



## **REABILITAÇÃO/RECONSTRUÇÃO DO MOLHE-CAIS DA ERICEIRA**

Carlos Azevedo  
(Instituto Portuário e dos  
Transportes Marítimos, I.P.)

Fernando Oliveira  
(OFM – Obras Públicas,  
Ferroviárias e Marítimas, S.A.)

Lucília Luís  
(CONSULMAR – Projectistas  
e Consultores, Lda.)

### **1 – INTRODUÇÃO**

Esta comunicação visa apresentar as particularidades/dificuldades inerentes ao desenvolvimento de projectos e obras de reabilitação/reconstrução de estruturas marítimas, sendo apresentado como caso prático o projecto e obra de Reabilitação/Reconstrução do Molhe-cais da Ericeira.

O porto da Ericeira localiza-se numa zona da costa Oeste muito fustigada pelo mar, sendo os períodos de calma muito reduzidos. As particulares condições naturais onde este porto se insere torna os trabalhos de campo (levantamentos hidrográficos, inspecções subaquáticas, sondagens, etc.) da área exposta difíceis de executar, condicionando fortemente, numa primeira fase, a obtenção e o rigor dos elementos de base necessários para a realização dos estudos e projectos, e numa segunda fase, a realização dos trabalhos de reabilitação e reconstrução das estruturas.

Devido à sua implantação e à sua exposição às condições severas de agitação marítima que atacam violenta e persistentemente este molhe-cais, construído na década de 70, o mesmo sofreu ao longo dos últimos anos estragos consideráveis, tendo entrado num processo acelerado de degradação que levou à sua ruína em aproximadamente metade da sua extensão, (cerca de 200 m compreendidos entre a cabeça e o cais de descarga), e a um elevado estado de degradação da restante extensão (cerca de 200 m compreendidos entre o cais de descarga e o enraizamento).

A total ausência de condições de abrigo para a utilização do porto em condições de segurança, conduziram à necessidade de proceder à reabilitação e à reconstrução deste molhe de abrigo, tendo os estudos realizados pela CONSULMAR - Projectistas e Consultores, Lda. culminado com a elaboração do Projecto de Execução em 2005, alvo de ensaios em modelo reduzido pelo Laboratório Nacional de Engenharia Civil entre Setembro de 2005 e Janeiro de 2006, aos quais se seguiu o processo de contratação de obras públicas que levou à adjudicação da empreitada em 2008, encontrando-se a mesma em curso e a ser executada pelo Consórcio OFM, S.A./Irmãos Cavaco, S.A..

Em linhas gerais, o projecto prevê que a nova estrutura do troço a reconstruir assente sobre os materiais remanescentes da estrutura antiga, os quais complementados com os materiais resultantes das dragagens e tot provenientes de pedreiras constituem o núcleo. Sobre os taludes do núcleo reconstruído são colocados os submantos de enrocamentos seleccionados e os mantos de protecção do tronco, em Tetrápodos de 300 kN, e da cabeça, em cubos Antifer de 400 kN. Mais prevê o projecto que os blocos artificiais de betão encaixem numa vala a dragar ao longo do local onde se encontram depositados os destroços provenientes da ruína da anterior estrutura do molhe, para garantir a estabilidade do manto assegurando que este não deslize.

Na extensão a reabilitar, as intervenções contemplam recargas na zona activa do molhe, com Tetrápodos no troço intermédio e enrocamentos no troço mais próximo do enraizamento, bem como o alteamento do muro-cortina, para melhorar quer o comportamento da estrutura relativamente aos galgamentos, quer a utilização do seu intradorso. Está igualmente prevista a reparação do cais e o restabelecimento das cotas de serviço do mesmo.

Para a realização desta empreitada foi necessário mobilizar equipamentos de elevada capacidade, não só para a colocação dos Tetrápodos de 300 kN e Antiferes de 400 kN, mas também para a realização das dragagens que, devido à dimensão dos destroços a remover por um lado, e ao grande imbricamento dos mesmos por outro, se revelaram de muito difícil execução para cumprir as exigências do projecto (vala de encaixe do manto exterior).

A persistência das condições adversas de agitação, durante a maior parte do tempo, dificultam ao máximo o acompanhamento da colocação dos Tetrápodos, por parte dos mergulhadores no tronco do molhe, o que, associado à relativa fragilidade dos Tetrápodos aos choques mais



## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

violentos, levam o empreiteiro a ter cuidados redobrados na colocação dos blocos submersos, reduzindo drasticamente os ritmos de execução da obra.

Nesta comunicação serão abordados os aspectos que envolvem o projecto e as dificuldades de execução associada à necessidade de avaliar permanentemente as eventuais adaptações dos perfis de projecto à realidade.

### 2 – PROJECTO

O Projecto de Execução foi elaborado na sequência da aprovação do Anteprojecto, tendo sido posteriormente sujeito a ensaios de estabilidade e galgamento modelo reduzido. Nos pontos que se seguem efectua-se a descrição da implantação e caracterização geral do porto, descrição do molhe existente, caracterização das anomalias, caracterização das condições naturais e descrição das Intervenções propostas, concluindo-se com a transcrição das conclusões do relatório 186/06 – NPE do LNEC.

#### 2.1 – Implantação e caracterização geral do porto

O Porto da Ericeira (38°57.5' N, 9°25' W), situa-se na costa oeste de Portugal, entre o cabo da Roca e o Carvoeiro, a 50 km de Lisboa e a 40 km de Peniche.

Implantado entre a Praia Norte e a Praia dos Pescadores (também designada de Praia do Peixe), o porto tem reduzidas dimensões e destina-se a proporcionar abrigo a uma pequena frota de pesca artesanal.

As infra-estruturas portuárias que o constituem são apenas um molhe-cais e uma rampa-varadouro. O molhe tem cerca de 400 m de extensão, estando os últimos 120 m em completo estado de ruína. O cais, que se destina à descarga de pescado e abastecimento/apetrechamento da frota de pesca, apresenta cerca de 60 m de extensão e fundos adjacentes baixos, com tendência para assorear, estando actualmente inoperacional devido ao depósito de enrocamento junto à frente acostável.

A alagem de embarcações faz-se através da rampa-varadouro com o auxílio de tractores ou através de uma grua móvel instalada no cais.

A SE da rampa-varadouro existe um pequeno terraplano que ocupa uma área de cerca de 0,5 ha, protegido da agitação incidente por defesa frontal em talude de enrocamento seleccionado.

As poucas instalações terrestres de que este porto dispõe resumem-se aos edifícios do Clube Náutico e Socorros a Náufragos implantados a este da rampa-varadouro e, a sul destes, os armazéns de aprestos aderentes ao muro de contenção da estrada de acesso ao porto.

O acesso rodoviário ao porto faz-se por duas vias. A norte, através da marginal à praia, e a sul, directamente do centro da vila, através da Calçada da Praia.

#### 2.2 – Descrição do molhe-cais existente

O molhe-cais é uma estrutura constituída por um prisma de enrocamento revestido exteriormente, na zona do corpo, por blocos de betão (Tetrápodos), e no enraizamento por enrocamento seleccionado. A cabeça era vertical constituída por caixotões celulares de betão armado. Aderente ao intradorso, a cerca de 200 m do enraizamento, implanta-se o cais de blocos, com 60 m de extensão.

No enraizamento, que constitui o limite nascente do terraplano portuário, o manto de protecção era constituído por enrocamentos seleccionados de grande dimensão, formando um talude inclinado a 2:3 (V:H).

Ao longo do corpo do molhe, o manto exterior era constituído por Tetrápodos de 160 kN formando um talude inclinado a 2:3 (V:H). Enquanto que o manto de protecção interior era constituído por enrocamento seleccionado, formando um talude inclinado a 3:4 (V:H).

O molhe apresentava ao longo do seu coroamento um muro-cortina constituído por módulos de betão de secção variável e coroamento projectado até próximo da cota +6,50 m (ZH). No enraizamento, numa extensão de cerca de 50 m, a cota de coroamento do muro elevava-se para +8,00 m (ZH).

### 2.3 – Caracterização das anomalias

O molhe foi construído na década de 70, tendo desde logo sido detectadas algumas anomalias no seu comportamento, nomeadamente no que se refere ao galgamento intenso da zona do enraizamento e do cais, ao deslocamento de vários Tetrápodos do manto de protecção do corpo, à ruína da cabeça e troço terminal e ainda outros problemas relacionados com o cais que se encontra no seu intradorso.

Para fazer face aos problemas que se foram manifestando, o molhe foi objecto de várias intervenções de emergência e obras de melhoramento que, no entanto, não conseguiram travar o contínuo avanço da degradação da estrutura.

Da inspecção visual do estado da zona emersa do molhe-cais, detectaram-se as seguintes anomalias (Fig. 1):

1. O troço terminal do molhe, numa extensão de cerca de 120 m, compreendida entre a cabeça e o cais, encontrava-se em ruínas, sendo apenas possível observar parte dos blocos que compunham o muro-cortina, apresentando-se estes fracturados;
2. No corpo do molhe eram visíveis bastantes Tetrápodos partidos e/ou muito erodidos;
3. Ruptura do pavimento do cais, no seu troço terminal, na faixa aderente ao muro-cortina, apresentando uma imensa cratera;
4. Muro-cortina fracturado junto ao cais e fissurado ao longo da sua extensão;
5. Frente acostável totalmente obstruída com enrocamento e/ou Tetrápodos para aí arrastados por acção das tempestades;
6. Superestrutura do cais fracturada;
7. Cabeços de amarração partidos ou na iminência de se destacarem;
8. Escadas e argolas em avançado estado de degradação;
9. Infra-estruturas técnicas totalmente danificadas;
10. Pavimento de acesso ao cais deteriorado;
11. Manto interior irregular denotando recargas com material inadequado.



Fig. 1 – Fotografia aérea do porto da Ericeira



## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

Quanto às condições de exploração portuária, salienta-se a ocorrência de galgamentos importantes no troço do enraizamento que protege o terraplano portuário provocando grandes perturbações na operacionalidade deste, apesar de nesta zona o muro-cortina atingir cotas superiores. Os galgamentos são também intensos no troço do molhe coincidente com o cais, afectando de igual forma a operacionalidade deste, pondo em causa a segurança de pessoas e bens.

As anomalias foram-se agravando ao longo do tempo, com a ocorrência de tempestades, constatando-se, aquando do início da empreitada, que estas se tinham estendido ao início do cais, encontrando-se este fracturado, bem como o muro-cortina que o protegia. Verificou-se igualmente que a deterioração dos Tetrápodos teria aumentado significativamente, sendo raros os que ainda eram passíveis de ser aproveitados.

### 2.4 – Caracterização das condições naturais

Neste ponto faz-se apenas a caracterização da topo-hidrografia, marés e agitação, por serem estas condições naturais que maior importância assumem no contexto da presente comunicação.

#### 2.4.1 – Topo-hidrografia local

O elemento que serviu de base à elaboração Projecto de Execução, realizado em 2005, foi um levantamento topo-hidrográfico realizado pela B.H., datado de Outubro de 2003. Este foi realizado à escala 1:1000 e, devido às deficientes condições de segurança de navegação junto ao molhe, não foi possível realizá-lo com o grau de pormenorização desejável, permitindo apenas uma caracterização geral da estrutura do molhe e fundos circundantes.

Neste levantamento, no entanto, é bem patente a extensão do estado de degradação que o molhe se encontrava à data, estando bem patentes as anomalias listadas anteriormente, designadamente a extensão do molhe em ruínas e dispersão dos materiais constituintes, estado de conservação do troço compreendido entre o cais e o enraizamento, acumulação de materiais na frente ao cais, configuração dos fundos, etc..

#### 2.4.2 – Marés

As marés na costa Oeste de Portugal são do tipo semi-diurno regular, com amplitudes médias da ordem dos 2 m e máximas próximas dos 4 m.

Recorrendo às Tabelas de Maré publicadas pelo Instituto Hidrográfico, apuraram-se os seguintes valores médios anuais para os elementos de maré em Cascais, que serão aplicáveis à Ericeira: <sup>(1)</sup>

| PMMáx        | PMAV         | PMAM         | NM           | BMAM         | BMAV         | BMmín        |
|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| +4,00 m (ZH) | +3,54 m (ZH) | +2,73 m (ZH) | +2,08 m (ZH) | +1,43 m (ZH) | +0,61 m (ZH) | +0,17 m (ZH) |

#### 2.4.3 – Agitação marítima ao largo

Para caracterizar o regime de agitação ao largo da Ericeira, os elementos de base considerados à data mais adequados são os registos da bóia-ondógrafo direccional instalada ao largo da Figueira da Foz, a cerca de 90 m de profundidade. Dispôs-se dos resultados dos registos efectuados ao longo de cerca de 2,5 anos (Julho de 1990 a Dezembro de 1993), apresentados no Relatório do Projecto NATO PO-WAVES "Wind Wave Climatology of the Portuguese Coast", Julho 1994, com as distribuições conjuntas de alturas e períodos por rumo.

<sup>(1)</sup> - Sob condições meteorológicas anómalas (ventos fortes ou de prolongada duração, ou grandes perturbações da pressão atmosférica) a altura de água passa a ter uma importante componente meteorológica sobreposta à componente devida à maré, podendo verificar-se variações relevantes das cotas indicadas.

Na Fig. 2 apresentam-se as distribuições de rumos, alturas e períodos da agitação ao largo resultantes destes registos e aqui adoptados como representativas do regime médio anual.

### Distribuição de Rumos ao Largo

frequências (%)

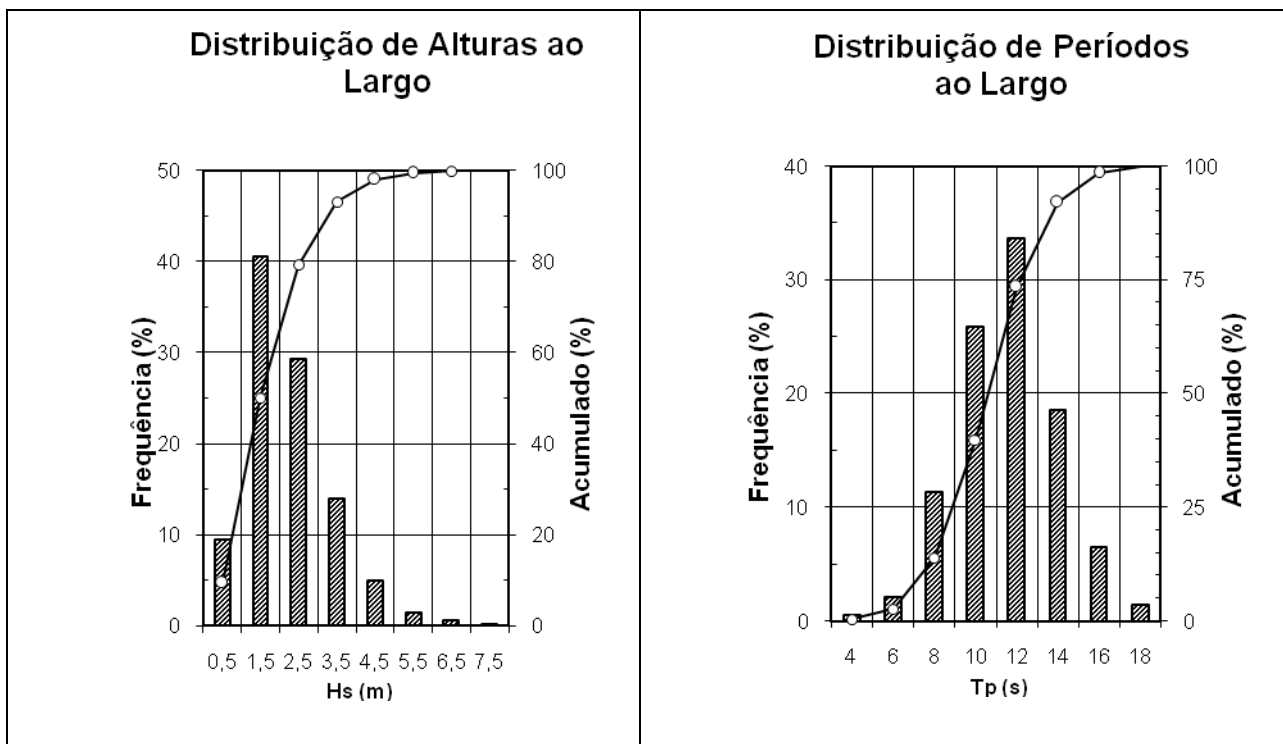
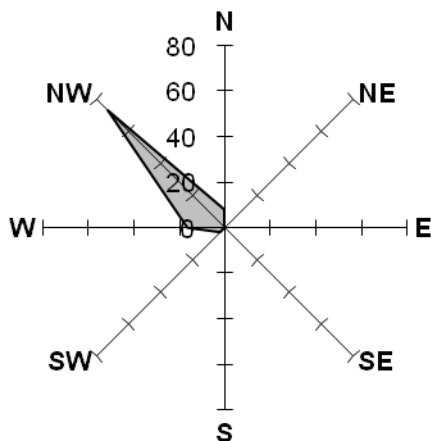


Fig. 2 – Agitação ao largo

Verifica-se que a quase totalidade das ondas é proveniente de rumos entre o W e o N, sendo o rumo mais frequente o NW, com mais de 70% das ocorrências.

No que respeita à distribuição de alturas, verifica-se que o escalão mais frequente é o de 1 a 2 m, com cerca de 40% das observações, seguindo-se o de 2 a 3 m, com uma frequência próxima de 30%. Cerca de 50% das ondas são inferiores a 2 m, sendo a frequência de alturas superiores a 5 m da ordem de 2%.



## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

A distribuição de períodos de pico das ondas mostra que o escalão mais frequente é o de 11 a 13 s, com 33,5% das ocorrências, seguindo-se o de 9 a 11 s, com cerca de 26%. A frequência de períodos superiores a 15 s é da ordem de 8%.

Quanto à variação sazonal do regime de agitação, não se verificam diferenças significativas no que à distribuição por rumos diz respeito, sendo, no entanto, na distribuição de alturas a diferença já perceptível. Nos meses de Inverno as alturas de onda são mais elevadas, sendo os escalões mais frequentes os de 1 a 2 m e de 2 a 3 m, enquanto no Verão o escalão mais frequente é o de 1 a 2 m. No Inverno cerca de 10% das ondas são superiores a 4 m, enquanto no Verão a percentagem equivalente é próxima de 2%; no Verão quase 55% das ondas são inferiores a 2 m, enquanto no Inverno apenas 33% se enquadra neste limite.

### 2.4.4 – Agitação marítima local

Para se obter as condições de agitação junto à praia procedeu-se à transposição para o local do regime definido ao largo. Esta transposição foi efectuada utilizando um programa de cálculo automático de refração espectral desenvolvido pela CONSULMAR.

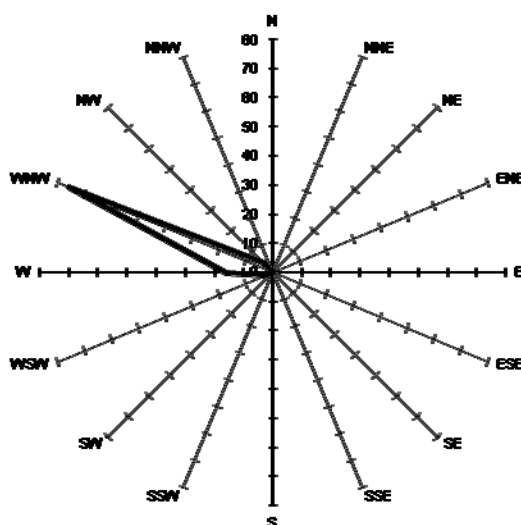
Foi seleccionado um ponto na zona frontal ao porto, aproximadamente na batimétrica -13 m (ZH). Os resultados obtidos são apresentados na Fig. 3, sob a forma de distribuições da agitação por rumos, alturas e períodos.

Verifica-se uma grande concentração dos rumos em torno do WNW, tendo este sector uma frequência de quase 80%. Segue-se o W, com uma frequência de 16,3%; a frequência de agitação com rumos locais para norte ou sul destes rumos é muito reduzida (da ordem de 5% e 2,5%, respectivamente).

Quanto à distribuição de alturas de onda, verifica-se que o escalão mais frequente se mantém o de 1 a 2 m, mas agora com mais de 60% das ocorrências, continuando também o segundo a ser o de 2 a 3 m, com uma frequência de 16%. Cerca de 75% das ondas são inferiores a 2 m, e mais de 90% são inferiores a 3 m.

A distribuição de períodos no local é praticamente idêntica à distribuição ao largo, como era esperado.

**Distribuição de Rumos no Local**



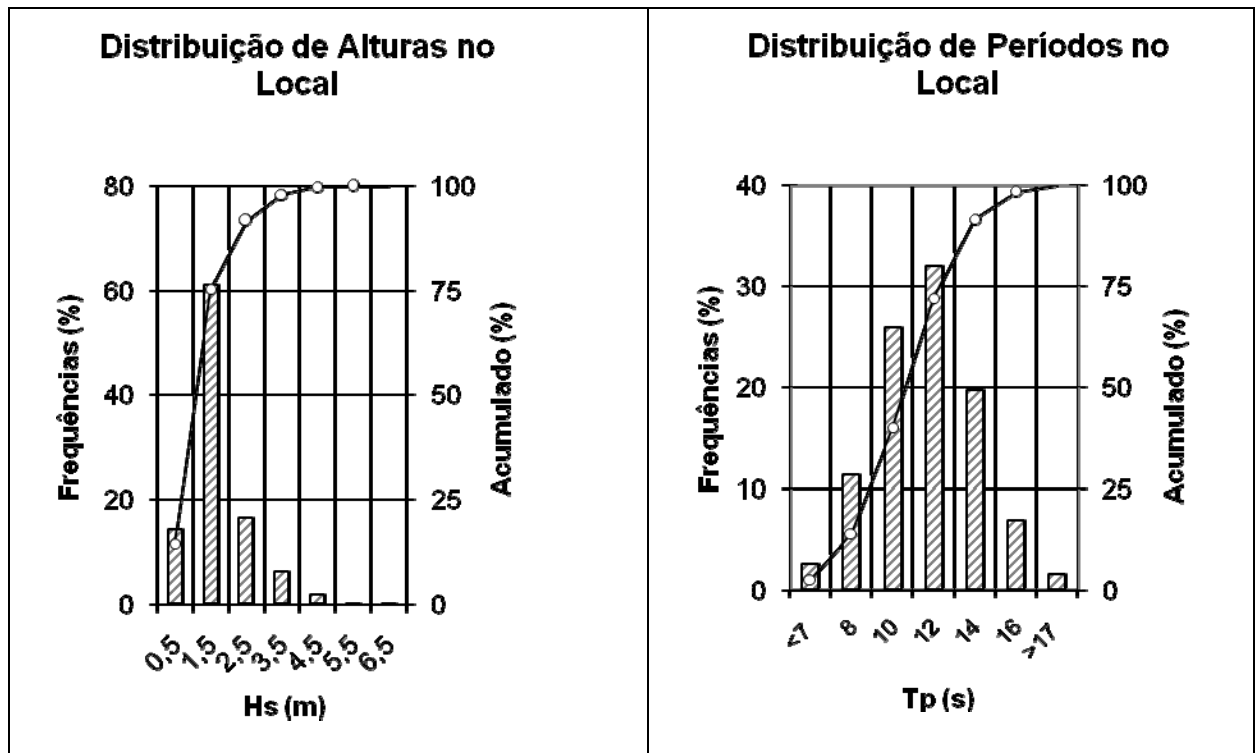


Fig. 3 – Agitação local

#### 2.4.5 – Valores extremos

O conhecimento dos valores extremos que as alturas de onda podem atingir no local em estudo é necessário para o dimensionamento estrutural das obras de abrigo do porto.

No caso presente, a profundidade à qual estão implantadas as obras de abrigo deverá constituir uma limitação à altura das ondas que podem atingir o local, condicionando assim as ondas de projecto a adoptar.

Procurou-se, de qualquer modo, determinar os valores extremos das alturas de onda por extrapolação dos elementos disponíveis, para posterior verificação se os fundos no local das obras constituem realmente um limite às ondas que as podem atingir.

Uma vez que os dados utilizados para caracterizar o regime médio da agitação não são apropriados para efectuar esta extrapolação, pois correspondem a uma série temporal muito curta, recorreu-se aos seguintes elementos:

- “Hindcast” de dezasseis tempestades ocorridas ao largo da costa ocidental portuguesa no período 1955-1981, realizado pela “Det Norske Veritas”, tendo-se utilizado os resultados para um ponto entre Figueira da Foz e o Cabo da Roca;
- Extrapolações efectuadas por Pires, H. N. e Pessanha, L. E., do Instituto de Meteorologia, com base nos registos do ondógrafo do Cabo da Roca.

Os resultados obtidos são apresentados no quadro seguinte, onde se indicam as alturas de onda significativa correspondentes a diversos períodos de retorno.

Quadro 1 – Ondas Significativas Correspondentes a Diversos Períodos de Retorno

| PERÍODO DE RETORNO (anos) | Hs (m) |                  |       |
|---------------------------|--------|------------------|-------|
|                           | D.N.V. | Pires e Pessanha | Média |
| 5                         | 11,2   | 9,5              | 10,4  |
| 10                        | 12,1   | 10,4             | 11,3  |
| 50                        | 14,1   | 12,4             | 13,3  |
| 100                       | 15,0   | 13,1             | 14,1  |



## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

As discrepâncias entre os resultados obtidos devem-se não só a diferenças nos dados de base (referentes ao tipo de informação, ao período coberto e aos locais a que respeitam), mas também ao diferente tratamento estatístico a que foram sujeitos.

Para efeitos do presente trabalho, considera-se que os valores apresentados na última coluna do quadro anterior, que correspondem à média dos resultados obtidos pelos dois métodos referidos, são razoavelmente representativos das condições ao largo da Ericeira.

Para calcular as alturas significativas máximas admitidas pelos fundos seguiu-se o método proposto por W. N. Seelig em "Estimating Nearshore Significant Wave Height for Irregular Waves", Coastal Engineering Technical Aid No. 79-5, CERC, 1979.

Para períodos de onda entre 12 e 14 s, e para um leque de profundidades em que se admite possam vir a ser fundadas as obras de abrigo, obtiveram-se os valores de alturas significativas máximas possíveis indicados no quadro seguinte. Os cálculos foram efectuados para a situação de maré mais desfavorável, correspondente à preia-mar de águas vivas.

**Quadro 2 – Altura Significativa Definida por Limitação de Fundos**

| COTA DO FUNDO (m ZH) | -12,0 | -11,0 | -9,0 | -7,0 | -5,0 | -4,0 | -3,0 | -1,0 |
|----------------------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|
| Hs max. (m)          | 9,8   | 9,2   | 8,4  | 7,0  | 6,0  | 5,5  | 5,0  | 3,5  |

Como se pode verificar, os fundos proporcionam efectivamente um limite à altura das ondas que pode atingir o local, já que as alturas ao largo anteriormente apresentadas para os vários períodos de retorno, mesmo depois da aplicação dos coeficientes de refração apropriados (para rumos entre W e NW), são consideravelmente superiores aos limites agora calculados.

## 2.5 – Descrição das Intervenções propostas

### 2.5.1 – Considerações gerais

As intervenções propostas visam reforçar a estrutura do molhe-cais, corrigir as deficiências existentes e evitar o seu agravamento, além de reduzir os galgamentos.

Não foi prevista qualquer alteração da geometria do espaço útil actual, mas apenas o reforço através da colocação de elementos estruturais de maior capacidade resistente e a reconstrução do troço do molhe em ruínas.

As intervenções propostas foram as seguintes:

- Reconstrução integral do troço em ruínas, utilizando para o efeito cubos Antifer de 400 kN na cabeça e Tetrápodos de 300 kN no tronco;
- Reforço do tronco do molhe-cais através da substituição dos Tetrápodos de 160 kN por Tetrápodos de 300 kN;
- Reforço do manto de enrocamento adjacente com Tetrápodos de 160 kN recuperados do tronco do molhe ou recarga com enrocamento 120 a 160 kN;
- Recarga do enraizamento e do manto interior, na extensão a reforçar;
- Alteamento do muro-cortina na extensão compreendida entre o troço reconstruído e o do enraizamento;
- Reparação do cais, incluindo reposição de acessórios e infra-estruturas técnicas;
- Reconstrução do muro-cortina na proximidade do terminus do cais;
- Demolição do muro construído aquando da última intervenção de emergência;
- Prolongamento do muro de testa até ao muro-cortina;



- Reparação das peças em betão fracturadas;
- Reperfilamento da berma do muro-cais, colmatação de locas sob a sua fundação e colmatação das juntas entre blocos.

Seguidamente apresenta-se a descrição mais detalhada de algumas das intervenções listadas.

### 2.5.2 – Reconstrução do troço em ruínas

Conforme já referido o troço terminal do molhe-cais, numa extensão de cerca de 120 m, encontra-se em completo estado de ruína. Desta estrutura, apenas se encontram emersos pedaços do muro-cortina (Fig. 1). Os restantes materiais que compunham a estrutura (mantos de protecção, submantos e núcleo) encontram-se totalmente submersos e dispersos. De acordo com o levantamento topo-hidrográfico o material que compunha a estrutura sofreu um deslizamento generalizado e foi deslocado para SE por acção da agitação.

Perante este cenário, a intervenção que se propôs efectuar consistiu na construção de uma nova estrutura sobre e “encaixada” no material que resta da existente. A reconstrução consistiu na:

- Demolição e remoção dos blocos fracturados que constituíam o muro-cortina;
- Dragagem dos blocos que compunham o manto de protecção ou do enrocamento do submanto, formando uma vala para encaixe dos blocos da nova estrutura;
- Completamento do núcleo com materiais aproveitados das dragagens ou com tot;
- Execução dos submantos exterior e interior;
- Execução dos mantos do extradorso do tronco do molhe com Tetrápodos de 300 kN, cabeça com cubos Antifer de 400 kN e intradorso com enrocamento de 90 a 120 kN;
- Construção do bloco de coroamento;
- Instalação de um farol.

À semelhança da estrutura do molhe existente, a nova estrutura, é do tipo núcleo de enrocamento revestido com blocos naturais e artificiais, encimada por um bloco de coroamento, estrutura esta que é fundada sobre a existente. A construção do núcleo da estrutura implicará proceder, antecipadamente, à demolição/remoção dos materiais que se encontram a cotas superiores à cota de coroamento, podendo estes materiais serem usados no completamento do núcleo, nas zonas em que acontece o inverso. O revestimento dos taludes terá, igualmente, que ser antecedido da remoção dos Tetrápodos inteiros e partidos e, eventualmente, dos enrocamentos que compunham os submantos.

No tronco do molhe (Fig. 4), o prisma do núcleo apresenta o seu coroamento à cota +4,5 m (ZH), 10 m de largura e taludes inclinados a 2/3 (V/H). Sobre o prisma do núcleo assenta o bloco de coroamento em betão simples, betonado “in situ”, que se desenvolve entre a cota +4,5 m (ZH) e a cota +8,0 m (ZH) e cuja largura é de 6,5 m. Lateralmente, o extradorso do prisma do núcleo será protegido por duas camadas de Tetrápodos de 300 kN, sobre a qual se interpõe o submanto com duas camadas de enrocamento de 20 a 40 kN, enquanto que o intradorso do prisma do núcleo será protegido por duas camadas de enrocamento de 90 a 120 kN que assentam sobre o submanto de duas camadas de enrocamento 5 a 10 kN.

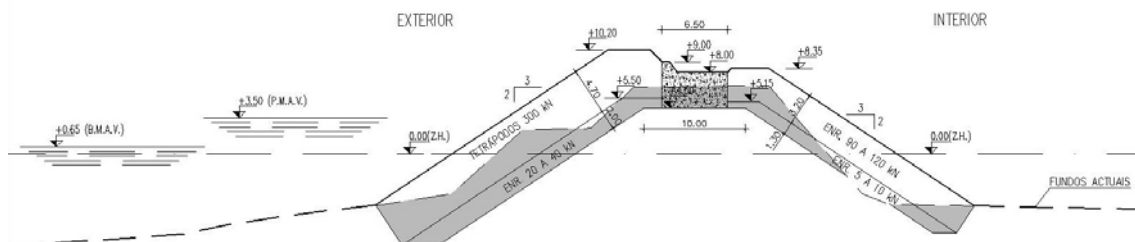


Fig. 4 – Perfil transversal-tipo do troço a reconstruir

Na cabeça, o prisma do núcleo apresenta uma forma tronco-cónica, coroamento à cota +4,5 m (ZH) e taludes inclinados a 1:2 (V/H). Nesta zona, o bloco de coroamento alarga para 10 m e desenvolve-se entre a cota +4,5 m (ZH) e a cota +9,0 m (ZH). O prisma do núcleo é protegido com duas camadas de cubos Antifer que assentam sobre o submanto de duas camadas de enrocamento de 30 a 60 kN.

A opção de utilização de cubos Antifer na protecção da cabeça do molhe prendeu-se com os seguintes aspectos:

- À luz dos conhecimentos actuais, os cubos são mais adequados na protecção de cabeças;
- Em condições de fundação desfavoráveis os cubos exibem melhor comportamento estrutural.

Na extensão correspondente ao tronco do molhe, o pé do talude de protecção encaixa numa vala dragada para o efeito, enquanto que o talude de protecção da cabeça assenta sobre os fundos naturais.

### 2.5.3 – Reforço do tronco do molhe-cais

Conforme já mencionado, no tronco do molhe é notório o deslizamento generalizado da camada de protecção, verificando-se a falta de muitos Tetrápodos, que foram supostamente arrastados para o fundo. Na visita ao molhe-cais observou-se que grande parte dos Tetrápodos que ainda permanecem, encontram-se partidos ou muito erodidos.

Pelos motivos acima expostos, propôs-se como intervenção a efectuar, a substituição do manto em Tetrápodos de 160 kN por Tetrápodos de 300 kN, dando continuidade ao troço reconstruído. Esta operação consiste em remover os Tetrápodos de 160 kN actualmente existentes e substituí-los por Tetrápodos de 300 kN. A substituição dos Tetrápodos será efectuado apenas na zona mais activa do molhe [entre a cota da berma e aproximadamente o -2,00 m (ZH)], zona que está mais sujeita à acção da agitação. Na restante extensão, entre a cota -2,00 m (ZH) e o pé, a estabilidade dos elementos que compõe a estrutura do molhe encontra-se reforçada, não só pela deposição do material proveniente da zona activa que recebe o talude original como também pela diminuição da inclinação do talude, conduzindo estes dois efeitos a um aumento significativo da estabilidade do manto.

Desta forma estava prevista, na zona mais activa do molhe, a remoção dos Tetrápodos que ainda mantivessem a sua integridade, dragagem dos Tetrápodos partidos e de enrocamento, regularização da subcamada com enrocamento de 20 a 40 kN e colocação de duas camadas de Tetrápodos de 300 kN.

Afim de garantir a estabilidade do material a colocar, previu-se execução de uma vala de encaixe.

O manto de protecção em enrocamento que dá continuidade ao manto de protecção em Tetrápodos de 160 kN, também apresenta deslizamentos pontuais. Perante este panorama, o projecto previu o reforço do manto de protecção em enrocamento, com Tetrápodos de 160 kN (Fig. 5) recuperados do tronco do molhe ou a recarga com enrocamento de 120 a 150 kN.

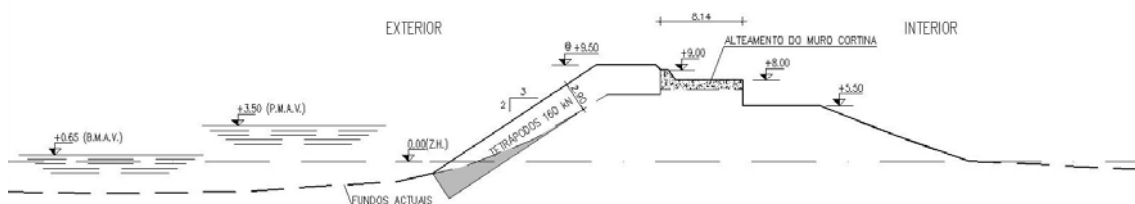


Fig. 5 – Perfil transversal-tipo do troço a reabilitar



## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

Na restante extensão do molhe até ao enraizamento, sempre que fossem evidentes falhas ou deslizamentos do enrocamento que compõem o manto de protecção, previa-se proceder-se à sua recarga com enrocamento de 90 a 120 kN. O mesmo deveria ser efectuado no manto interior, reforçando-se este com enrocamento seleccionado de 30 a 60 kN.

O reforço dos mantos de protecção do extradorso do molhe-cais é acompanhado do alteamento do muro-cortina com o fim de se reduzirem os galgamentos. Para o efeito, sobre o muro-cortina existente, previu-se betonar "in situ" um bloco de betão até se atingir a cota +8,00 m (ZH) e murete lateral com coroamento à cota +9,00m (ZH).

### 2.6 – Conclusões dos ensaios em modelo reduzido

Seguidamente apresenta-se a transcrição das conclusões dos ensaios em modelo reduzido.

*“Dando cumprimento ao programa de ensaios especificado pelo projectista, os resultados obtidos demonstraram tratar-se de uma solução bastante estável, desde que, em obra, seja conseguida uma eficaz fundação dos elementos estruturais nos destroços existentes.*

*Os galgamentos observados nunca puseram em causa a estabilidade da solução ensaiada, nomeadamente do talude interior, devendo, todavia, frisar-se o facto de os galgamentos poderem ser um pouco superiores no protótipo, em situação de vento forte de mar para terra.” (...)*

## 3 – CONSTRUÇÃO DA OBRA

### 3.1 – Nota introdutória

A especificidade e complexidade da intervenção, no Molhe de Abrigo do Porto da Ericeira, são devidas fundamentalmente a factores endógenos associados intrinsecamente à natureza dos trabalhos de reconstrução sobre uma estrutura existente.

No entanto, existem também outros factores exógenos que derivam das quase permanentes más condições de trabalho, função persistência da agitação marítima incidente e ainda do facto da obra estar localizada no centro de um aglomerado populacional com alguma dimensão e de forte componente turística e balnear.

É também de realçar que esta zona da costa, onde trabalhos e o estaleiro que lhe dá apoio estão localizados, tem grandes exigências ambientais, para além da actividade piscatória, que aí se desenvolve, constituir a razão de ser da existência do Porto, e portanto dever manter-se em funcionamento.

### 3.2 – Principais dificuldades associadas à construção

Como é lógico a execução de obras Marítimas com estas características estão perfeitamente ao alcance da OFM, S.A. e IRMÃOS CAVACO, S.A., empresas que possuem os meios humanos e materiais para as concretizar com sucesso (Qualidade e Prazo), para além das suas comprovadas experiências neste tipo de intervenção.

No entanto, os factores endógenos e exógenos com forte influência na especificidade desta empreitada, condicionaram e dificultaram de forma decisiva a execução dos trabalhos.

Para clarificar melhor os factores que contribuíram decisivamente para aumentar as dificuldades construtivas, analisamos a seguir os mais importantes.

Começando pelos factores endógenos surge à cabeça o facto de se tratar de uma obra de Reabilitação de um Molhe, que foi muito danificado ao longo dos anos, com distribuições severas quer dos mantos de protecção, quer da superestrutura, incluindo o muro-cortina, do qual foram encontrados blocos de grandes dimensões que foi necessário demolir ou remover.



## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

Foi aliás, este um dos factores que mais problemas concretos trouxe à realização das actividades produtivas, nomeadamente as dragagens, o que obrigou o empreiteiro a triplicar o ritmo de execução, já que se passou do horário normal das 8 h de trabalho para as 24 h, nesta actividade, que se tornou extremamente crítica.

Quanto aos factores exógenos, refira-se desde já que qualquer das situações que iremos analisar influenciaram a empreitada de forma importante, contribuindo decisivamente para criar grandes dificuldades na execução dos trabalhos e no cumprimento do prazo de execução.

### ◆ **Agitação Marítima**

Apesar da obra se localizar na costa ocidental de Portugal Continental e de saber, à partida, que aqui ocorrem situações de agitação mais ou menos importantes, consoante a estação do ano, no Verão há contudo períodos relativamente longos de acalmia, o que não acontece de todo na Ericeira, onde se constata a existência sistemática de ondulação, que interface de forma permanente com a colocação de blocos do manto de protecção, mesmo no Verão.

Esta circunstância aliada ao facto de se tratar de Tetrápodos, que são blocos relativamente pouco resistentes ao choque, agravou o problema, já que tínhamos que arriscar, um pouco mais que o normal, para não atrasar a obra e não inviabilizar a conclusão da Empreitada ou prazo contratual (tínhamos que chegar à cabeça antes do Inverno). A consequência desta situação foi haver mais de 2% de blocos que se partiram durante a operação de colocação e tiveram obviamente que ser removidos.

### ◆ **Aspectos Ambientais**

O facto da obra se situar numa zona ambientalmente sensível trouxe problemas crescidos à implantação do estaleiro de apoio à obra, nas proximidades do local dos trabalhos.

Como não havia espaço disponível junto ao enraizamento do molhe, para aí se localizar o estaleiro de prefabricação de blocos de betão a colocar no manto de protecção, houve que procurar locais alternativos o mais perto possível da zona da obra.

A necessidade de localizar o estaleiro próximo do Molhe prende-se com o facto dos veículos de transporte dos blocos ocuparem toda a largura das vias, durante as viagens, obrigando a cortar o trânsito nesses troços, durante esses transportes.

Conjugando este facto com a localização da obra no centro do agregado populacional, o problema agrava-se bastante.

Daí que se tenha insistido bastante, com o Ministério do Ambiente, para implantar o estaleiro numa zona que, em nossa opinião, tratada com todo o cuidado, minimizaria os impactos negativos que não serão irreversíveis, tanto mais a zona irá ser completamente recuperada ambientalmente no final dos trabalhos, repondo a situação inicial.

Se tal não tivesse acontecido o impacto durante a construção seria muito maior porque os troços de estrada a serem cortados seriam muito mais extensos como se explicou às Autoridades com Jurisdição Ambiental sobre esta zona da costa.

Prevaleceu finalmente o bom senso e garantiu-se assim o menor impacto possível sobre o ambiente, a população e a própria obra, já que também se encurtou a distância de transporte.

Infelizmente, as dificuldades em convencer os Ambientalistas geraram alguma morosidade em todo o processo o que veio atrasar o início da prefabricação, e por conseguinte um desfazamento em relação ao programado, no fornecimento de blocos prefabricados para colocar em obra.

## **3.3 – Processos construtivos**

### **3.3.1 – Reforço do molhe existente**

Prevê o projecto a realização de diversas intervenções para reforço dos mantos de protecção do molhe existente, bem como o alteamento do muro-cortina.

### **Prefabricação de Tetrápodos**

Os Tetrápodos de 300 kN foram fabricados no estaleiro central.

Nesta área está instalado um pórtico rolante TEGOPI de 100 ton que auxilia na montagem de cofragens, colocação de betão e carga dos Tetrápodos para transporte da área de fabrico para o stock.

Nos locais de stock, está colocada uma grua “Sennebogen 6100” que faz a descarga dos Tetrápodos vindos da área de fabrico e a sua carga quando do transporte para o local de aplicação no molhe.



Os elementos prefabricados foram continuamente regados até atingirem as características necessárias para movimentação e colocação.

Durante as betonagens foram utilizados vibradores de agulha, sendo dada especial atenção ao acabamento das peças.

As cofragens utilizadas são metálicas, garantindo-se classes de acabamento perfeito, sendo montadas por pessoal especializado.

O betão é fabricado em central industrial de terceiros, com grande capacidade de produção e com controlo de qualidade, e em estrita observância das condições do projecto. É transportado em veículos adequados (autobetoneiras) até à área de prefabricação.

### **Remoção de enrocamento e Tetrápodos**

Previu o projecto a remoção de enrocamentos e Tetrápodos partidos do manto de protecção actual do molhe com o fim de o mesmo ser reconstruído utilizando enrocamentos seleccionados assim como a recolocação de Tetrápodos de 160 kN reaproveitados bem como Tetrápodos novos de 300 kN. Os enrocamentos e Tetrápodos partidos retirados foram colocados no núcleo de reconstrução do molhe.

Assim, na remoção dos materiais, foi utilizada uma grua do tipo “Manitowoc 4000”, sendo o enrocamento e os Tetrápodos partidos colocados sobre dumper do tipo “Volvo A 20”, que transporta os mesmos até ao local de aplicação, onde foram descarregados directamente e empurrados por escavadora giratória.

Estes trabalhos foram executados por tramos cujo comprimento dependia do estado do mar, tendo em atenção que após a regularização do prisma de assentamento estar concluída, foram de imediato colocados os materiais previstos aplicar.

Verificou-se de facto que desde a concepção do projecto em 2005, as condições existentes no local alteraram-se bastante, não existindo qualquer Tetrápodo inteiro de 160 kN que pudesse ser recuperado. Foram ali depositados aleatoriamente ao longo do tempo, recargas de enrocamento não seleccionado, compactados e imbricados pelo mar, o que dificultou bastante a dragagem deste material para permitir o reperfilamento do talude e a colocação dos novos mantos e submantos.

Entendeu o projectista, face a situação actual, prolongar no sentido do enraizamento a faixa do manto com Tetrápodos novos de 300 kN, aumentando-se assim as quantidades dos trabalhos correspondentes.



### **Colocação de enrocamentos**

Tratando-se de um manto de protecção em que os perfis transversais são geometricamente semelhantes (inclinação do talude e cotas do coroamento), o faseamento construtivo é semelhante em toda a extensão da parte da obra em apreço.

Os trabalhos passaram pela colocação individual de pedras de enrocamento seleccionado de grandes dimensões, que são descarregados dos camiões transportadores pelas guas "Manitowoc 4000 ou 2250", que então procediam à sua colocação com "Grabos" adequados.

### **Manto de protecção com Tetrápodos de 300 kN**

Após a dragagem e regularização foi colocado o enrocamento de 20 a 40 kN, que compõe o submanto de assentamento dos Tetrápodos de 300 kN.

O enrocamento foi transportado desde a pedreira em camião do tipo "Volvo FH 12", equipado com semi-reboque do tipo "Metalofabril (G.P.)" sendo descarregado e colocado por grua do tipo "Manitowoc 4000 ou 2250", consoante a frente de trabalho.

Na sequência da construção do submanto foi executado o manto de protecção com Tetrápodos de 300 kN.



Os Tetrápodos foram carregados na área de "stock", por grua do tipo "Sennebogen 6100", em camião do tipo "Volvo F12" e "Volvo FH12", equipados com semi-reboque do tipo "ARB (G.P.)" e foram colocados por grua do tipo "Manitowoc 4000", utilizando para o efeito equipamento de suspensão apropriado.

### **Alteamento do muro-cortina existente**

O alteamento do muro-cortina existente foi realizado sendo, troço a troço, à medida que os trabalhos de construção dos mantos de protecção foram sempre concluídos.

Foi necessário realizar a demolição de parte do muro existente que se encontrava deteriorado para permitir uma base sã ao novo. Nas restantes superfícies foram realizadas escarificações utilizando martelos ligeiros de ar comprimido alimentados por compressor do tipo "Atlas Copco XAS 96", que também executaram os furos para selagem de ferrolhos em aço que fazem a ligação entre o betão existente e o novo.

Com a montagem das cofragens, o betão foi colocado com o balde de escavadora giratória, descarregado directamente do camião transportador (autobetoneira), sendo espalhado e devidamente compactado por vibrador de agulha. O acabamento superior foi feito "à talocha".

Durante a execução do alteamento do muro-cortina foram deixadas embebidas no betão, tubagens para passagem de cabos assim como foram executados os nichos para posterior aplicação de armaduras de iluminação.

### **3.3.2 – Reconstrução do molhe**

#### **Prefabricação de Tetrápodos de 300 kN**

Os Tetrápodos de 300 kN a aplicar na reconstrução do molhe, foram sendo fabricados na sequência e da forma descrita para o fabrico dos Tetrápodos a aplicar no reforço do molhe existente.

Nos locais de stock, foi colocada a grua "Sennebogen 6100" que fez a descarga das peças vindas da área de fabrico e a sua carga quando do transporte para o local de aplicação.



## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

### Prefabricação de blocos cúbicos Antifer

Para o efeito foi preparada uma eira cuja base em material compactado nivelado é coberto por tela plástica para receber as cofragens. Foram colocados blocos já betonados lado a lado para se criar um acesso aos camiões betoneira, de forma que a betonagem fosse realizada por descarga directa.

Durante as betonagens foram utilizados vibradores de agulha, sendo dada especial atenção ao acabamento das peças.

Para aumentar o rendimento de prefabricação, utilizam-se uma peça na descofragem que funciona como na culinária se realiza a desforma do bolo, isto é, um pistão hidráulico empurra um prato sobre o betão no topo enquanto quatro pinças engatam o molde do Antifer e o elevam, ficando o bloco sem ser afectado (o facto das cofragens serem troncos de pirâmide e os canaletes da mesmas serem tronco-cónicos facilitou a descofragem).

Após a cura dos primeiros dias, os blocos foram transferidos pela grua "Sennebogen 6100" para uma área de cura definitiva, sendo continuamente regados até atingirem as características mecânicas para colocação no mar.

O betão foi fabricado em central industrial, com grande capacidade de produção e com controlo de qualidade e em estrita observância das condições do projecto. O transporte do betão até à área de prefabricação foi efectuado por veículos adequados (autobetoneiras).



### Dragagem de blocos partidos e enrocamentos

#### Dragagem para a construção do molhe

A dragagem de construção consistiu na remoção de blocos partidos e enrocamentos localizados na área de implantação da reconstrução do molhe, os quais sejam necessários retirar para executar o perfil de projecto. Na maior parte dos casos esta situação acontece para poderem ser executados os novos mantos de protecção.

Esta actividade será executada, acompanhando o desenvolvimento da construção do núcleo, pela grua Manitowoc 4000 no intradorso e pela grua Manitowoc 2250 no extradorso operando 24 h por dia, depositando os materiais dragados directamente no núcleo do molhe ou em camião do tipo "Volvo FM12" que os transportarão para a sua integração no mesmo, onde foram depois empurrados por escavadora giratória.

#### Demolição de blocos

Os trabalhos de demolição de blocos que interferiram com o desenvolvimento dos trabalhos foram executados de formas distintas dependendo da sua localização.

No caso de os blocos de grandes dimensões se encontrarem a cotas baixas e dentro de água, foi utilizado o método com recurso ao emprego de explosivos.

Quando os trabalhos foram realizados a cotas superiores, os mesmos foram demolidos aquando da construção do núcleo utilizando para o efeito uma escavadora hidráulica "PC450" equipada com martelo hidráulico.

Em qualquer das situações os materiais provenientes das demolições foram posteriormente dragados e integrados na construção do núcleo do molhe.



## **6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009**

### **Colocação de enrocamentos**

Tratando-se de um molhe cujo material constituinte é essencialmente enrocamento, e onde os perfis transversais são geometricamente semelhantes (dimensões inclinação do talude e cotas do coroamento), o faseamento construtivo é semelhante em toda a extensão da obra.

Este trabalho passou pela colocação de enrocamentos de diferentes gamas, uns por basculamento directo outros por descarga e colocação com grua ou giratória.

### **Enrocamento no núcleo (tot)**

O núcleo constituído por enrocamento tot, foi colocado por descarga directa transportado em camião e empurrado por escavadora giratória. As gruas “Manitowoc 4000 e 2250” efectuaram o arranjo do material, preparando a base de assentamento do submanto de protecção em enrocamento de 5 a 10 kN, e 20 a 40 kN.

### **Enrocamento nos submantos (5 a 10 kN e 20 a 40 kN)**

Os enrocamentos que compõe os submantos de protecção serão colocados pelas gruas “Manitowoc 4000 e 2250”, sendo pontualmente e em cotas em que foi possível a sua utilização, colocados com escavadora hidráulica.

### **Enrocamento no submanto (30 a 60 kN)**

O enrocamento de 30 a 60 kN que compõe o submanto para assentamento dos blocos Antifer foi colocado com grua do tipo “Manitowoc 4000”.

### **Enrocamento no manto de protecção (90 a 120 kN)**

Acompanhando a execução dos mantos intermédios, foram construídos os mantos de protecção em enrocamento de 90 a 120 kN. Este enrocamento foi colocado com grua “Manitowoc 4000”.

O transporte dos enrocamentos foi efectuado por camiões do tipo “Volvo FM12”, “Volvo FL12”, “Volvo FL 10” com chassis e caixas reforçadas e camiões do tipo “Volvo F12” e “Volvo FH 12” equipados com semi-reboques “Metalofabril (G:P.)”.

### **Colocação de Tetrápodos e blocos Antifer**

#### **Colocação de Tetrápodos**

Os Tetrápodos de 300 kN que compõe o manto de protecção exterior foram colocados acompanhando a execução do submanto.

O método construtivo a utilizar é em tudo idêntico ao descrito anteriormente na colocação de Tetrápodos no reforço do molhe existente.

#### **Colocação de blocos cúbicos Antifer**

Acompanhando a construção do submanto em enrocamento, será construído o manto de protecção da cabeça do molhe em blocos cúbicos Antifer, colocados respeitando as dimensões e inclinações do manto previstas no projecto.





## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009



O transporte dos blocos desde a zona de “stock” será efectuado por camião do tipo “Volvo FH12” e “Volvo FH 12” equipados com plataforma.

Os blocos serão carregados pela grua “Sennebogen 6100” e descarregados e colocados pela “Manitowoc 2250”, utilizando “pinça apropriada para o efeito.

Neste processo ter-se-á particular atenção à disposição e imbricamento dos enrocamentos. Os Tetrápodos, bem como os blocos cúbicos Antifer

deverão obedecer o plano de colocação em conformidade com o especificado no projecto (Tetrápodos 300 KN - 19 un/100 m<sup>2</sup> e cubos Antifer 400 KN - 17 un/100 m<sup>2</sup>).

### Equipa de mergulhadores

Durante a execução dos trabalhos tivemos sempre disponível uma equipa de mergulhadores que efectuou as suas intervenções sempre que foi necessário.

### Superestrutura/Muro-cortina

As betonagens “in situ”, da superestrutura/muro-cortina, serão realizadas por avanços em troços de 10 m e serão iniciadas a partir da cabeça do molhe em direcção à sua raiz.

As cofragens a utilizar serão mistas do tipo “Peri”, e montadas por equipas de mão-de-obra especializada. Na montagem e desmontagem das cofragens será utilizada uma grua ou um grupo industrial.

O betão que será fabricado em central industrial, será transportado por camiões betoneiras sendo aplicado por meio de grua equipada com balde, escavadora ou bomba de betão. Será devidamente compactado com a aplicação de vibradores de agulha.

Durante a execução das betonagens ficarão embebidas no betão as tubagens e executadas as caixas de passagem de cabos para alimentação do farol.

Os trabalhos serão realizados por pessoal especializado.

### Principais equipamentos utilizados em obra

Apesar de se tratar de um molhe com apenas 435 m de extensão (162 m a reconstruir e 273 m a reforçar) as condições adversas de trabalho, já referidas anteriormente, obrigou o empreiteiro a mobilizar um conjunto bastante vasto de equipamentos para responder às exigências de prazo e qualidade da obra.



### PREFABRICAÇÃO

Pórtico rolante TEGIP1 de 100 t

Grua “Sennebogen G100” de 100 t

Grua Grove RT 518 de 25 t

Bomba de betão

Camião adaptado para transporte de blocos



## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

Conjunto Industrial

### MOLHE

### Tarefas Principais

|                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| Grua Manitowoc 2 250 de 270 t .....  | Dragagens e colocação de blocos Antifer |
| Grua Manitowoc 15 000 de 250 t ..... | Colocação de Tetrápodos                 |
| Grua Manitowoc 4 000 de 135 t .....  | Colocação de enrocamentos               |
| Giratória PC 450 de 45 t .....       | Colocação de enrocamentos               |
| Giratória PC 350 de 35 t .....       | Colocação de enrocamentos               |
| Dumpers .....                        | Colocação de enrocamentos               |
| Camiões de transporte de enrocamento |   |

### Principais de materiais a colocar em obra

Enrocamentos

Núcleo do Molhe

- ◆ tot ..... 30 000 m<sup>3</sup> (aprox. 50%)

Submantos

- ◆ Enr. 5-10 t ..... 4 000 m<sup>3</sup>
- ◆ Enr. 2- 4 t ..... 11 000 m<sup>3</sup>
- ◆ Enr. 3- 6 t ..... 8 000 m<sup>3</sup>

Mantos

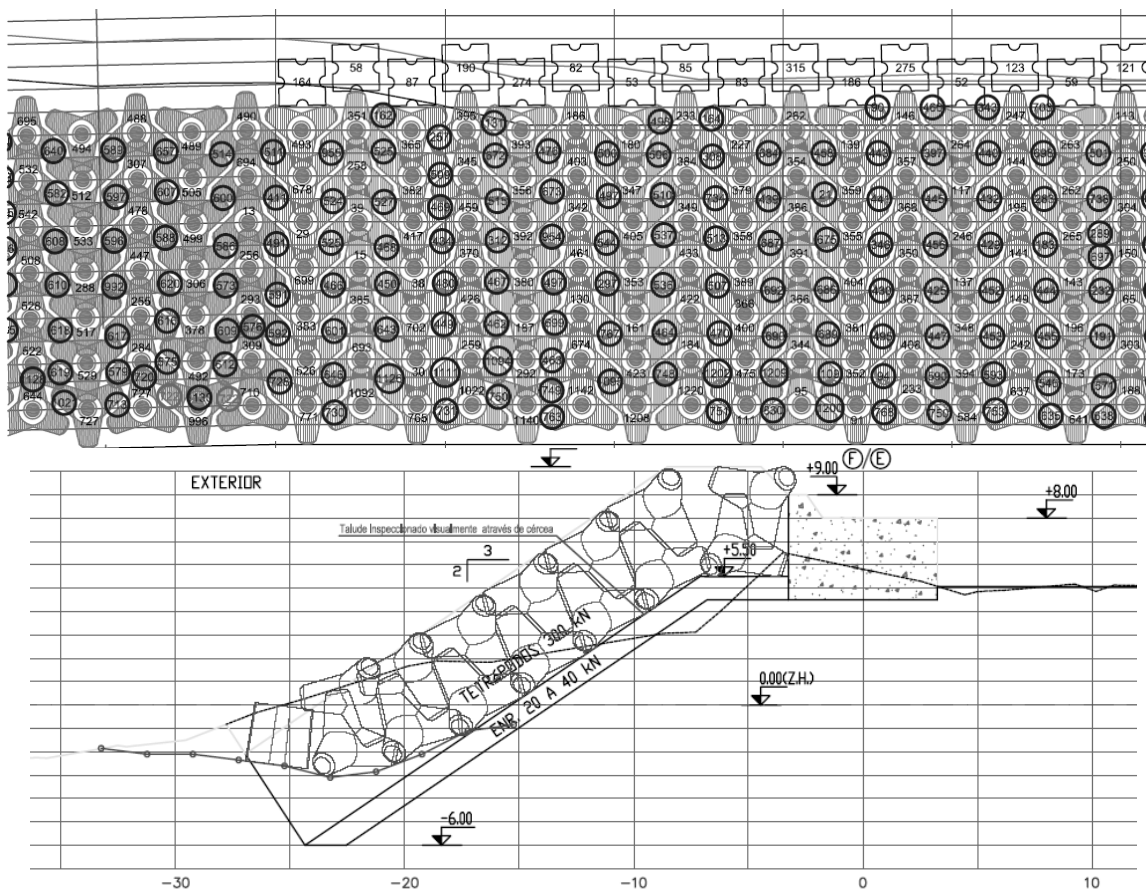
- ◆ Enr. 9 - 12 t ..... 14 000 m<sup>3</sup>
- ◆ Enr. 12 - 15 t ..... 2 000 m<sup>3</sup> (enrocamentos dos mantos - 25% do total)
- ◆ Tetrápodos 300 kN ..... 1 380 un (Corpo do molhe reconstruído e reforço)
- ◆ Blocos Antifer 400kN ..... 870 un (Cabeça do molhe e pé de talude do corpo)

### Principais adaptações do projecto á situação existente

Numa obra com estas características (reconstrução de um molhe sobre os destroços do existente) é normal que haja algumas adaptações do projecto às condições locais.

Foi o que aconteceu nos perfis a seguir a curva do Mónaco, onde os materiais existentes e que era preciso dragar não permitiram a abertura da vala em "V".

Assim o empreiteiro definiu como solução alternativa a colocação de cubos Antifer no pé do talude, e numa extensão em planta de 60 m (área em que o problema surgiu).



#### 4 – CONCLUSÕES

Abordaram-se nesta comunicação as principais dificuldades encontradas na elaboração de projectos e obras de reabilitação e reconstrução de estruturas marítimas, tendo-se apresentado o caso prático da Reabilitação/Reconstrução do Molhe-cais do Porto da Ericeira.

No que se refere à elaboração do projecto, a principal dificuldade encontrada residiu no impedimento de reconstituir com rigor a geometria da estrutura existente através da elaboração dos perfis transversais com base no levantamento disponibilizado. Estas dificuldades, no entanto, não se reflectiram ao nível da concepção geral de soluções estruturais para reabilitar a estrutura. Outra dificuldade encontrada, decorrente da anterior, consistiu na determinação rigorosa das quantidades de trabalho.

No que diz respeito à construção as dificuldades foram de vários tipos, desde logo pela especificidade inerente a uma intervenção deste tipo, onde é preciso construir uma nova estrutura sobre os destroços da existente, com todos os problemas daí advêm nomeadamente no que diz respeito às dragagens de Tetrápodos partidos e troços de muro-cortina de grandes dimensões.

Surgiram entretanto outros problemas relacionados com a zona envolvente o que colocou grandes restrições à implantação do estaleiro nas proximidades do local da obra.

É ainda de realçar o facto das condições de agitação na zona da obra serem muito severas, nomeadamente no que diz respeito à persistência de ondulação que impediu, durante largos períodos a colocação de Tetrápodos, por serem peças que resistem mal ao choque, havendo bastantes Tetrápodos que tiveram de ser substituídos, por se terem partido durante a sua



## 6<sup>as</sup> Jornadas Portuguesas de Engenharia Costeira e Portuária Funchal, 8 e 9 de Outubro de 2009

colocação nos perfis respectivos, para além da diminuição do ritmo de execução previsto, devido às dificuldades de dragagem e dos cuidados a ter na colocação dos blocos.

### 5 – BIBLIOGRAFIA

- “Obras de Melhoramento do Porto da Ericeira – 2.<sup>a</sup> Fase. Alteração”, elaborado pela Direcção-Geral de Portos, Abril de 1981;
- “Porto da Ericeira. Obras Marítimas do Sector de Recreio Náutico”, CONSULMAR, para a Direcção-Geral de Portos, 1989;
- Ensaio em Modelo Reduzido das Obras Marítimas do Sector de Recreio Náutico do Porto da Ericeira – Ensaio de Estabilidade e Galgamento, Relatório 16/90 – NPP, Lisboa, Janeiro de 1990;
- Plano Director do Porto da Ericeira e Projectos das Obras da 1.<sup>a</sup> Fase de Desenvolvimento – Relatório de Progresso, CONSULMAR, Julho de 2001;
- Plano Director do Porto da Ericeira e Projectos das Obras da 1.<sup>a</sup> Fase de Desenvolvimento – Relatório de Progresso – Aditamento, CONSULMAR, Dezembro de 2001;
- Plano Director do Porto da Ericeira e Projectos das Obras da 1.<sup>a</sup> Fase de Desenvolvimento – Relatório de Síntese, CONSULMAR, Abril de 2003.
- “Porto da Ericeira – Intervenção de Reabilitação/Reconstrução do Molhe Norte – - Projecto Base”, CONSULMAR, Agosto de 2003;
- Porto da Ericeira – Intervenção de Reabilitação/Reconstrução do Molhe Norte – - Projecto de Execução”, CONSULMAR, Maio de 2005;
- Ensaio em Modelo Reduzido do Quebra-mar de Protecção do Porto da Ericeira, Relatório 186/06 – NPE, Lisboa, Junho 2006;
- Carta Hidrográfica N.º 36, à escala 1/75 000, com Plano do Porto da Ericeira, à escala 1/10 000 e datado de 1983 (Instituto Hidrográfico);
- Levantamento topo-hidrográfico do Porto da Ericeira, datado de Outubro de 2003 e fornecido pelo IPTM.