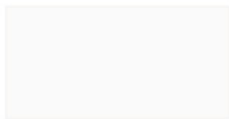


Estudo de impacto ambiental para a melhoria da acessibilidade marítima ao Porto de Setúbal



Caracterização de alterações morfodinâmicas na zona de
deposição do material a dragar

Ficha de Documentação		
Classificação: Confidencial	Distribuição Porto de Setúbal	Observações n/a
Título Estudo de impacte ambiental para melhoria da acessibilidade marítima ao Porto de Setúbal - Caracterização de alterações morfodinâmicas na zona de deposição do material a dragar		Title Environmental impact study to improve the maritime accessibility in Setubal harbour – Characterisation of morphodynamic changes in the forseen disposal area
Palavras-Chave Modelação, hidrodinâmica, morfodinâmica, MOHID, SWAN, estuário do Sado, Porto de Setúbal, dragagens		Keywords Modelling, hydrodynamic, morphodynamic, MOHID, SWAN, Sado estuary, Port of Setúbal , dredging
Resumo Este estudo tem objetivo quantificar os impactes morfodinâmicos resultantes da deposição de dragados, prevista no âmbito da melhoria da acessibilidade marítima ao Porto de Setúbal		
Entidade que produziu o documento Hidromod, Modelação em Engenharia, Lda Rua Rui Teles Palhinha, 4, 1º, Leão, 2740-278 Porto Salvo Tel: 218486013 Email: hidromod@hidromod.com URL: www.hidromod.pt		
Entidade para quem foi produzido o documento APSS,SA (Edifício Sede) Praça da República 2904-508 Setúbal - Portugal 		
Autores 		Título Engenheiro Civil, Doutor Oceanógrafa, Doutora Oceanógrafo
Revisor 		Título Engenheiro Civil, Doutor
Data de produção 11-05-2016	Nº de páginas 17	Nº de Referência P422
Observações:		

Índice

1	Introdução	5
2	Modelo conceptual	6
3	Metodologia	9
4	Resultados	13
5	Conclusões.....	16
6	Referências	17

Índice de Figuras

<i>Figura 1. Modelo conceptual da movimentação das areias no Estuário do Sado.</i>	<i>6</i>
<i>Figura 2 - Tendências residuais de transporte de sedimentos numa situação mais frequente e que corresponde a uma condição de agitação marítima menos energética.</i>	<i>7</i>
<i>Figura 3 - Tendências residuais de transporte de sedimentos numa situação excecional e que corresponde a uma condição de agitação marítima mais energética.</i>	<i>8</i>
<i>Figura 4 – Alteração batimétrica prevista devido à deposição do material a dragar.</i>	<i>10</i>
<i>Figura 5 – Campo de alturas significativas referente ao seguinte cenário de agitação ao largo: altura significativa de 2 m, período de 12 s e direção de 245º e nível do mar igual a 2 m. Resultado obtido com o modelo SWAN para condições estacionárias.</i>	<i>11</i>
<i>Figura 6 - Campo de alturas significativas referente ao seguinte cenário de agitação ao largo: altura significativa de 4 m, período de 14 s e direção de 225º (SW) e nível do mar igual a 2 m. Resultado obtido com o modelo SWAN para condições estacionárias.</i>	<i>12</i>
<i>Figura 7 – Direção das tendências iniciais de transporte para a batimetria atual: cenário 1 de agitação (figura superior) e cenário 2 de agitação (figura inferior).</i>	<i>14</i>
<i>Figura 8 - Direção do transporte sólido para o cenário 2 de agitação. Setas a preto: batimetria atual. Setas a rosa : batimetria após deposição de dragados.</i>	<i>15</i>

1 Introdução

O presente trabalho está incluído no Contrato Nº 0200/15-DEIA referente à Prestação de Serviços “Modelação matemática através do programa MOHID para apoio ao projeto técnico de execução e estudo de impacte ambiental de melhoria de acessibilidade marítima ao Porto de Setúbal.”

Neste relatório são avaliadas as tendências iniciais de transporte do material dragado para um cenário de deposição ao longo do talude do delta de vazante do estuário do Sado a Este do canal da barra. O principal objetivo do trabalho aqui apresentado é avaliar se o material dragado ao ser depositado ao longo do talude tenderá a ser perdido para grandes profundidades, a ser transportado para a zona costeira ou tenderá a não sofrer transporte significativo, mantendo-se essencialmente no sistema.

Este relatório é uma adenda a um relatório anterior intitulado “Estudo de impacte ambiental para a melhoria da acessibilidade marítima ao Porto de Setúbal - Caracterização hidromorfológica e análise de sensibilidade face a alterações na batimetria” (Hidromod, 2016).

Neste relatório será apresentado em primeiro lugar o modelo conceptual de transporte sólido para a zona de interesse. De seguida é apresentada a metodologia de modelação numérica seguida. Por fim são apresentados os resultados e as conclusões do trabalho.

2 Modelo conceptual

Os resultados obtidos em Hidromod (2016) permitiram elaborar o modelo conceptual de transporte que se resume na Figura 1.

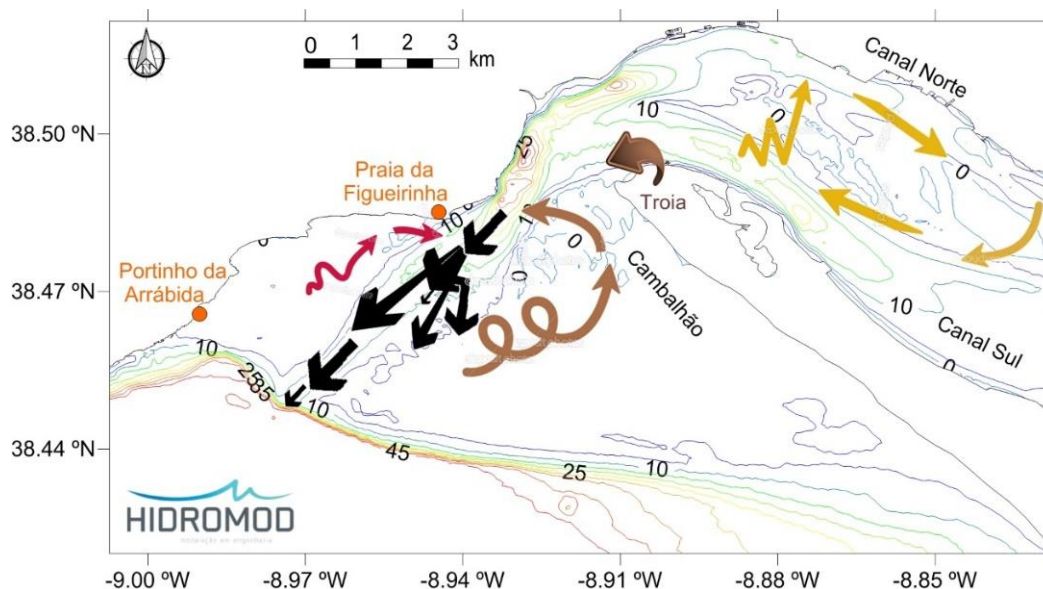


Figura 1. Modelo conceptual da movimentação das areias no Estuário do Sado.

Estes resultados sugerem que na zona da embocadura a dinâmica sedimentar apresenta características dum sistema “fechado” em que os sedimentos vão sofrendo um processo de recirculação.

A ação de ondas e maré força um transporte de sedimentos intenso ao longo da península de Troia no sentido da embocadura. Este transporte é acentuado na zona do Cambalhão devido à intensificação das correntes que têm uma forte componente residual na direção do canal da barra (Figura 2 e Figura 3).

No caso das situações mais frequentes de agitação o transporte sobre o delta de vazante é de muito baixa intensidade para além da zona diretamente influenciada pela corrente de maré. A própria deriva litoral ao longo da Península apresenta valores muito reduzidos (Figura 2). Para as situações mais energéticas de agitação o transporte já se faz com mais intensidade e tende a dirigir-se para sul ainda sob o delta de vazante (Figura 3).

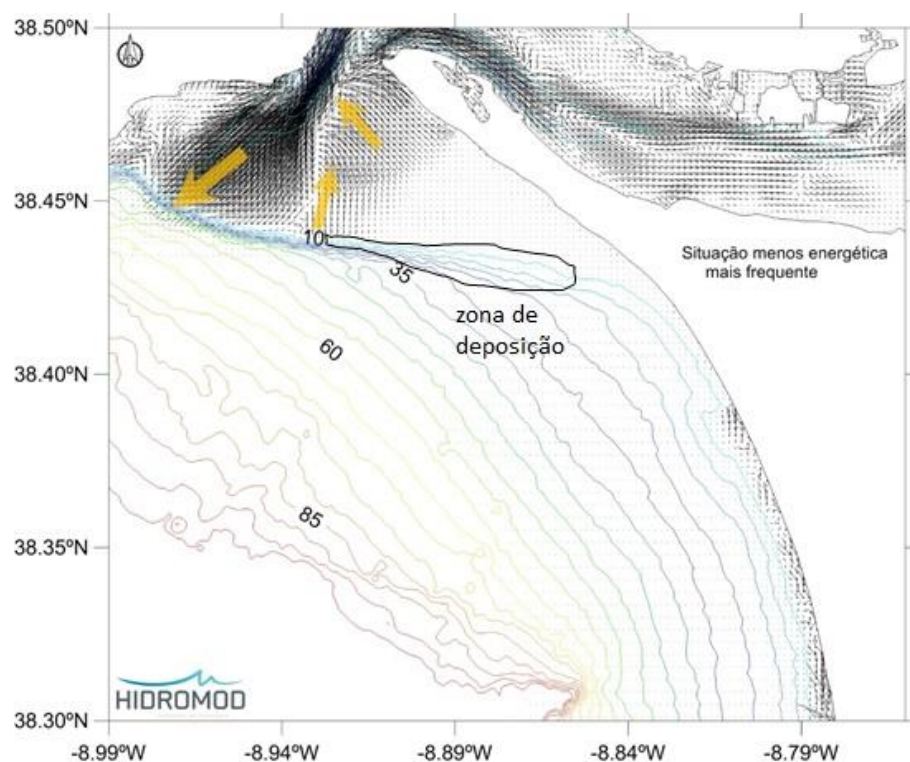


Figura 2 - Tendências residuais de transporte de sedimentos numa situação mais frequente e que corresponde a uma condição de agitação marítima menos energética.

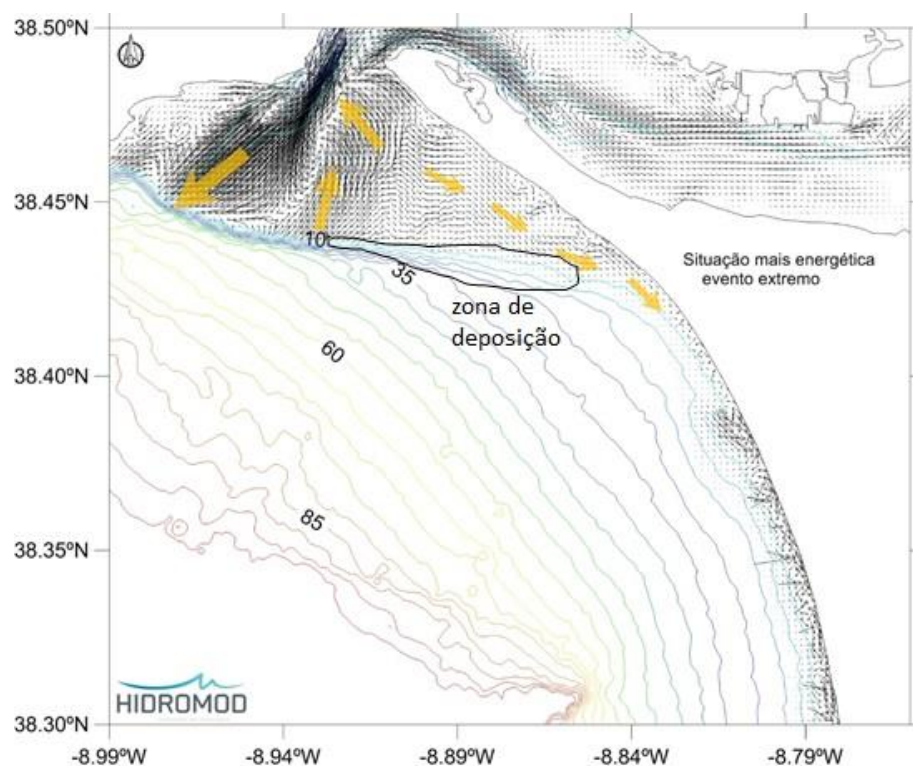
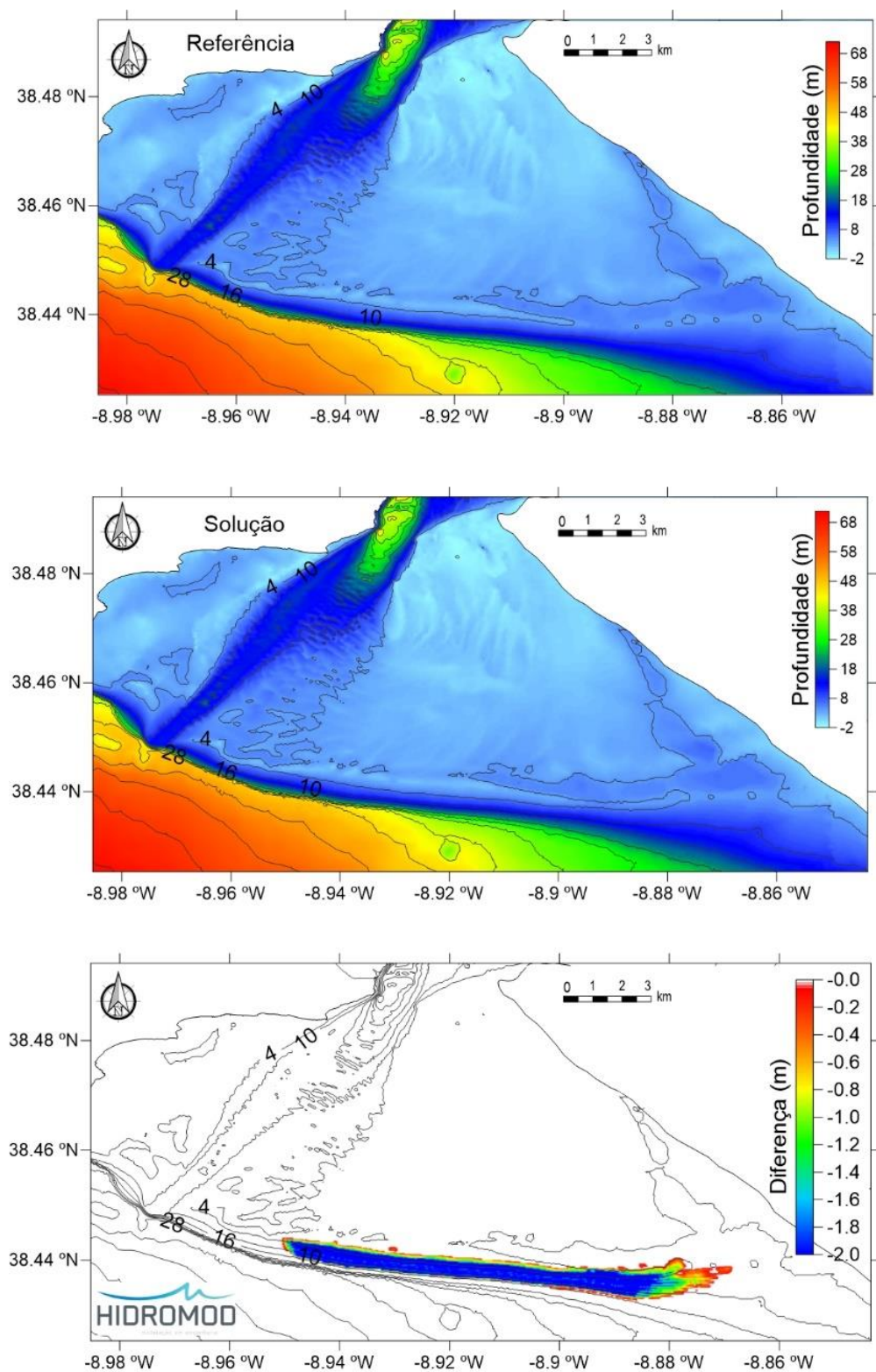


Figura 3 - Tendências residuais de transporte de sedimentos numa situação excecional e que corresponde a uma condição de agitação marítima mais energética.

3 Metodologia

Com vista a avaliar as tendências iniciais de transporte, decorrentes das alterações batimétricas induzidas pela deposição de dragados no talude, foram efetuadas simulações de correntes e transporte de sedimentos com o modelo hidrodinâmico MOHID (<http://www.mohid.com>). Este modelo tem sido aplicado em diversos estudos (Leitão *et al.*, 2004; Tironi *et al.*, 2010; Navas *et al.*, 2011; Ribeiro *et al.*, 2011; Santoro *et al.*, 2011) e é constituído por diversos módulos que permitem simular os principais processos físicos e biogeoquímicos que ocorrem em sistemas costeiros e estuarinos. Para este trabalho foram essencialmente utilizados os módulos hidrodinâmico (cálculo de nível de maré e campos de correntes) e de transporte de sedimentos (cálculo das zonas de erosão/deposição). A estratégia de modelação seguida encontra-se descrita de forma detalhada em Hidromod (2016).

A deposição do material a dragar está prevista na zona do talude do delta de vazante a Este do canal da Barra. A alteração batimétrica induzida pela deposição do material a dragar encontra-se representada na Figura 4. Está prevista uma redução média da coluna de água de 2 m na maior parte da área onde serão depositados os dragados. Esta área está compreendida entre as batimétricas 4 (coluna de água média de 6 m) e 16 metros (coluna de água média de 18 m).



Diferença = Batimetria da Solução - Batimetria de Referência

Figura 4 – Alteração batimétrica prevista devido à deposição do material a dragar.

No trabalho anterior (Hidromod, 2016) constatou-se que só para condições de agitação rodadas a Sul existem condições hidrodinâmicas que possam induzir transporte ao longo do talude, a Este do canal da barra. No presente trabalho foi simulado as tendências iniciais de transporte para dois cenários de agitação intensa:

- Cenário 1, tem as seguintes condições ao largo: altura significativa de 2 m, período de 12 s e direção de 245º e nível igual ao nível médio (2 m). Este cenário apresenta uma altura significativa de ~1.5 m sobre o talude do delta de vazante (Figura 5);
- Cenário 2, tem as seguintes condições ao largo: altura significativa de 4 m, período de 14 s e direção de 225º (SW) e nível igual ao nível médio. Este cenário apresenta uma altura significativa de ~4 m sobre o talude d (Figura 6). Sobre o talude existe um gradiente intenso de altura significativa o que indicia forte dissipação e condições para haver transporte de sedimentos.

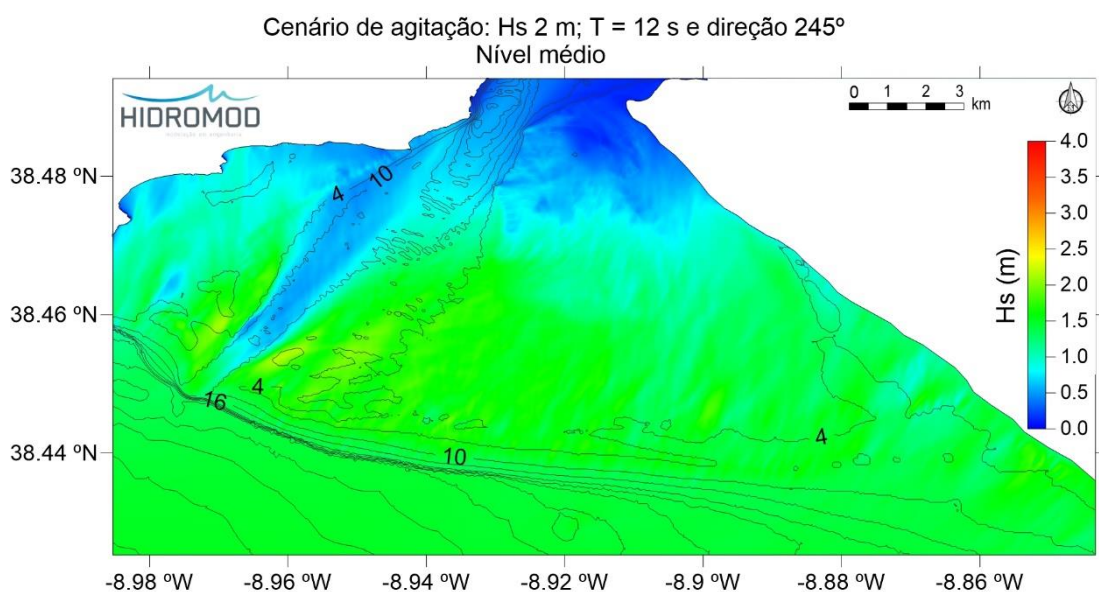


Figura 5 – Campo de alturas significativas referente ao seguinte cenário de agitação ao largo: altura significativa de 2 m, período de 12 s e direção de 245º e nível do mar igual a 2 m. Resultado obtido com o modelo SWAN para condições estacionárias.

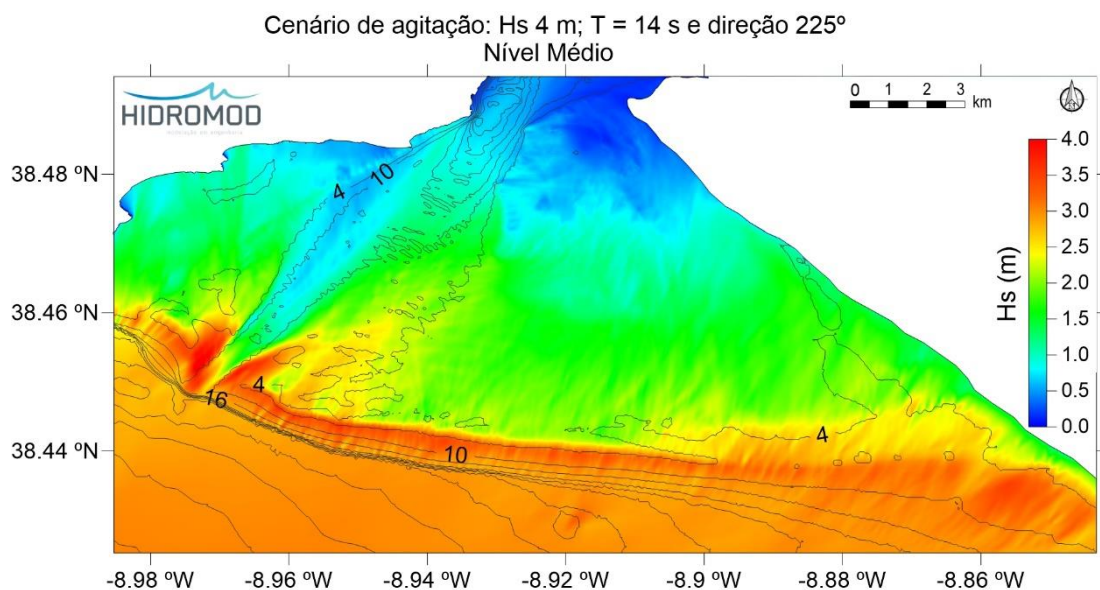


Figura 6 - Campo de alturas significativas referente ao seguinte cenário de agitação ao largo: altura significativa de 4 m, período de 14 s e direção de 225° (SW) e nível do mar igual a 2 m. Resultado obtido com o modelo SWAN para condições estacionárias.

Foram calculadas as tendências iniciais de transporte sólido para os dois cenários de agitação referidos para as condições batimétricas atuais (Figura 4). Estes cenários de transporte foram comparados com os cenários de transporte para as condições batimétricas após a deposição de dragados (Figura 4).

4 Resultados

A análise de dados tem por base a seguinte advertência feita no relatório anterior (Hidromod, 2016): *“No caso da zona costeira da Península de Troia importa garantir que a zona selecionada para depositar os dragados apresenta condições para garantir a respetiva reposição na deriva litoral ...”*.

O cenário 1 de agitação apresenta tendências iniciais de transporte ao longo do talude muito inferiores às que ocorrem sobre o delta de vazante para qualquer dos cenários de batimetria. O cenário 2 apresenta tendências iniciais de transporte que mostram claramente um transporte na direção da costa (Figura 7). Em termos de intensidade relativa, o cenário 2 mostra um transporte claro ao longo do talude enquanto para o cenário 1 pode-se assumir que o transporte é quase nulo quando comparado com o transporte que ocorre sobre o delta de vazante (Figura 7).

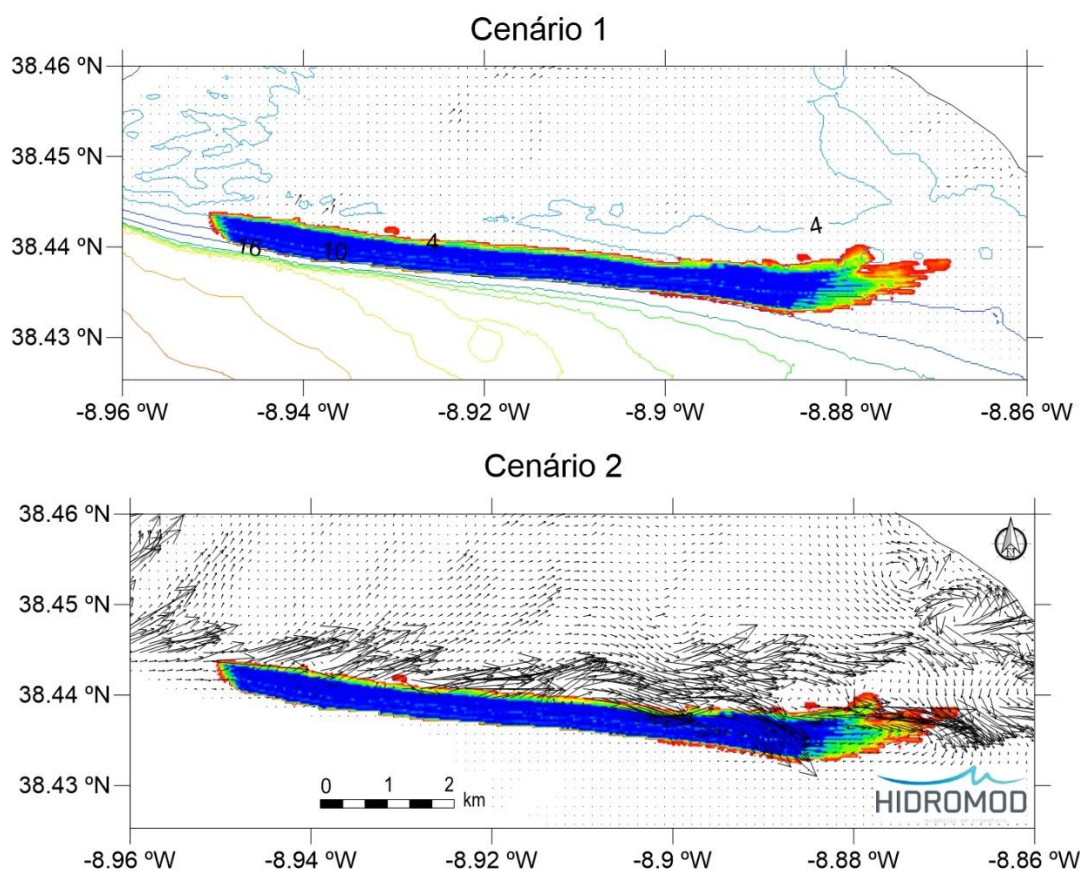


Figura 7 – Direção das tendências iniciais de transporte para a batimetria atual: cenário 1 de agitação (figura superior) e cenário 2 de agitação (figura inferior).

No cenário 1 de agitação não existe transporte sólido relevante na zona prevista para a deposição de dragados. Apenas se analisou para o cenário 2 de agitação as diferenças no transporte sólido induzidas pelas alterações batimétricas ao longo do talude associadas à deposição de dragados. Os resultados do modelo mostram que após a deposição dos dragados o padrão de transporte na direção da costa mantém-se claramente havendo uma ligeira migração do seu eixo para Sul consistente com a migração do talude na mesma direção (Figura 8).

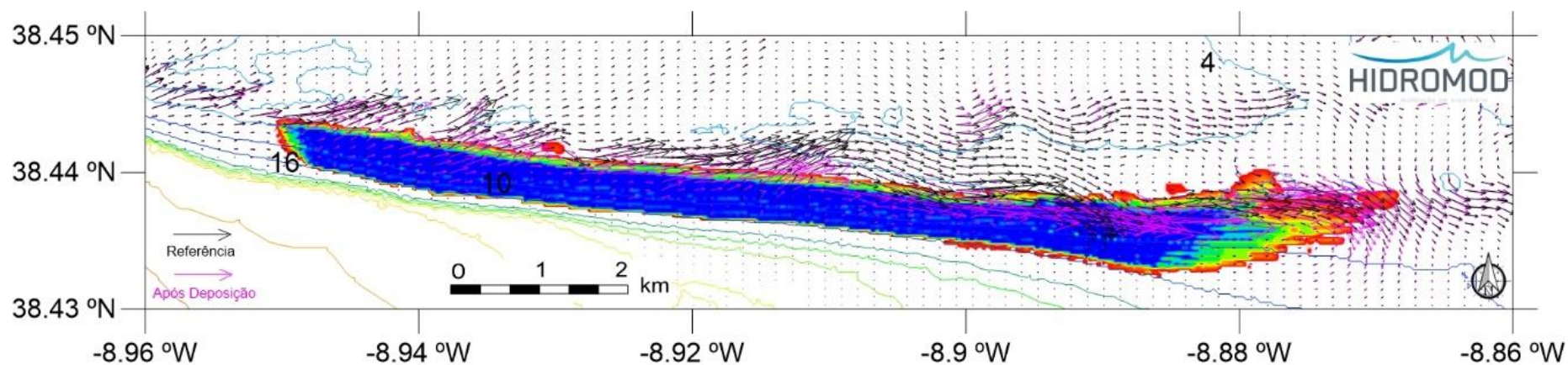


Figura 8 - Direção do transporte sólido para o cenário 2 de agitação. Setas a preto: batimetria atual. Setas a rosa : batimetria após deposição de dragados.

5 Conclusões

No âmbito do presente trabalho foi efetuada uma análise dos potenciais impactes ao nível dos processos hidromorfológicos que possam resultar da deposição de dragados ao longo do talude do delta de vazante a Este do canal da barra.

Os resultados mostram que o transporte na zona de interesse na maior parte do tempo pode-se assumir como nulo, tanto para a batimetria atual, como para a situação após deposição de dragados. Apenas existe transporte significativo em situações de tempestade muito intensa do quadrante Sul (e.g. altura significativa de 4 m e período de 14 s ao largo). Para a batimetria atual quando ocorre transporte este tende ser ao longo do talude e na direção da costa, ou seja, o transporte quando ocorre tende a mentar os sedimentos no sistema. A deposição de dragados prevista não irá alterar significativamente o padrão de transporte sólido ao longo do talude. Prevê-se que em situações de tempestade intensa do quadrante Sul o transporte continuará a ser na direção da costa, sendo pouco provável que um volume significativo de sedimentos depositados sejam retirados do sistema.

6 Referências

Hidromod, 2016. *Estudo de impacto ambiental para a melhoria da acessibilidade marítima ao Porto de Setúbal - Caracterização hidromorfológica e análise de sensibilidade face a alterações na batimetria*. Administração dos Portos de Setúbal e de Sesimbra, 2016.

Leitão P., Leitão J., Neves R., Berzin G., Silva A., 2004. Hydrodynamics And Transport In The Coastal Zone Of São Paulo – Brazil. *Proceedings 29th International Conference of Coastal Engineering* 3: 3316-3328.

Navas J.M., Telfera T.C., Rossa L.G., 2011. Application of 3D hydrodynamic and particle tracking models for better environmental management of finfish culture. *Continental Shelf Research*; 31(6): 675-684.

Ribeiro J., Silva A., Leitão P., 2011. High resolution tsunami modelling for the evaluation of potential risk areas in Setúbal (Portugal). *Natural Hazards and Earth System Science*; 11(8): 2371-2380.

Santoro P., Fernández M., Fossati M., Cazes, G., Terra, R. Piedra-Cueva, I., 2011. Pre-operational forecasting of sea level height for the Río de la Plata. *Applied Mathematical Modelling*; 35(5): 2462-2478.

Tironi A., Marin V.H., Campuzano F.J., 2010. A management tool for assessing aquaculture environmental impacts in Chilean Patagonian Fjords: integrating hydrodynamic and pellets dispersion models. *Environmental management*; 45(5): 953-962.