

ONDULAÇÃO GERADA PELOS NAVIOS

Um navio ao deslocar-se num meio líquido gera uma pressão na água provocando o respetivo deslocamento e formando um sistema de ondas divergentes e transversais ao seu rumo. Estas ondas vão-se propagando, perdendo progressivamente energia longo do percurso. Esta perda de energia é promovida pela ação conjugada da dissipação por atrito, do efeito das correntes (direção e intensidade), da ação do vento (intensidade e direção), outras ondas, obstáculos vários (navios e embarcações, ilhas ou mouchões, etc.).

Refira-se ainda que estas ondas formam ângulos entre 25 a 45° à linha longitudinal do navio, formando os chamados trens de ondas grosso modo paralelas entre si.

A quantificação da dimensão (altura) da onda está intimamente relacionada com as características do navio tais como:

- Comprimento total do navio;
- Boca;
- Calado;
- Deslocamento do navio;
- Módulo de finura do navio;
- Bolso de proa;
- Velocidade a que se desloca o navio.

Os navios que navegam no Canal Norte, onde se pretende vir a aprofundar o canal, navegam a velocidades muito reduzidas, não superiores a 5 nós (9,2 km/h ou 2,57 m/s), de modo a realizarem as manobras e acostagem. Durante a manobra de acostagem, por razões de segurança impostas pelas boas práticas e pela Autoridade Portuária - APSS, a velocidade do navio não deverá exceder 0.5 nós (0,25 m/s), o que na prática se reflete numa quase total impossibilidade de gerar ondas.

Em relação a este tema, existe uma vasta bibliografia sobre o tema, mas segundo *Sorensen and Wegged*, no livro publicado pela Chalmers University of Technology, Goteborg, Sweden “ **Wave, induced loads and ships motions**, de Lars Bengdahl, a altura da onda é obtida por via da seguinte função:

$$H_m = f(v, g, d, \tilde{V}^2, x)$$

Onde:

H_m - Altura da onda

V - velocidade do navio

\tilde{V}^2 - Deslocamento do navio

g - gravidade

x - distancia



Tendo por base esta aproximação, conclui-se que a onda máxima gerada pelos navios que demandam o porto de Setúbal será inferior a valores da ordem de 0,30 metros (trinta centímetros). Uma vez geradas, como se referiu, estas ondas irão propagar-se, afastando-se do navio.

Relativamente ao efeito sobre as ruínas de Troia, admitindo uma linha imaginária entre o canal Norte e as ruínas de Troia obtém-se uma distância aproximada da ordem de 4,5 km ao longo da qual estas ondas, com altura máxima da ordem dos 30 centímetros, irão sofrer um processo de dissipação. Considerando que os fundos entre as margens Norte e Sul variam entre cotas da ordem de -12,50 metros (ZH), intercetam mouchões (escama de ferro e Carraça), a cotas positivas (acima do ZH), voltam a cair para profundidades da ordem dos 20 metros (ZH) no Canal Sul (em frente às ruínas de Troia) e sobem de novo até intercetarem a linha de costa em Troia, facilmente se compreende que o remanescente de energia que conseguirá atingir a costa de Troia será perfeitamente residual.

Este exercício é de resto confirmado pela experiência atual. Existe diariamente um movimento regular de navios que utilizam o canal Norte para se dirigirem aos diferentes terminais no porto de Setúbal e, como se poderá comprovar no local, as ondas por eles geradas não produzem qualquer impacte na margem sul do estuário (nomeadamente na zona das ruínas de Troia).

Não existindo nenhuma razão para pressupor que os navios de projeto terão condições para gerar ondas de muito maior dimensão que os atuais (note-se que a velocidade é um dos parâmetros relevantes) e tendo em consideração que um dos grandes objetivos deste projeto de aprofundamento é até reduzir o número de escalas em porto, poderá concluir-se que o potencial impacte de ondas geradas por navios deverá ser considerado de reduzida magnitude e significância.

Fatores Ambientais:

Aspeto Geral:

13. Em função da resposta ao ponto 10 deste parecer, identificar e avaliar para os fatores ambientais em que tal se venha a revelar relevante, os impactes para as duas Fases do projeto (A e B) em separado, em função do espaço de tempo que se venha a prever que possa ocorrer entre as duas.

A interpretação do ponto de vista patrimonial da topográfica/batimétrica, descrição litológica/geológica dos fundos, geomorfológica, dos dados geológicos, das alterações hidrodinâmicas, hidromorfológica e do regime sedimentar, ajustes do talude dragado, as duas fases de implementação do projeto, as dragagens de manutenção e o tipo de dragas

Em relação aos aspetos relacionados com as possíveis alterações hidrodinâmicas, julga-se que não será relevante o faseamento do projeto. Os resultados da modelação, tendo em consideração a geometria teoricamente mais impactante correspondente à segunda fase, mostraram que as alterações na hidrodinâmica são de pequena magnitude. Sendo a dragagem prevista para a primeira fase de menor volume, por maioria de razão os impactes a esperar serão ainda mais reduzidos.

A questão dos impactes no trânsito sedimentar, que poderia merecer à partida uma maior preocupação já que o balanço entre as componentes que serão retiradas do sistema entre as primeira e segunda fases não é igual, não deverá representar um acréscimo de risco para o sistema em relação ao que se concluiu para o final da segunda fase. Na primeira fase uma componente relevante do material dragado irá para aterro enquanto na segunda praticamente a totalidade do material dragado será reposta na vertente superior do talude. Deve no entanto ter-se em atenção que:

- O impacte sobre o transporte, de acordo com a avaliação efetuada com base na modelação numérica e no conhecimento dos técnicos envolvidos, será de baixa magnitude;
- O volume de material a retirar do sistema **representa uma parcela residual da totalidade do material que se encontra em circulação** nas duas células a sul e a norte do canal;
- O percurso dos sedimentos entre a zona de deposição e a costa da Península de Troia (e por inerência ao canal de navegação) não se fará em qualquer caso de forma imediata. Os sedimentos serão mobilizados em situações de maior energia e juntar-se-ão depois aos milhões e milhões de metros cúbicos que compõem toda a zona do delta e pouco a pouco poderão voltar a chegar à zona do canal. A taxa a que esta reposição será efetuada dependerá da sequência de eventos mais energéticos mas deverá ter-se sempre em mente que a verificarem-se impactes decorrentes destas operações de dragagem eles serão da mesma ordem de magnitude quer se considere só a primeira fase quer se considere a totalidade da dragagem.
- A reposição de material no sistema não representa uma garantia que este material retorne na totalidade à zona do canal já que é expectável que pelo menos uma parcela possa vir ser transportada para sul. Como se pode concluir pelas simulações efetuadas e pelo conhecimento da dinâmica local, dependendo das condições hidrodinâmicas o transporte na zona costeira da Península de Troia terá um ponto de divergência para sul e portanto, como o material será depositado ao longo do bordo superior da vertente do talude irá juntar-se ao material que já lá existe e seguir o mesmo tipo de comportamento;



Nesta perspetiva, ainda que tendo em consideração que no atual estado de conhecimento não é possível prever com total rigor a resposta dos sistema a ações desta natureza, dentro daquilo que se pode considerar o melhor estado da arte poderá dizer-se que não serão de esperar impactes associados à primeira fase que não tenham de ser igualmente considerados para a totalidade do projeto (isto é com a conclusão da segunda fase).