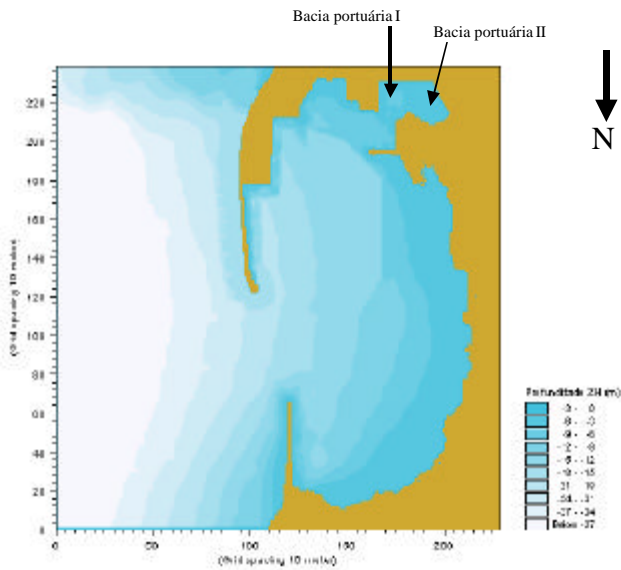


Figura 01 - Modelo DHI/MIKE21-BW.  
Batimetria e geometria limite no Porto da Praia da Vitória.  
Situação Actual.

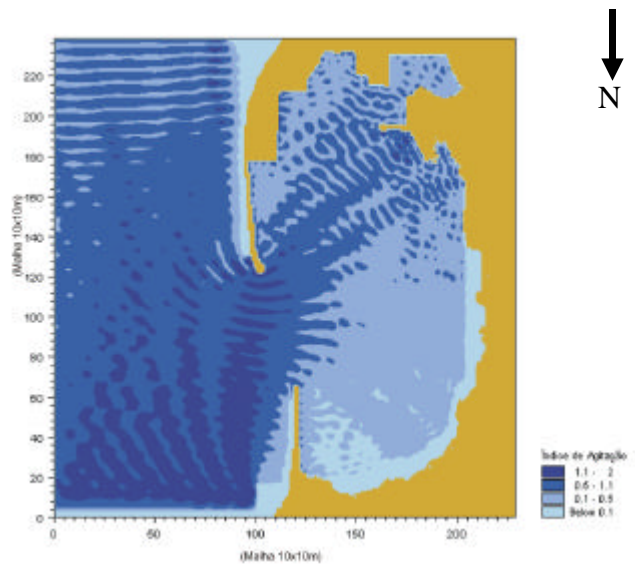


Figura 02 - Modelo DHI/MIKE21-BW.  
Índice de Agitação no Porto da Praia da Vitória.  
Hm0=1.0; T=10s; R=78; Hmaré=2.0m; Malha 10x10m.  
Situação Actual.

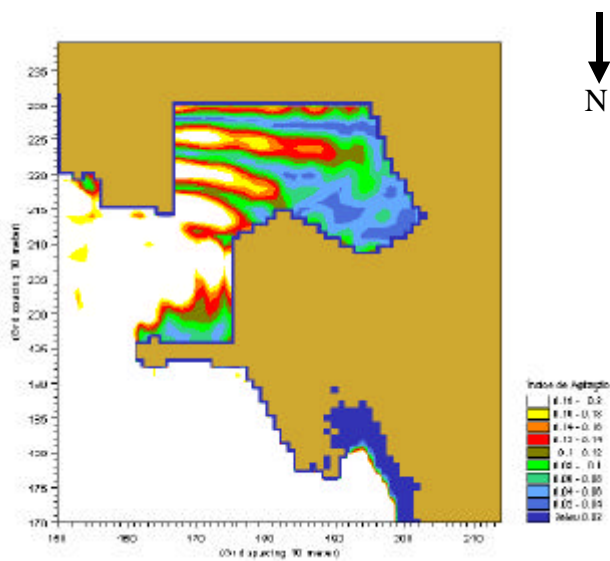


Figura 3 - Modelo DHI/MIKE21-BW.  
Índice de Agitação no Porto da Praia da Vitória.  
Hm0=1.0; T=12s; R=78; Hmaré=2.0m; Malha 10x10m.  
Situação Actual.

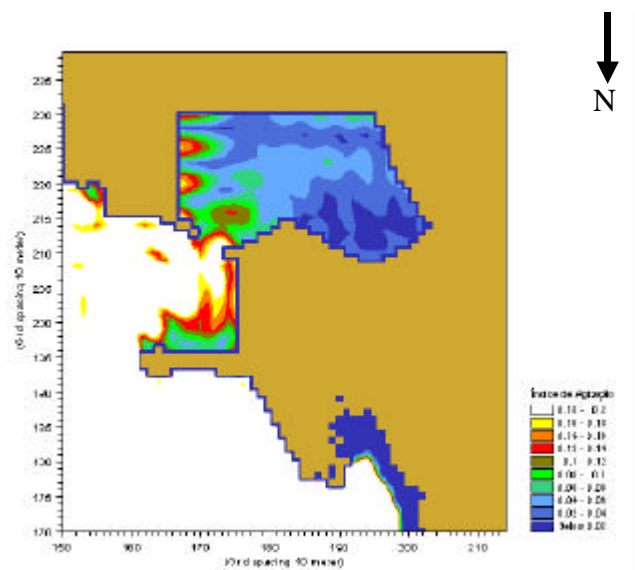


Figura 4 - Modelo DHI/MIKE21-BW.  
Índice de Agitação no Porto da Praia da Vitória.  
Hm0=1.0; T=12s; R=78; Hmaré=2.0m; Malha 10x10m.  
Solução T1.

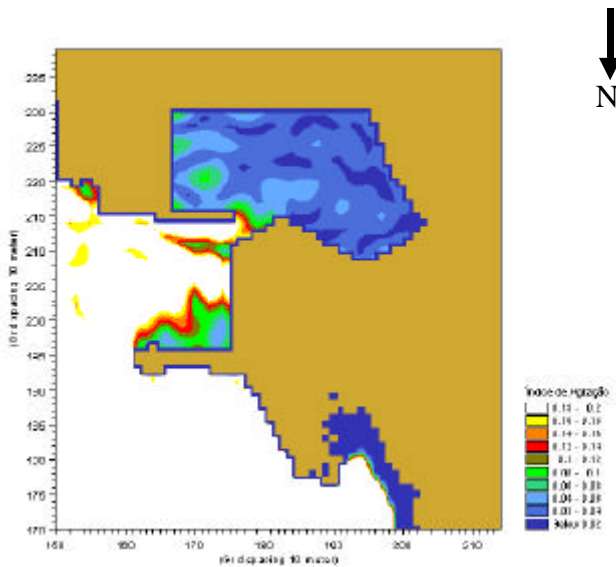


Figura 5 - Modelo DHI/MIKE21-BW.  
Índice de Agitação no Porto da Praia da Vitória.  
Hm0=1.0; T=12s; R=78; Hmaré=2.0m; Malha 10x10m.  
Solução T2.

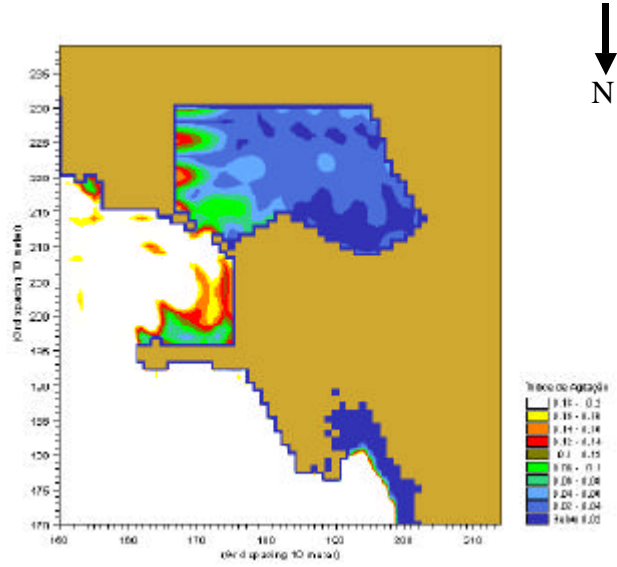


Figura 6 - Modelo DHI/MIKE21-BW.  
Índice de Agitação no Porto da Praia da Vitória.  
Hm0=1.0; T=12s; R=78; Hmaré=2.0m; Malha 10x10m.  
Solução 1.

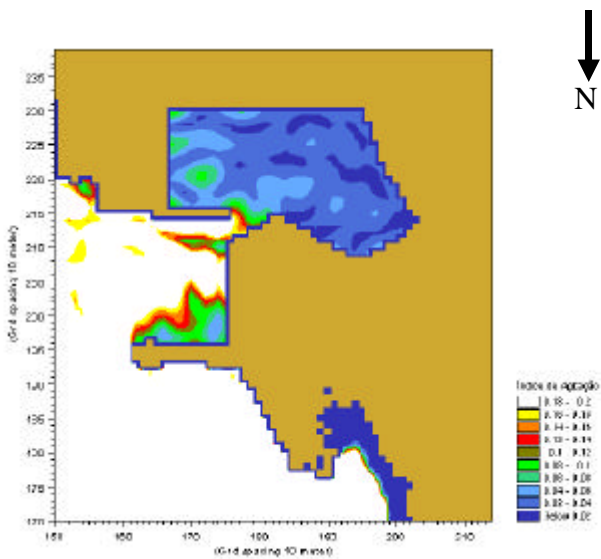


Figura 7 - Modelo DHI/MIKE21-BW.  
Índice de Agitação no Porto da Praia da Vitória.  
Hm0=1.0; T=12s; R=78; Hmaré=2.0m; Malha 10x10m.  
Solução 2.

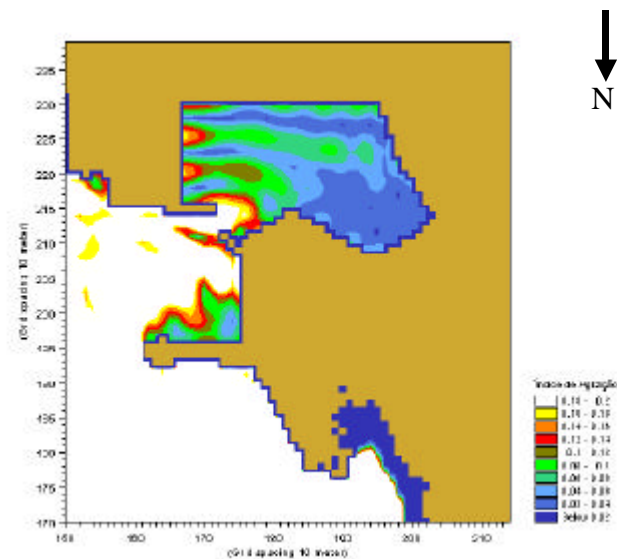


Figura 8 - Modelo DHI/MIKE21-BW.  
Índice de Agitação no Porto da Praia da Vitória.  
Hm0=1.0; T=10s; R=78; Hmaré=2.0m; Malha 10x10m.  
Solução 3.

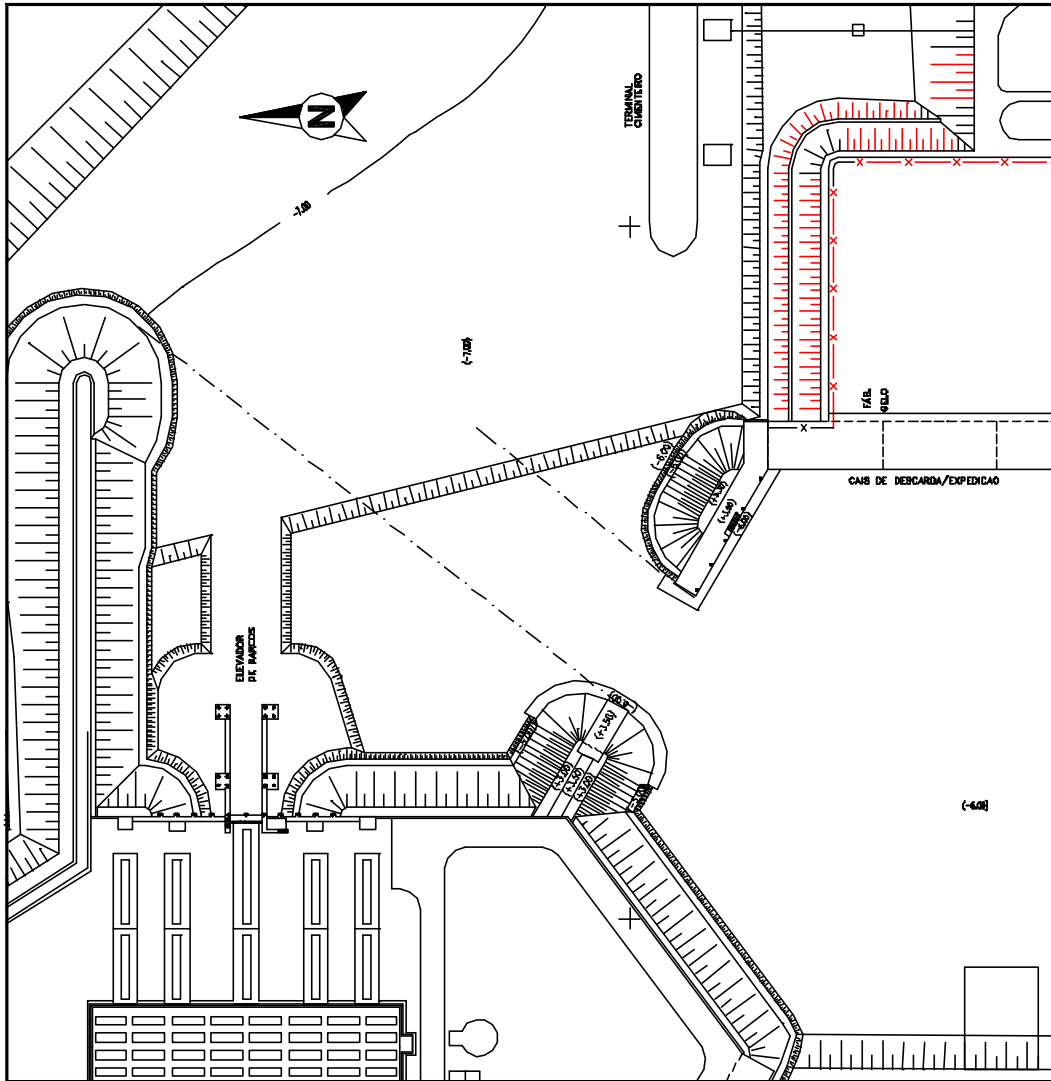


Figura 9 – Planta das obras complementares de abrigo