



**APSS - ADMINISTRAÇÃO DOS PORTOS DE
SETÚBAL E SESIMBRA, S.A.**

ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DO PROJECTO DE MELHORIA DA ACESSIBILIDADE MARÍTIMA AO PORTO DE SETÚBAL

Nº trabalho: 15.006

Data: 2016-10-31

VOL II – Anexos



PROMAN
CENTRO DE ESTUDOS E PROJECTOS S.A.

Av. D. Vasco da Gama, nº 27 - 1400-127 Lisboa - Portugal
Telf: +351 213 041 050
Fax: +351 300 013 498
Contribuinte nº 501 201 840
Capital Social 450.000 Euros - C.R.C. Lisboa





O ESTUDO DE IMPACTE AMBIENTAL DO PROJETO DE MELHORIA DA ACESSIBILIDADE MARÍTIMA AO PORTO DE SETÚBAL É CONSTITUÍDO PELOS SEGUINTE VOLUMES:

VOLUME I - RELATÓRIO SINTESE

TOMO 1

TOMO 2

VOLUME II - ANEXOS

VOLUME III - DESENHOS

VOLUME IV - RESUMO NÃO-TÉCNICO

ÍNDICE

Anexos:

Anexo 1 - Estudos de hidrodinâmica e transporte sedimentar em modelo matemático

Anexo 2 - Fichas-resumo das massas de água

Anexo 3 - Dados de Qualidade das águas superficiais e subterrâneas

Anexo 4 - Águas balneares

Anexo 5 - Características dos pontos de água subterrânea

Anexo 6 - Estudo de caracterização dos sedimentos

Anexo 7 - Relatórios de medição do ruído

Anexo 8 - Lista de espécies de ictiofauna

Anexo 9 - Anomalias detetadas pelo sonar de varrimento lateral

Anexo 10 - PROTAML

Anexo 11 - Parecer do LNEG

Anexo 12 – Análise de Riscos do Terminal de Contentores

ANEXO 1

ESTUDOS DE HIDRODINÂMICA E TRANSPORTE SEDIMENTAR EM MODELO MATEMÁTICO

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

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		Title Environmental impact study to improve the maritime accessibility in Setubal harbour
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 hidrodinâmicos e morfodinâmicos resultantes de dois cenários de dragagens no Canal da Barra e no Canal Norte previstos 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, Leião, 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 Madalena S. Malhadas Paulo Chambel Leitão João Ribeiro Adélio Silva		Título Oceanógrafa, Doutora Engenheiro Civil, Doutor Oceanógrafo Engenheiro Civil, Doutor
Revisor Adélio Silva Paulo Chambel Leitão		Título Engenheiro Civil, Doutor Engenheiro Civil, Doutor
Data de produção 14-12-2015	Nº de páginas 82	Nº de Referência P422
Observações:		



Índice

1	Introdução.....	8
2	Modelo conceptual.....	12
3	Metodologia.....	17
	3.1 Estratégia de modelação.....	17
	3.2 Informação batimétrica.....	18
	3.3 Configuração do sistema de modelação.....	19
	3.4 Cenários simulados.....	21
	3.5 Caixas de integração.....	24
4	Resultados.....	25
	4.1 Análise dos impactes na hidrodinâmica.....	26
	4.1.1 Distribuição de velocidades máximas.....	26
	4.1.2 Velocidades residuais.....	33
	4.1.3 Prismas de maré.....	38
	4.1.4 Situações extremas.....	40
	4.2 Análise dos impactes no transporte.....	42
	4.2.1 Volumes dragados.....	44
	4.2.2 Profundidade de equilíbrio do canal.....	47
	4.2.3 Análise dos padrões de transporte.....	49
	4.2.4 Fluxos de sedimentos.....	55
	4.2.5 Volumes de erosão/deposição.....	59
	4.2.6 Eventos extremos.....	67
5	Análise dos locais de deposição de dragados.....	70
	5.1 Praia de Albarquel e zonas adjacentes.....	70
	5.2 Zona costeira da Península de Troia.....	75
6	Conclusões.....	78
7	Referências.....	81

Índice de Figuras

<i>Figura 1. Soluções de intervenção proposta que corresponde ao Layout 1.</i>	10
<i>Figura 2. Soluções de intervenção proposta que corresponde ao Layout 2.</i>	11
<i>Figura 3. Modelo conceptual da circulação residual no Estuário do Sado.</i>	13
<i>Figura 4: Esquema de movimentação de areias elaborado por LNEC através do Estudo da Barra do Sado. Fonte: LNEC, 1989.</i>	14
<i>Figura 5. Modelo conceptual da movimentação das areias no Estuário do Sado.</i>	15
<i>Figura 6. Configuração do modelo MOHID para simular os processos no Estuário do Sado.</i>	20
<i>Figura 7. Batimetria de referência no Canal da Barra (superior) e diferenças entre o Layout 1 e a situação de referência (centro), e o Layout 2 e a situação de referência (inferior).</i>	22
<i>Figura 8. Batimetria de referência no Canal Norte (superior) e diferenças entre o Layout 1 e a situação de referência (centro), e o Layout 2 e a situação de referência (inferior).</i>	23
<i>Figura 9. Caixas de integração para cálculo dos caudais de enchente e vazante e fluxos de sedimentos.</i>	24
<i>Figura 10. Exemplo da distribuição de correntes em situação de enchente de maré viva.</i>	28
<i>Figura 11. Exemplo da distribuição de correntes em situação de vazante de maré viva.</i>	29
<i>Figura 12. Campos de intensidade máxima (P90) no Canal da Barra em um ciclo de maré de maré viva-morta na situação de referência.</i>	30
<i>Figura 13. Diferenças da intensidade máxima da corrente (m/s) entre o Layout 1 e a situação de referência.</i>	30
<i>Figura 14. Diferenças da intensidade máxima da corrente (m/s) entre o Layout 2 e a situação de referência.</i>	31
<i>Figura 15. Campos de intensidade máxima (P90) no Canal Norte num ciclo de maré de maré viva-morta (superior) e diferenças entre o Layout 1 (centro) e a referência e o Layout 2 e a referência (inferior).</i>	32
<i>Figura 16. Exemplo da distribuição da velocidade residual ao fim dum ciclo de maré de maré viva-morta.</i>	34
<i>Figura 17. Detalhe dos campos de velocidade residual no Canal da Barra num ciclo de maré de maré viva-morta na situação de referência.</i>	35
<i>Figura 18. Diferenças no módulo da velocidade residual entre o Layout 1 e a referência.</i>	35
<i>Figura 19. Diferenças no módulo da velocidade residual entre o Layout 2 e a referência.</i>	36
<i>Figura 20. Campos de velocidade residual no Canal Norte num ciclo de maré de maré viva-morta e diferenças do para o Layout 1 (centro) e para o Layout 2 (inferior).</i>	37
<i>Figura 21. Caudais de enchente e vazante na secção de Troia em um ciclo de marés vivas-mortas para a referência e diferenças em percentagem entre o Layout 1 e a referência (linha laranja).</i>	39

<i>Figura 22. Caudais de enchente e vazante na secção de Troia em um ciclo de marés vivas-mortas para a referência e diferenças em percentagem entre o Layout 2 e a referência (linha verde),..</i>	<i>40</i>
<i>Figura 23. Detalhe das diferenças nos campos de velocidade residual entre a ocorrência dum evento extremo e a ocorrência de situações mais frequentes</i>	<i>41</i>
<i>Figura 24: Amostras de sedimentos de fundo no estuário do Sado.</i>	<i>43</i>
<i>Figura 25: Diâmetros característicos dos sedimentos no Canal Norte.</i>	<i>43</i>
<i>Figura 26: volumes dragados no canal da barra entre 2006 e 2012.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 27: volumes dragados no canal norte (até ao RoRo) entre 2006 e 2012.</i>	<i>45</i>
<i>Figura 28: Perfil do fundo ao longo do eixo do canal para os levantamentos de 2000, 2001, 2002 e 2004.</i>	<i>46</i>
<i>Figura 29: Evolução de um perfil no início do canal da barra entre 1969 e 1978 (fonte LNEC, 1989). .</i>	<i>47</i>
<i>Figura 30: Evolução de um perfil no início do canal da barra entre 1978 e 1986 (fonte LNEC, 1989). .</i>	<i>47</i>
<i>Figura 31. Secção escolhida ao longo do canal da Barra para cálculo do prisma de maré em enchente e vazante,</i>	<i>48</i>
<i>Figura 32. Tendências de erosão/deposição no Canal da Barra na situação de referência.</i>	<i>50</i>
<i>Figura 33. Tendências de erosão/deposição no canal da barra no Layout 1.</i>	<i>50</i>
<i>Figura 34. Tendências de erosão/deposição no canal da barra no Layout 2.</i>	<i>51</i>
<i>Figura 35: Zonas de erosão deposição calculadas entre os levantamentos de 2001 e 2000 (esquerda) e 2002 e 2001 (direita).</i>	<i>52</i>
<i>Figura 36: Zonas de erosão deposição calculadas entre os levantamentos de 2003 e 2002 (esquerda) e 2004 e 2003 (direita).</i>	<i>53</i>
<i>Figura 37. Tendências de erosão/deposição no canal norte. Situação de referência (superior), Layout 1 (centro) e Layout 2 (inferior).</i>	<i>54</i>
<i>Figura 38. Fluxos de sedimentos (m³/ano) por zonas no estuário do Sado na referência (Cenário 1)..</i>	<i>56</i>
<i>Figura 39. Tendências residuais de transporte de sedimentos na situação de referência.</i>	<i>57</i>
<i>Figura 40. Pormenor das tendências residuais de transporte de sedimentos mostrando de forma mais evidente os padrões de transporte sobre os bancos Este e Oeste.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 41: Volume de sedimentos erodido/sedimentado para a situação de referência (milhares de m³/ano). As zonas apresentadas correspondem às caixas de integração apresentadas na Figura 9.</i>	<i>61</i>
<i>Figura 42: Volume de sedimentos erodido/sedimentado para o Layout 1 (milhares de m³/ano). As zonas apresentadas correspondem às caixas de integração apresentadas na Figura 9.</i>	<i>62</i>
<i>Figura 43: Volume de sedimentos erodido/sedimentado para o Layout 2 (milhares de m³/ano). As zonas apresentadas correspondem às caixas de integração apresentadas na Figura 9.</i>	<i>63</i>
<i>Figura 44: Taxas médias (cm/ano) de erosão/deposição por zonas na referência (Cenário 1). As zonas apresentadas correspondem às caixas de integração apresentadas na Figura 9.</i>	<i>64</i>

<i>Figura 45: Taxas médias (cm/ano) de erosão/deposição por zonas no Layout 1 (Cenário 1). As zonas apresentadas correspondem às caixas de integração apresentadas na Figura 9.</i>	<i>65</i>
<i>Figura 46: Taxas médias (cm/ano) de erosão/deposição por zonas no Layout 2 (Cenário 1). As zonas apresentadas correspondem às caixas de integração apresentadas na Figura 9.</i>	<i>66</i>
<i>Figura 47: Comparação das tendências residuais de transporte de sedimentos considerando condições frequentes (cima) e excecionais (baixo) de agitação ao largo.</i>	<i>69</i>
<i>Figura 48: Domínios de cálculo considerados para a simulação detalhada do escoamento na zona da praia de Albarquel.</i>	<i>71</i>
<i>Figura 49: Circulação residual no trecho costeiro Outão-Parque da Cidade.</i>	<i>73</i>
<i>Figura 50: Pormenor da circulação residual no trecho costeiro ribeira da Ajuda-praia de Albarquel. .</i>	<i>73</i>
<i>Figura 51: Fluxo residual de transporte no trecho costeiro Outão-Parque da Cidade.</i>	<i>74</i>
<i>Figura 52: Pormenor do fluxo residual de transporte no trecho costeiro ribeira da Ajuda-praia de Albarquel.</i>	<i>74</i>
<i>Figura 53. Tendências residuais de transporte de sedimentos numa situação mais frequente e que corresponde a uma condição de agitação marítima menos energética.</i>	<i>76</i>
<i>Figura 54. Tendências residuais de transporte de sedimentos numa situação excepcional e que corresponde a uma condição de agitação marítima mais energética.</i>	<i>77</i>

Índice de Quadros

<i>Quadro 1. Resumo do sistema de modelação implementado para simular a hidrodinâmica e transporte de sedimentos no Estuário do Sado, Canal da Barra e Canal Norte.</i>	<i>19</i>
<i>Quadro 2: Cenários de estudo simulados.</i>	<i>21</i>
<i>Quadro 3. Diferenças em percentagem nos prismas de maré entre as soluções de projeto e a referência em enchente/vazante de marés vivas e marés mortas.</i>	<i>38</i>
<i>Quadro 4: Volumes dragados entre 2006 e 2012.</i>	<i>44</i>
<i>Quadro 5. Profundidade de equilíbrio prevista para o canal da barra.</i>	<i>49</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."

O projeto prevê a execução de um programa de melhoria dos acessos marítimos contemplando um conjunto de dragagens que permitirá oferecer, numa primeira fase (doravante designada FASE A) um acesso permanente aos navios porta-contentores do tráfego *Short-Sea / Panamax* de tipo *Under-Panamax* de 3000 TEU até 12 m de calado e, numa segunda fase (doravante designada FASE B), um acesso permanente aos navios de tipo *Panamax* de 4000 TEU até 13 m de calado, em quaisquer condições normais de acesso ao porto.

Com o presente projeto pretende-se alcançar os seguintes resultados:

- Acompanhar o aumento da dimensão dos navios de *Short-Sea / Panamax* que escalam os portos da Europa, Mediterrâneo e a costa ocidental / atlântica africana, por forma a manter o posicionamento da oferta neste segmento face aos portos ibéricos concorrentes;
- Oferecer uma capacidade portuária para receber navios *Short-Sea / Panamax* competitiva na região complementar à oferta *Deep-Sea/Post-Panamax* dos portos Lisboa e Sines, a fim de reduzir os custos adicionais de desvio do tráfego excedente deste segmento da região para outros terminais *Short-Sea/Panamax* em portos ibéricos que dispõem já de uma capacidade de receção de navios deste segmento, superior à do porto de Setúbal;
- Oferecer uma solução competitiva na transferência modal para o transporte marítimo aos tráfegos espanhóis gerados no *hinterland* do porto de Setúbal, na Extremadura Espanhola e Andaluzia para os mercados *Short-Sea / Panamax* europeu e africano;

- Gerar valor acrescentado económico pelo desenvolvimento de novos tráfegos de transbordo.

Uma das formas de minorar o risco associado a projetos desta natureza tem de passar por um conhecimento o mais detalhado possível da dinâmica local que permita prever a resposta do sistema às intervenções que se pretendem efetuar.

Os modelos constituem uma ferramenta de apoio neste processo permitindo avaliar a resposta do sistema tanto ao nível da hidrodinâmica como dos processos de transporte. Os modelos deverão ser assim a base de uma ferramenta de apoio à compreensão da dinâmica do sistema permitindo estabelecer as melhores relações causa-efeito e, caso se justifique, medidas e ações a ter em consideração na execução dos trabalhos de dragagens tais como pequenos ajustes ao traçado dos canais, períodos de manutenção e definição de cotas que possam contribuir para reduzir os custos de manutenção.

De forma a dar cumprimento ao objetivo proposto foi efetuada uma avaliação dos processos de hidrodinâmica e transporte de sedimentos tendo em conta diferentes intervenções de dragagens e avaliadas as potenciais condições de manutenção tendo em consideração a situação de referência e as intervenções de dragagem propostas para o Canal da Barra e Canal Norte, nomeadamente:

- Layout 1: dragagem do Canal da Barra à cota -16 metros (zh) e Canal Norte à cota -14.7 metros (zh) assumindo uma largura da secção de 500 metros (Figura 1);
- Layout 2: dragagem do Canal da Barra à cota -18 metros (zh) e Canal Norte à cota -16 metros (zh) assumindo uma largura da secção de 700 metros (Figura 2).

Os resultados obtidos, e que se resumem nas secções seguintes, permitem concluir que o aprofundamento do canal aparenta apresentar condições de autolimpeza superiores às da situação atual e, nesta perspetiva, apresentar potenciais condições de manutenção que podem ser encaradas com algum otimismo. Estas conclusões

referem-se no entanto a volumes totais de sedimentos transportados e não têm em consideração os constrangimentos associados às formações dunares que se formam ao longo do canal de navegação. Apesar deste ser um problema comum a vários portos no mundo, as condições que levam ao aparecimento e crescimento destas formações dunares são mal conhecidas e a sua dimensão é de difícil previsão. Este aspeto será objeto de discussão posterior neste relatório.

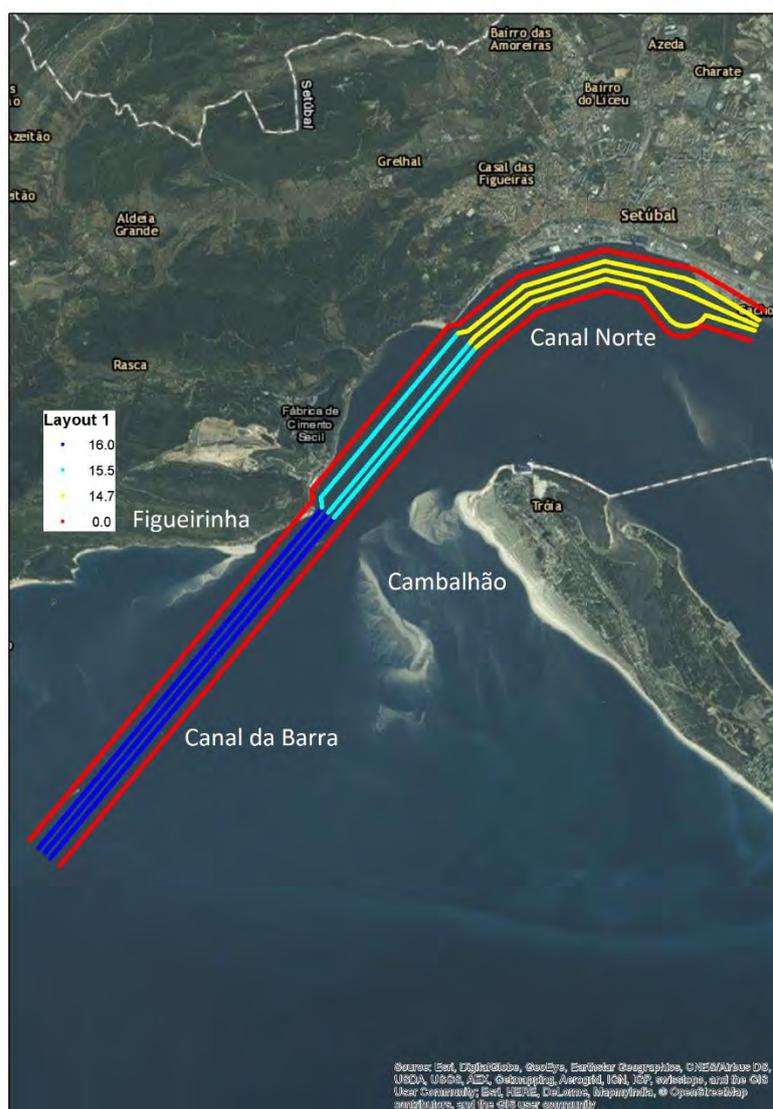


Figura 1. Soluções de intervenção proposta que corresponde ao Layout 1.

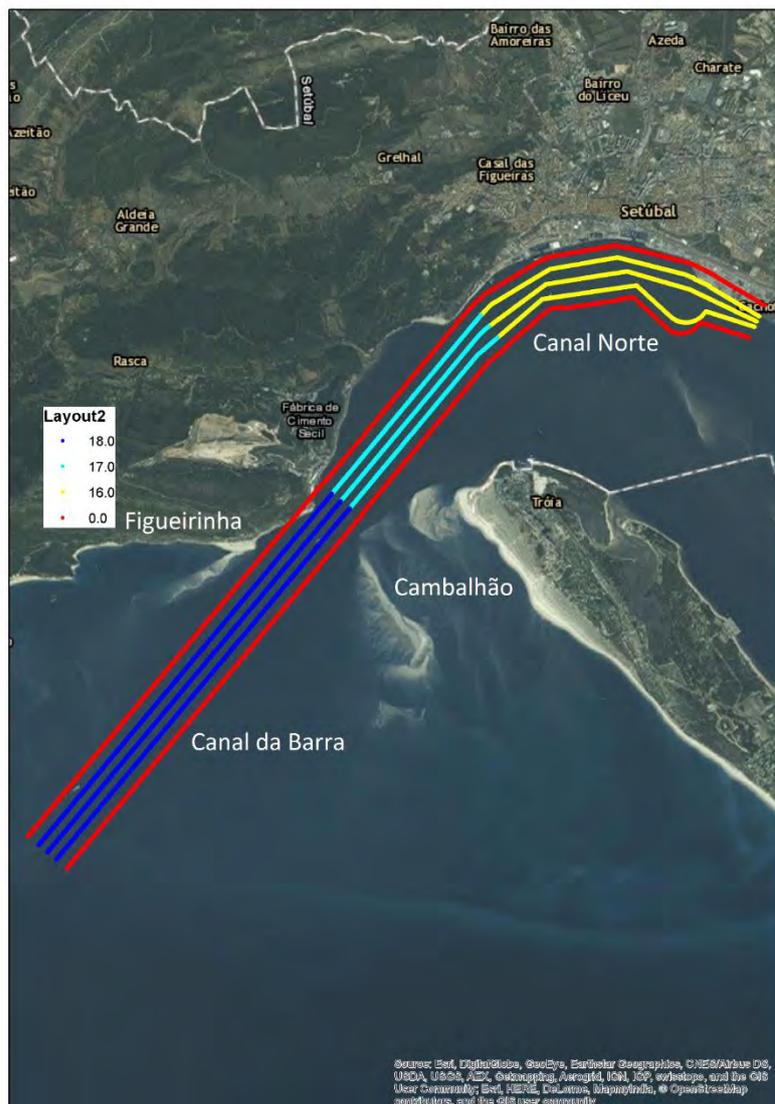


Figura 2. Soluções de intervenção proposta que corresponde ao Layout 2.

2 Modelo conceptual

Em função da complexidade do problema a analisar, a primeira tarefa será a de estabelecer um modelo conceptual da circulação e transporte de sedimentos da zona tendo em consideração a bibliografia disponível e a experiência anterior que resultou da aplicação de modelos numéricos a este sistema.

A circulação residual obtida numericamente (*cf. Figura 3*) apresenta no interior do estuário um vórtice bem definido e com rotação anticiclónica (ou horário) entre o Canal Norte e Canal Sul. A presença deste vórtice gera potencialmente condições para que parte dos sedimentos que são transportados no canal Sul na direção da embocadura durante a vazante entrem no canal Norte na enchente seguinte.

No exterior do estuário a circulação residual é caracterizada por dois vórtices adjacentes ao canal da Barra, um com rotação ciclónica posicionado a Este e outro com rotação anticiclónica posicionado a Oeste. O vórtice ciclónico localizado sobre a zona do Cambalhão é de maiores dimensões e mais intenso, com máximos da ordem de 0.1 m/s junto da Península de Troia. O vórtice anticiclónico localizado entre o Portinho da Arrábida e a Praia da Figueirinha ao longo dos bancos de areia intertidais é menos pronunciado e intenso (máximos da ordem de 0.05 m/s).

Estes dois vórtices têm um ponto de contacto na zona final do canal, onde existe uma intensificação da corrente residual (~20 cm/s). Esta zona tem sido aquela que tem apresentado maior variabilidade em termos de fundos e que tem exigido um maior esforço de dragagem.

Estes resultados foram obtidos com o modelo MOHID e são concordantes com os descritos em Martins *et al.*, (2001).

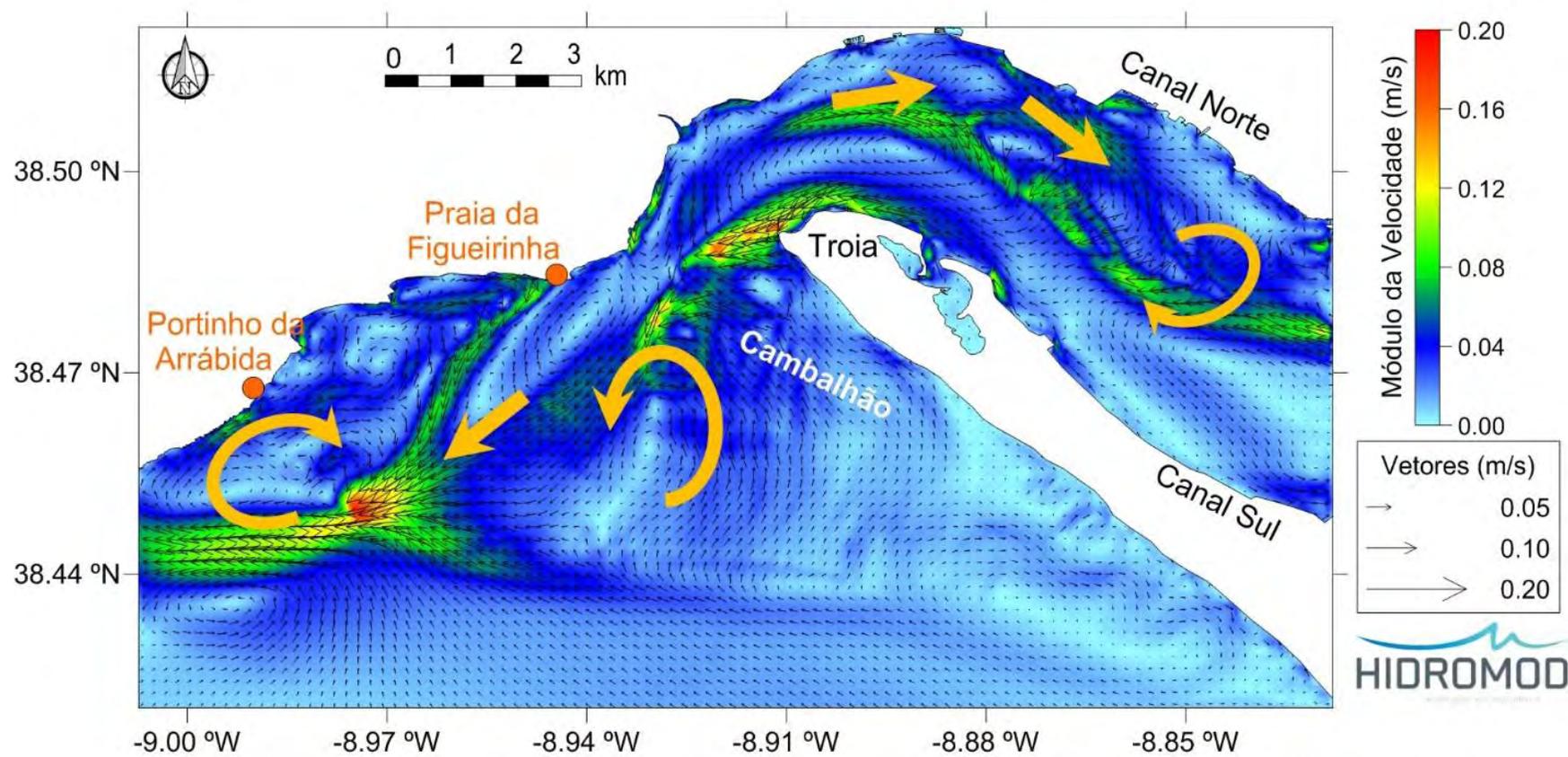


Figura 3. Modelo conceptual da circulação residual no Estuário do Sado.

No que respeita à caracterização dos processos transporte, um dos primeiros documentos relevantes para perceber a dinâmica da zona da barra é o referente ao estudo realizado por LNEC (1989). Neste estudo é apresentado um modelo conceptual para o transporte sedimentar baseado em resultados da modelação e análise dum conjunto relevante de levantamentos (cf. *Figura 4*). O modelo conceptual então proposto aponta para a existência dum processo transporte ao longo do canal da Barra associado a recirculações adjacentes. Estes padrões de transporte estão de acordo com os padrões da velocidade residual e materializam-se pela existência duma recirculação de sedimentos a Este e a Oeste do canal sendo a primeira mais intensa associada a um forte transporte ao longo da península de Troia na direção da embocadura.

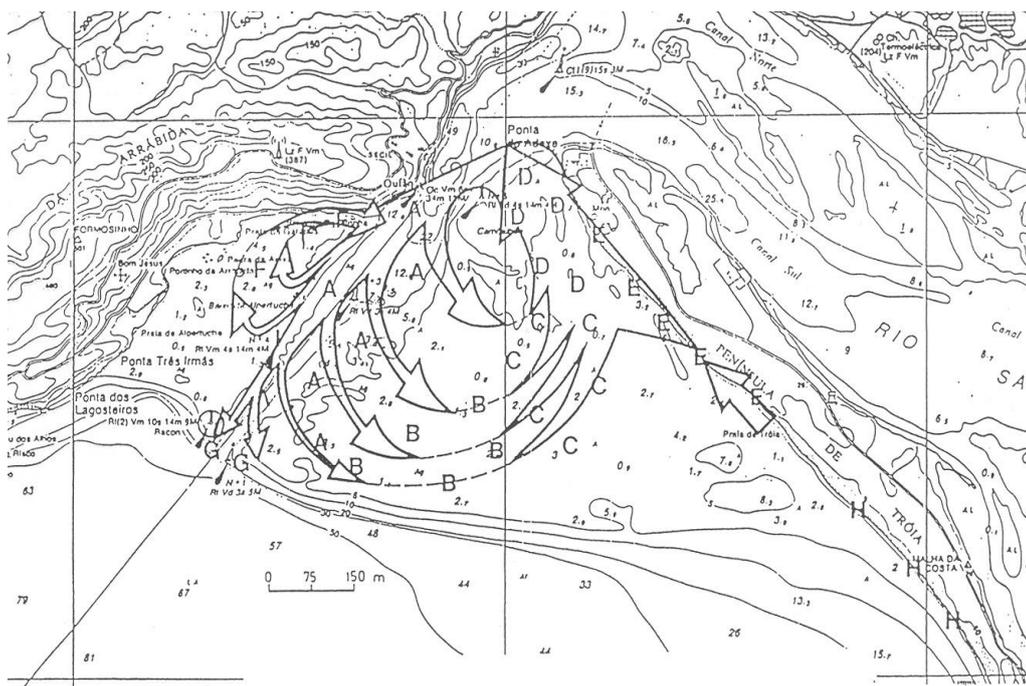


Figura A1.1 Esquema de movimentação das areias dos fundos.

Figura 4: Esquema de movimentação de areias elaborado por LNEC através do Estudo da Barra do Sado. Fonte: LNEC, 1989.

Os resultados obtidos no âmbito do presente trabalho, que serão apresentados nas secções seguintes, apontam no mesmo sentido, permitindo elaborar o modelo conceptual de transporte que se resume na Figura 5.

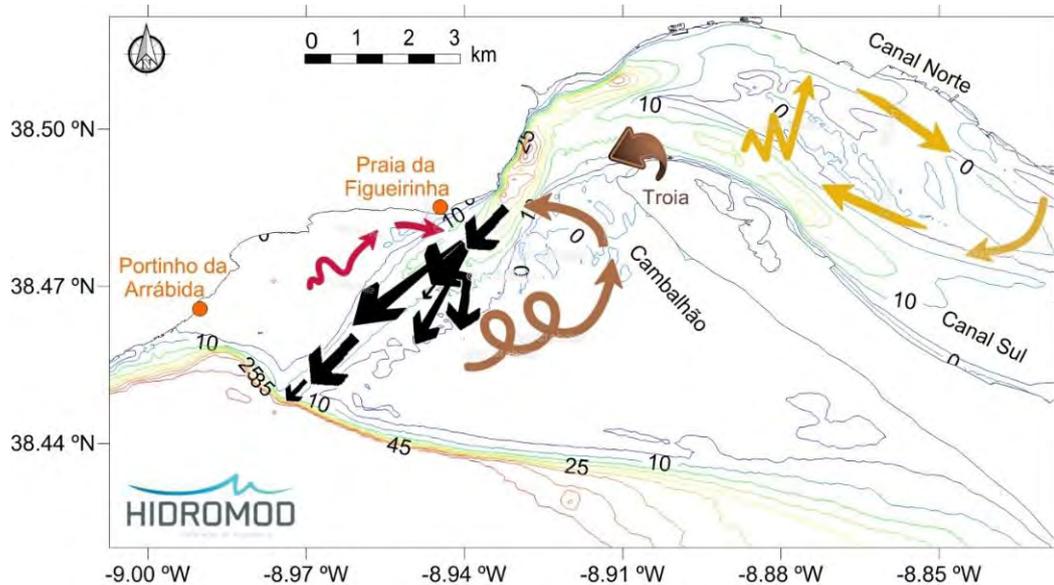


Figura 5. Modelo conceptual da movimentação das areias no Estuário do Sado.

Os elementos que permitem sustentar este modelo conceptual serão apresentados ao longo das próximas secções e resultam da integração de resultados da simulação dos processos de hidrodinâmica e transporte, da análise dos dados disponíveis e da experiência sobre a dinâmica sedimentar local.

Com base nos resultados do modelo estima-se que a capacidade de transporte (*off-shore*) ao longo do canal da Barra seja na embocadura da ordem de 24 mil m³/ano e que se intensifique por alimentação lateral até um valor máximo da ordem de 150 mil m³/ano. Estes resultados sugerem que a capacidade de exportar areias a partir do interior do estuário é aproximadamente uma ordem de grandeza inferior à capacidade máxima de transporte de sedimentos que ocorre na zona da embocadura em condições médias de forçamento e que a dinâmica sedimentar que ocorre nesta zona apresenta característica dum sistema "fechado" em que os sedimentos vão sofrendo um processo de recirculação.

Na zona final do canal da Barra junto ao talude a capacidade transporte diminui abruptamente gerando uma zona de assoreamento persistente. Com base nos resultados do modelo estima-se que só ocorre assoreamento na zona mais *off-shore* do canal e que este é da ordem de 90 mil m³/ano para condições médias de maré e agitação (este valor não tem em conta o efeito de eventos extremos, como por exemplo tempestades rodadas a SW). Estes resultados são confirmados pelo volume médio anual dragado pelo Porto de Setúbal para manter a profundidade do canal que foi da ordem de 60 mil m³/ano entre 2006 e 2012.

Fora, da zona próxima do canal, domina a ação conjunta das ondas e da maré. Nesta zona os resultados do modelo mostram que a capacidade de transporte do sistema apresenta uma componente Este importante. 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 (*cf. Figura 3*).

O trânsito sedimentar do lado Oeste do Canal da Barra, é menos intenso do que se regista no lado Este, porque as correntes tendem também a ser menos intensas. Do lado Oeste os resultados do modelo não permitem determinar um padrão de transporte bem definido com exceção da zona da Praia da Figueirinha onde se observa um transporte intenso junto à costa de oeste para Este.

No interior do estuário, o trânsito sedimentar nos Canais Norte e Sul está de alguma forma condicionada pela recirculação residual de rotação horária já antes referida (*cf. Figura 3*). Ao longo do canal Norte o transporte de sedimentos tende a ser na direção de montante. Com base nos resultados do modelo estima-se que a capacidade transporte neste canal seja da ordem de 10 mil m³/ano ou seja aproximadamente 15 vezes inferior ao que se regista na zona mais dinâmica do canal da Barra o que pode explicar a estabilidade dos fundos que se observa no canal Norte.

3 Metodologia

3.1 Estratégia de modelação

Com vista a avaliar as alterações decorrentes no Estuário do Sado face a possíveis alterações na batimetria 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 metodologia utilizada é baseada numa filosofia de modelos encaixados, a qual representa uma solução eficiente na resolução dos problemas das diferentes escalas. Através desta metodologia torna-se possível fazer *downscaling* a partir duma solução de menor resolução e incluir nos modelos locais os processos de grande escala (Martins *et al.*, 2000; Leitão *et al.*, 2005 e Malhadas *et al.*, 2009). Desta forma é possível integrar processos desde a escala dos quilómetros, como é o caso da maré, com processos da escala das centenas de metros, como é o caso dos processos que ocorrem nos canais. A comunicação entre modelos é feita *one-way*, ou seja, os modelos de maior escala influenciam os modelos de menor escala, mas o contrário não ocorre. Os modelos "pai" vão transmitir a informação para os seus "filhos" e assim sucessivamente permitindo que a informação de uns seja a condição de fronteira dos outros.

3.2 Informação batimétrica

A informação batimétrica necessária para gerar as malhas de cálculo necessárias para a configuração do sistema de modelação, teve como base os dados disponíveis no EMODNET (European Marine Observation and Data Network) para a região de Portugal Continental, Levantamentos do Instituto Hidrográfico e levantamentos multifeixe da responsabilidade da APSS. Os dados do EMODNET têm uma resolução aproximada de 200 metros e os restantes resoluções que podem variar entre 5 e 2 metros. Numa primeira fase foi feita uma avaliação dos dados batimétricos disponíveis de modo a assegurar que:

- A informação está homogeneizada uma vez que existem fontes heterogéneas de informação;
- Os domínios de estudo abrangem as zonas de interesse;
- A resolução horizontal na área de interesse é suficiente para simular os processos de interesse (e.g., alterações hidrodinâmicas no Canal da Barra e Canal Norte devido aos trabalhos de dragagens previstos);
- Existe continuidade entre os levantamentos batimétricos e topográficos;
- Toda a informação está referenciada ao mesmo sistema de coordenadas e *datum* vertical.

Numa segunda fase toda a informação foi homogeneizada através do uso de coordenadas geográficas *datum* WGS84 e *datum* vertical zero hidrográfico (z.h.), de forma a gerar malhas de cálculo que abrangem diferentes escalas de resolução:

- A escala regional (onde é gerada a circulação na Costa Portuguesa);
- A escala do Estuário do Sado (onde é gerada a circulação à escala do Estuário);
- A escala local (onde é gerada a hidrodinâmica e transporte de sedimentos à escala dos canais de interesse para a navegação).

3.3 Configuração do sistema de modelação

O sistema implementado apresenta 5 níveis encaixados no modelo de circulação da Península Ibérica resumidos na Figura 6. Este modelo tem um domínio que abrange a Península Ibérica com 6 km de resolução espacial e inclui o efeito da maré através da utilização do modelo global de maré FES 2012 (Carrere *et al.*, 2012).

O nível 2 compreende a Costa de Setúbal com resolução de 1 km x 1 km e recebe as condições de fronteira aberta do nível anterior (nível 1 - modelo de maré da Península Ibérica). Os níveis 3 e 4 abrangem o Estuário do Sado com resolução de 180 e 60 metros respetivamente. Estes domínios de modelação recebem como condições de fronteira aberta o forçamento dos níveis anteriores. Todos estes modelos são barotrópicos.

Finalmente o nível 5 corresponde aos domínios locais do Canal da Barra e Canal Norte com resolução de 20 m x 20 m. No Quadro 1 apresenta-se um resumo do sistema de modelação implementado para simular a hidrodinâmica e transporte de sedimentos no Estuário do Sado, Canal da Barra e Canal Norte.

Quadro 1. Resumo do sistema de modelação implementado para simular a hidrodinâmica e transporte de sedimentos no Estuário do Sado, Canal da Barra e Canal Norte.

Características	Nível 1 Península Ibérica	Nível 2 Costa de Setúbal	Nível 3 Estuário do Sado	Nível 4 Estuário do Sado	Nível 5 Canal da Barra	Nível 5 Canal Norte
Pontos de Cálculo	241x273	123x79	350x150	300x174	345x306	492x135
Resolução Espacial	6 km	1 km	180 m	60 m	20 m	20 m
Passo Temporal (s)	90	45	15	15	5	5
Discretização Vertical	1 camada	1 camada	1 camada	1 camada	1 camada	1 camada
Propriedades Simuladas	Nível e correntes	Nível e correntes	Nível e correntes	Nível e correntes	Nível e correntes	Nível e correntes
Fluxo	Barotrópico	Barotrópico	Barotrópico	Barotrópico	Barotrópico	Barotrópico
Maré Imposta	Global Tide (FES 2012)	Sub-modelo	Sub-modelo	Sub-modelo	Sub-modelo	Sub-modelo
Esquema de Adveção	TDV - Superbee	TDV - Superbee	TDV - Superbee	TDV - Superbee	TDV - Superbee	TDV - Superbee
Fronteira Aberta	Maré (Fes 2012)	Nível 1	Nível 2	Nível 3	Nível 4	Nível 4

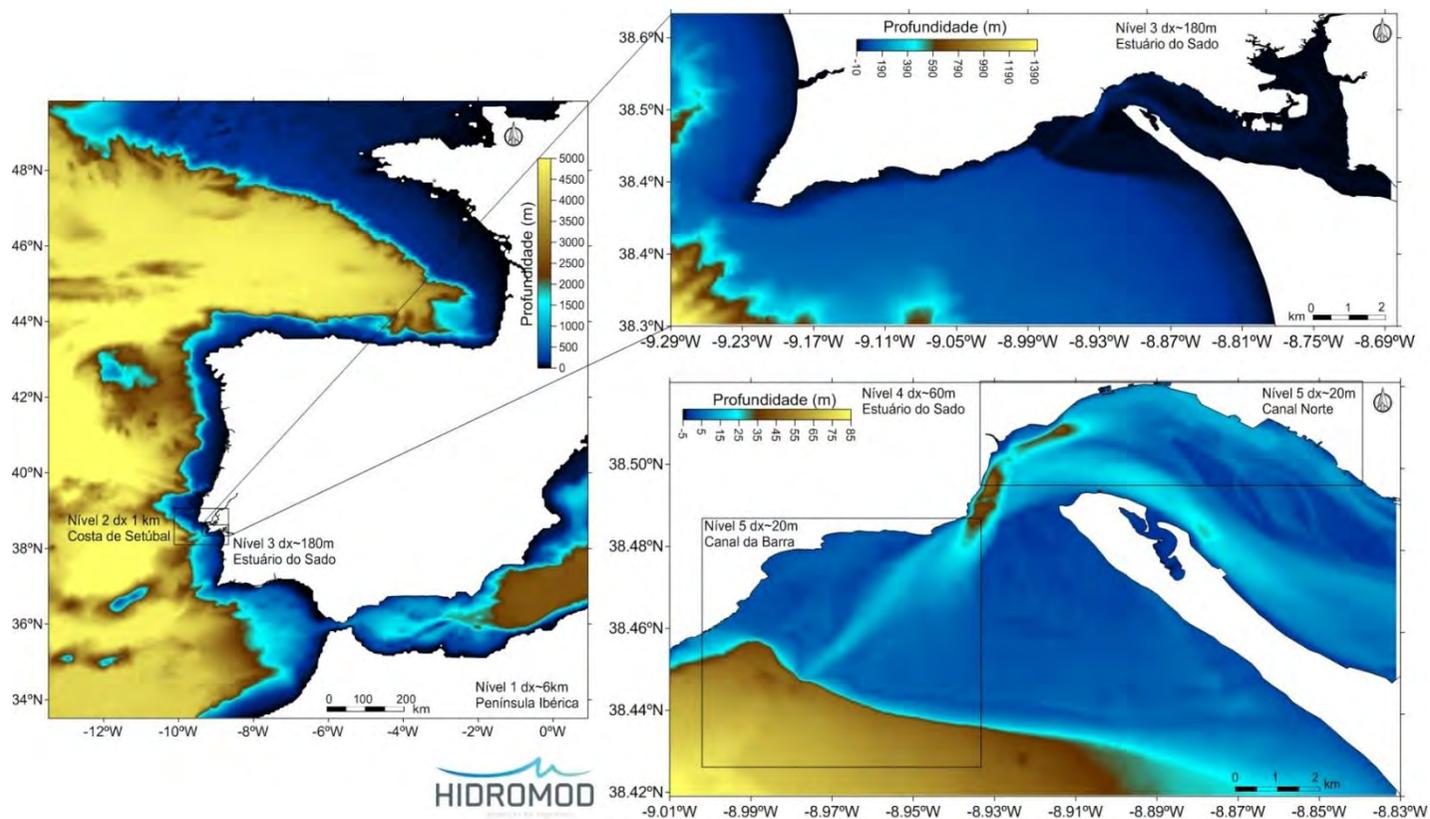


Figura 6. Configuração do modelo MOHID para simular os processos no Estuário do Sado. O modelo de nível 1 corresponde ao modelo de maré da Península Ibérica. O modelo de nível 2 corresponde à Costa de Setúbal, e os de nível 3 e 4 ao Estuário do Sado com resoluções de 180 e 60 metros. A escala local correspondem aos modelos de nível 5 para os canais norte e da barra

3.4 Cenários simulados

A seleção dos cenários a simular teve como critério a consideração de ocorrência de situações típicas e desfavoráveis de agitação conjugadas com a ação da maré. Em condições normais, independentemente das condições ao largo, para situações de agitação proveniente de rumos rodados a Norte verifica-se a existência de condições de abrigo na zona da barra proporcionadas pela rotação das ondas em torno do cabo Espichel. Para condições de agitação rodadas a Sul, esta proteção não existe e a zona da barra pode ser afetada por condições de agitação mais energéticas.

Tendo em vista a necessidade de caracterizar estes dois tipos de ocorrência, foram selecionadas a partir dos registos disponíveis de condições de agitação ao largo duas condições de agitação (resumidas no Quadro 2). A primeira das condições, corresponde a uma situação representativa de condições típicas em que as ondas locais na zona do canal da barra apresentam alturas inferiores a 0.5 metros. A segunda condição corresponde a uma situação de agitação caracterizada por ondas provenientes do sector W-SW que se reflete por alturas de onda na zona da barra da ordem dos 2 metros.

Quadro 2: Cenários de estudo simulados.

Cenários de estudo	Período Simulado	Condições oceanográficas	Características da agitação marítima
Cenário 1	10 - 25 de Janeiro de 2015	Ciclo de maré viva-morta combinado com o efeito das ondas	Representativo de condições típicas (Hs ao largo da ordem de 2.0-3.0 m e rumos de NW)
Cenário 2	1 - 18 de maio de 2015	Ciclo de maré viva-morta combinado com o efeito das ondas	Representativo de condições extremas de agitação (Hs ao largo superior a 4.0 m e rumos entre W/SW)

Estes cenários foram utilizado para simular a situação de referência e duas opções de projeto correspondentes aos Layout 1 e Layout 2 (cf. Figura 7 e Figura 8):

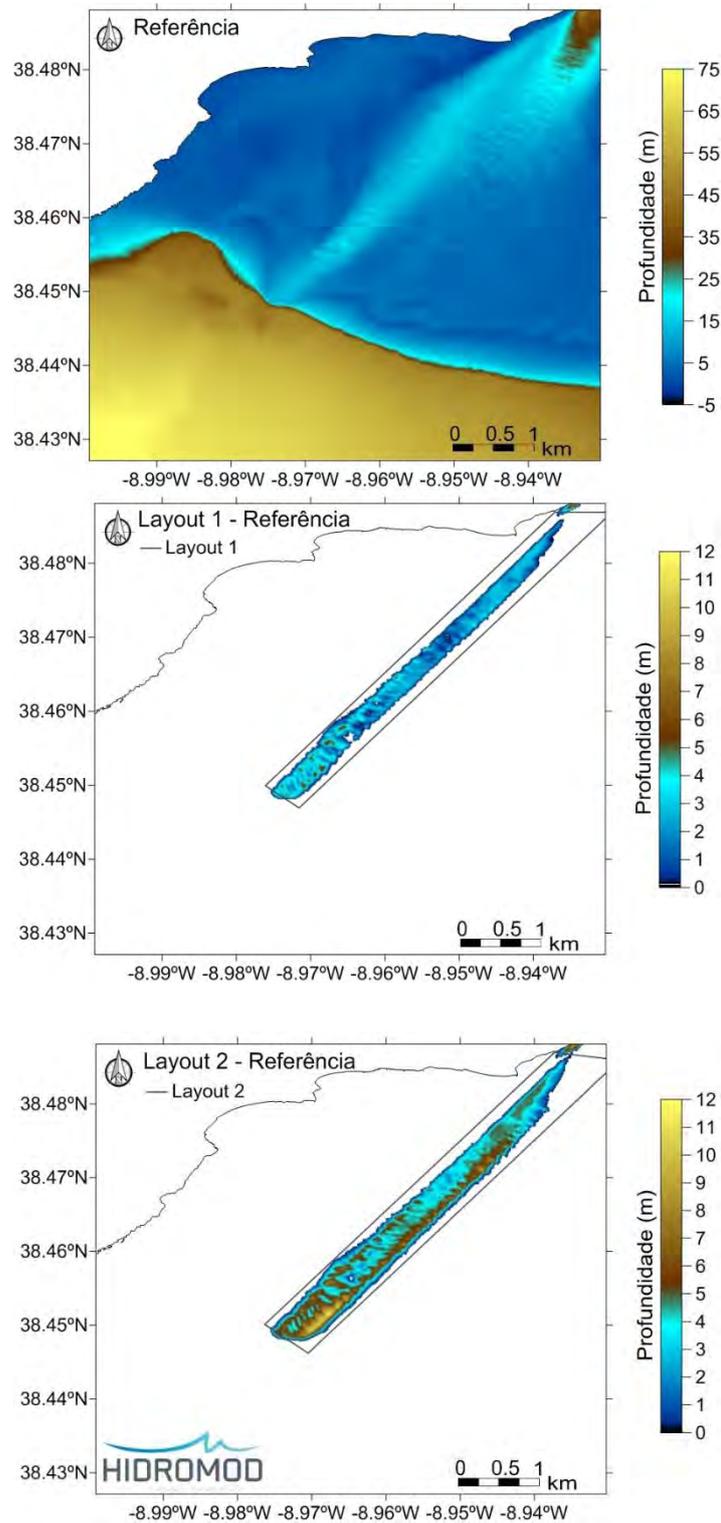


Figura 7. Batimetria de referência no Canal da Barra (superior) e diferenças entre o Layout 1 e a situação de referência (centro), e o Layout 2 e a situação de referência (inferior).

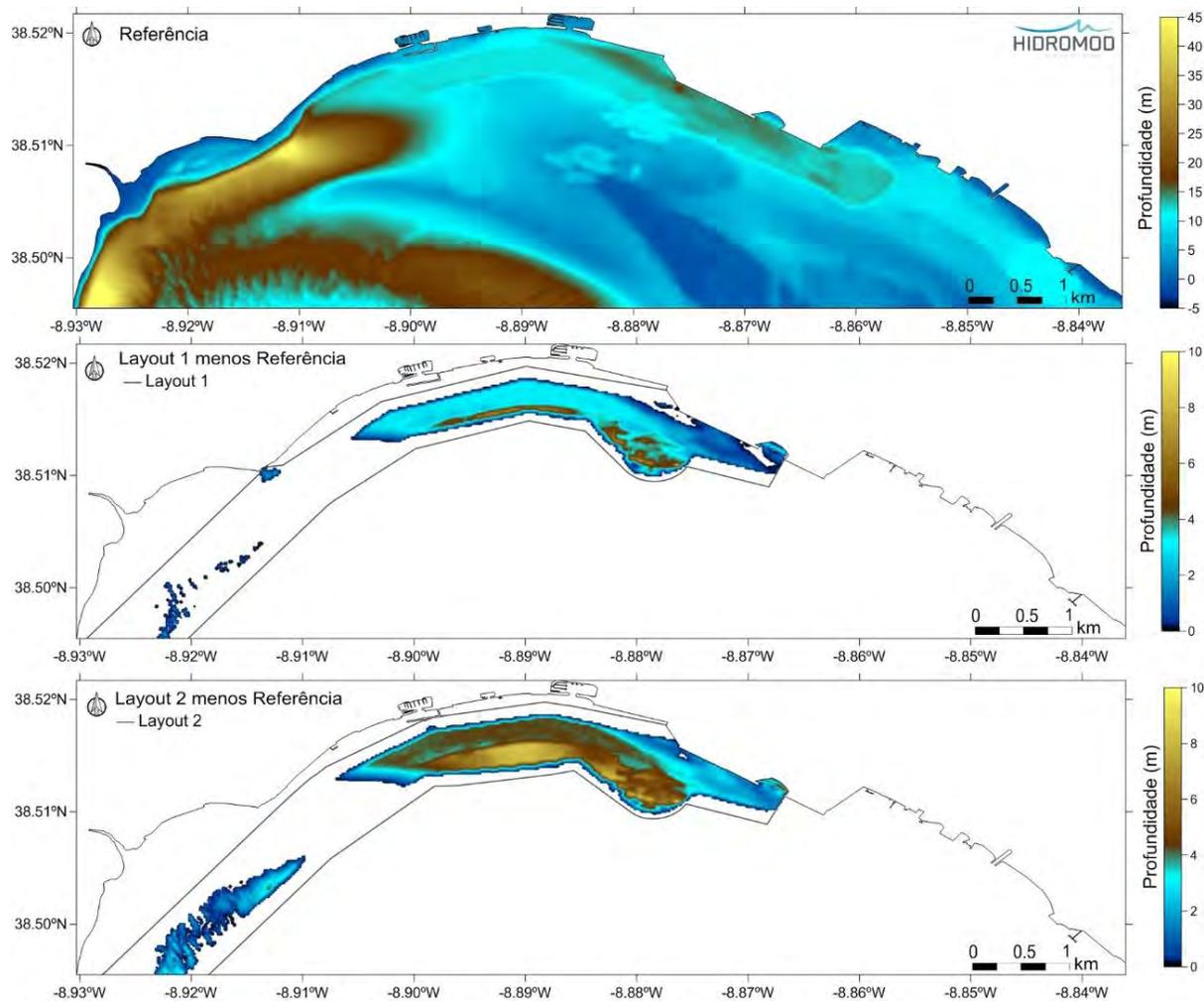


Figura 8. Batimetria de referência no Canal Norte (superior) e diferenças entre o Layout 1 e a situação de referência (centro), e o Layout 2 e a situação de referência (inferior).

3.5 Caixas de integração

A análise dos fluxos de água e sedimentos representam um importante indicador sobre o potencial efeito das intervenções propostas. A fim de facilitar a percepção e interpretação destes aspetos foi efetuada uma divisão do estuário em diferentes "caixas" que permitem o cálculo de caudais de enchente/vazante e dos fluxos de sedimentos entre zonas do estuário e respetivos canais (cf. Figura 9). A análise dos prismas de maré na secção de Troia permite ainda fazer uma avaliação dos potenciais impactes das dragagens em eventuais alterações nos níveis de salinidade do estuário.

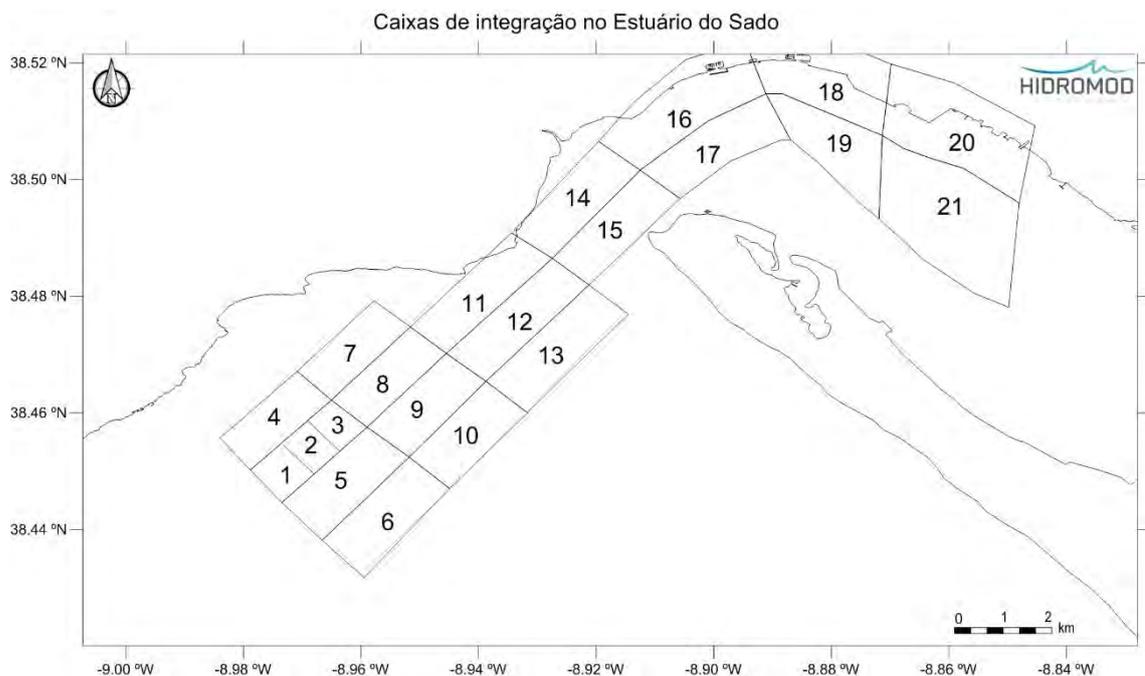


Figura 9. Caixas de integração para cálculo dos caudais de enchente e vazante e fluxos de sedimentos.

4 Resultados

A análise e interpretação dos processos hidromorfológicos que ocorrem no estuário teve por base os dados disponíveis (especialmente os referentes aos levantamentos batimétricos) e os resultados das simulações de hidrodinâmica e transporte. No caso das simulações em modelo, como referido anteriormente, foram efetuadas simulações à escala do estuário, para ter uma visão integrada dos processos, e à escala local, para permitir uma perceção mais detalhada dos processos.

A análise efetuada escala do estuário inclui o seguinte tipo de resultados:

- 1) Avaliação dos prismas de maré;
- 2) Caracterização dos campos de correntes;
- 3) Caracterização da circulação residual (mapa de velocidade média integrada num período maré viva-morta);
- 4) Caracterização dos fluxos de sedimentos.

O efeito das intervenções propostas na hidrodinâmica e transporte de sedimentos à escala local (Canal da Barra e Canal Norte) foi avaliado recorrendo à análise de diferenças entre a situação de referência e as duas opções de projeto para os seguintes indicadores:

- 1) Percentil 90 (P90) da intensidade corrente (limite da intensidade da corrente abaixo do qual se encontram 90% dos valores);
- 2) Velocidade residual;
- 3) Tendências iniciais de erosão/deposição (mapas com as taxas de erosão/deposição).

Para melhorar a legibilidade dos mapas não são mostradas diferenças em velocidade média inferiores a 1 cm/s e do percentil 90 da intensidade da corrente os valores abaixo de 2 cm/s.

4.1 Análise dos impactes na hidrodinâmica

Um dos aspetos base a ter em consideração na análise dos potenciais impactes associados às obras de aprofundamento do canal de navegação é o da hidrodinâmica. Neste particular é relevante analisar os impactes ao nível das velocidades instantâneas, das velocidades residuais e dos prismas de maré.

4.1.1 Distribuição de velocidades máximas

No que respeita às velocidades instantâneas a análise dos padrões de circulação permite verificar que as alterações expectáveis decorrentes do aprofundamento do canal são de baixa magnitude (*cf. Figura 10 a Figura 15*).

Para a análise dos campos de intensidade máxima das correntes foi calculado o percentil 90 (P90) da intensidade da corrente para cada ponto de cálculo. Este cálculo permitiu determinar um campo de intensidades que corresponde ao limite abaixo do qual se encontram a intensidade das correntes em 90% do tempo. O P90 das correntes na área do Canal da Barra para a situação de referência mostra que existe uma intensificação da corrente ao longo do Canal da Barra com os máximos a atingirem cerca de 1.0 m/s (*cf. Figura 12*).

A simulação dos cenários de projeto apontam para uma tendência generalizada de diminuição das velocidades máximas fora do canal de navegação e aumento no interior do próprio. As tendências de diminuição ou aumento variam de acordo com as soluções propostas, observando-se uma maior intensificação destas variações na solução de intervenção correspondente ao Layout 2.

Estima-se que no Layout 1 se possam observar fora do canal reduções máximas da ordem de 0.02-0.04 m/s (entre 15-25 %) e aumentos no interior do canal da ordem de 0.02-0.04 (~12 %) (*cf. Figura 13*). No Layout 2 os aumentos podem ascender no máximo até 0.12 m/s (~15 %) comparativamente com a situação de referência e as diminuições cerca de 0.08 m/s (cerca de 50 %) (*cf. Figura 14*).

No que respeita ao canal norte os impactes são ainda de menor magnitude estando de acordo com a estabilidade que este canal apresenta atualmente. Neste caso os resultados da modelação apontam para que, em média, a intensidade da corrente diminua cerca de 0.02-0.04 m/s (entre 15-20%) para o Layout 1 na zona junto da bacia de rotação. Para o Layout 2, as diferenças são mais expressivas e a zona de impacto mais extensa, prevendo-se diminuições máximas da ordem de 0.04-0.06 m/s (~ 25%) junto da bacia de rotação (*cf. Figura 15*).

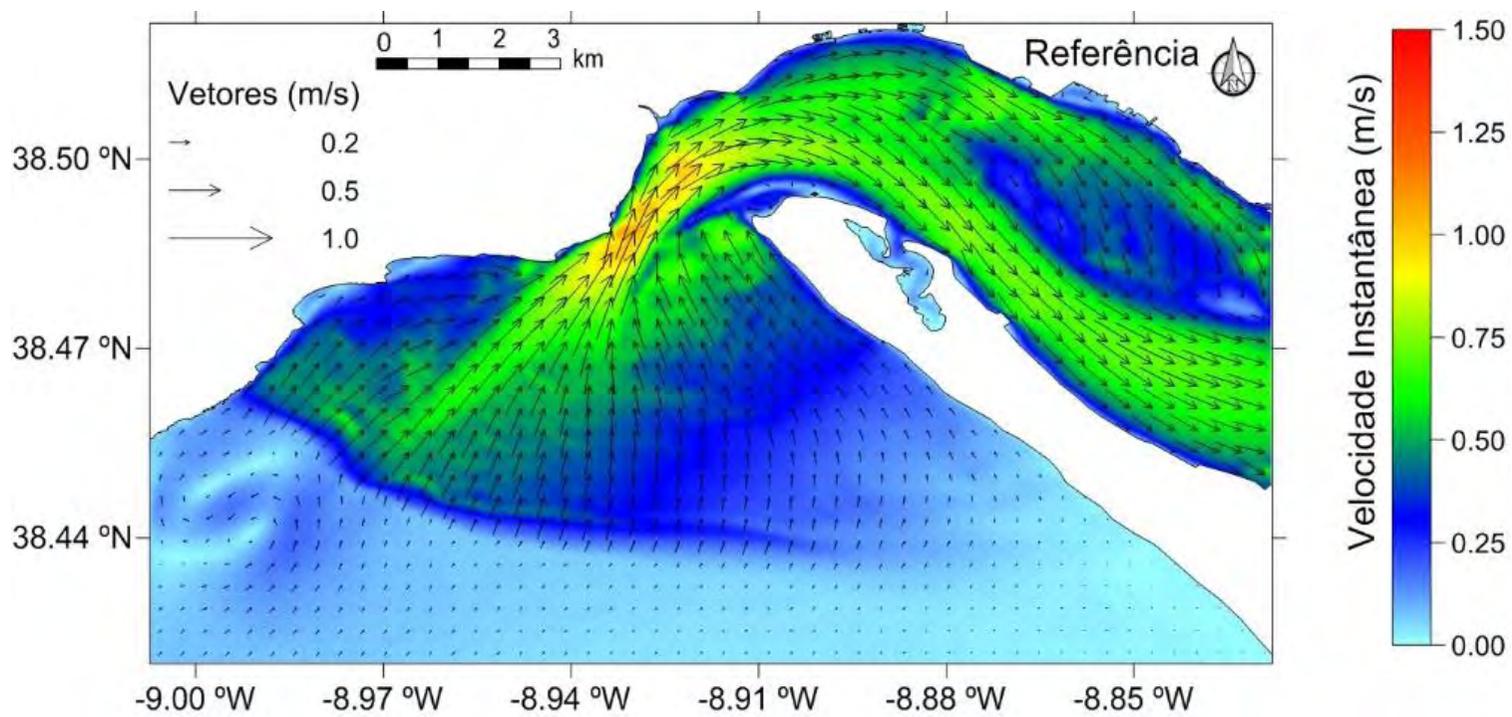


Figura 10. Exemplo da distribuição de correntes em situação de enchente de maré viva.

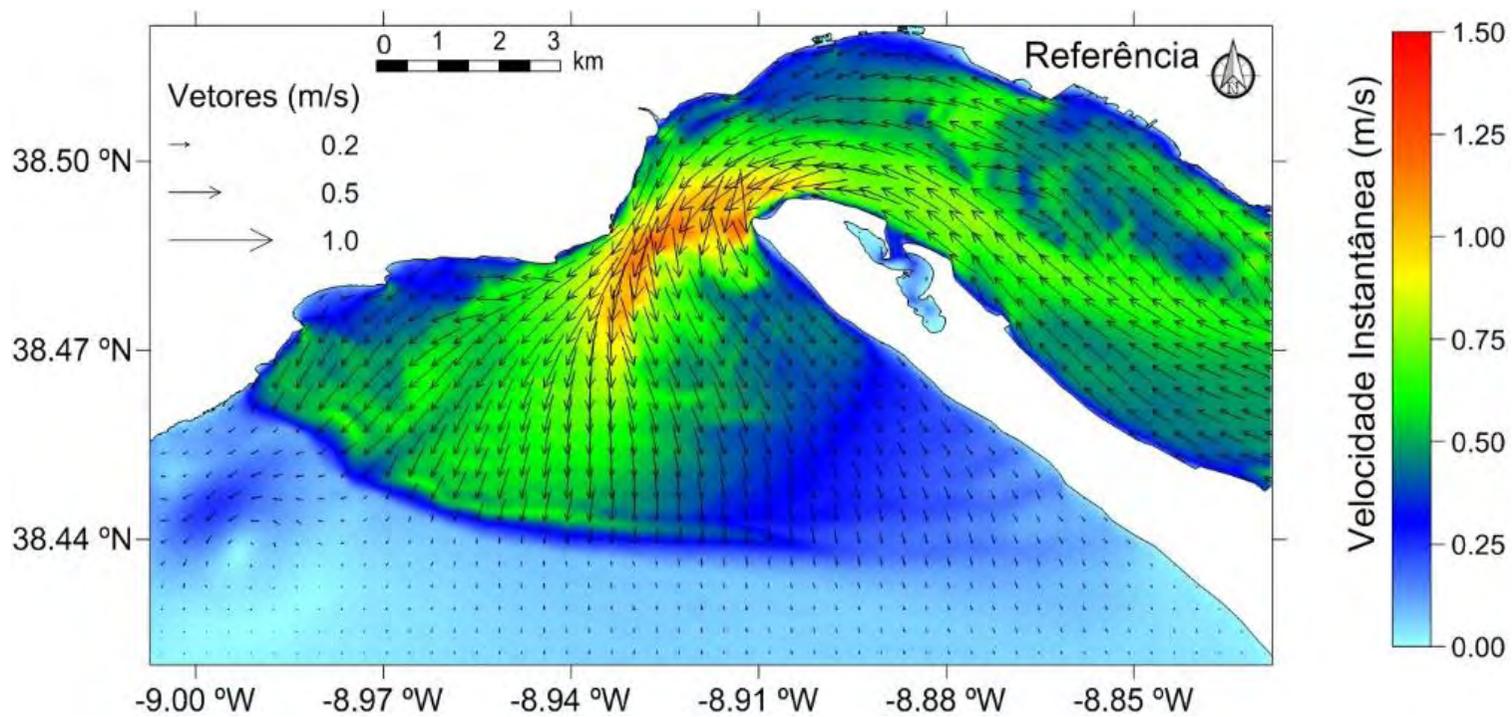


Figura 11. Exemplo da distribuição de correntes em situação de vazante de maré viva.

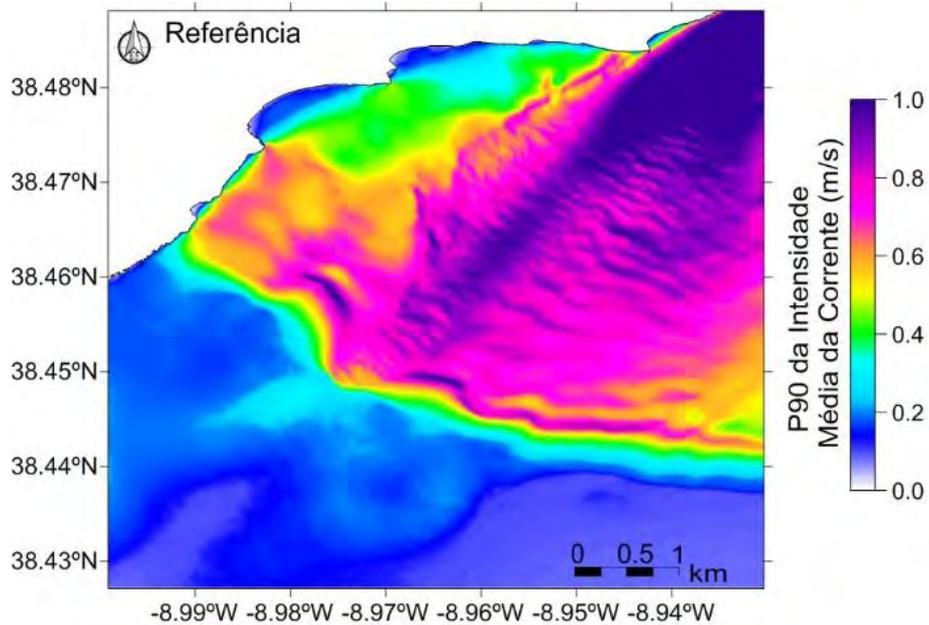


Figura 12. Campos de intensidade máxima (P90) no Canal da Barra em um ciclo de maré de maré viva-morta na situação de referência.

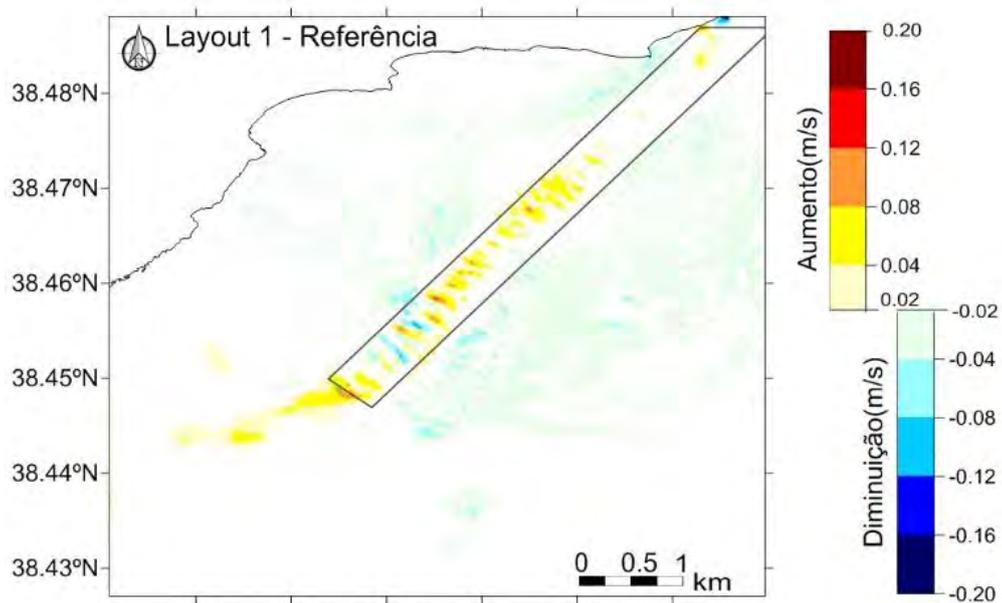


Figura 13. Diferenças da intensidade máxima da corrente (m/s) entre o Layout 1 e a situação de referência.

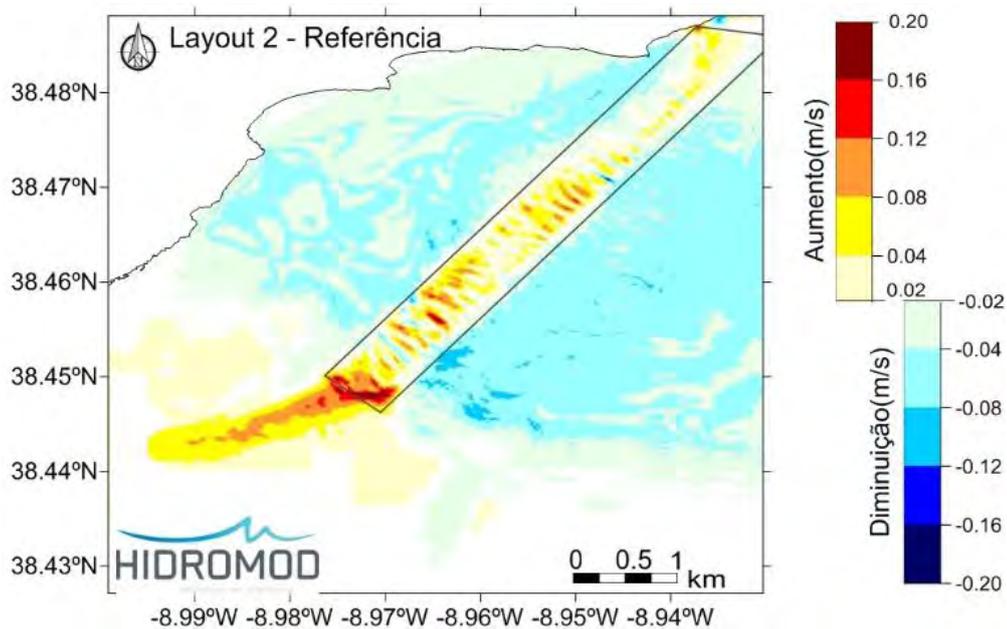


Figura 14. Diferenças da intensidade máxima da corrente (m/s) entre o Layout 2 e a situação de referência.

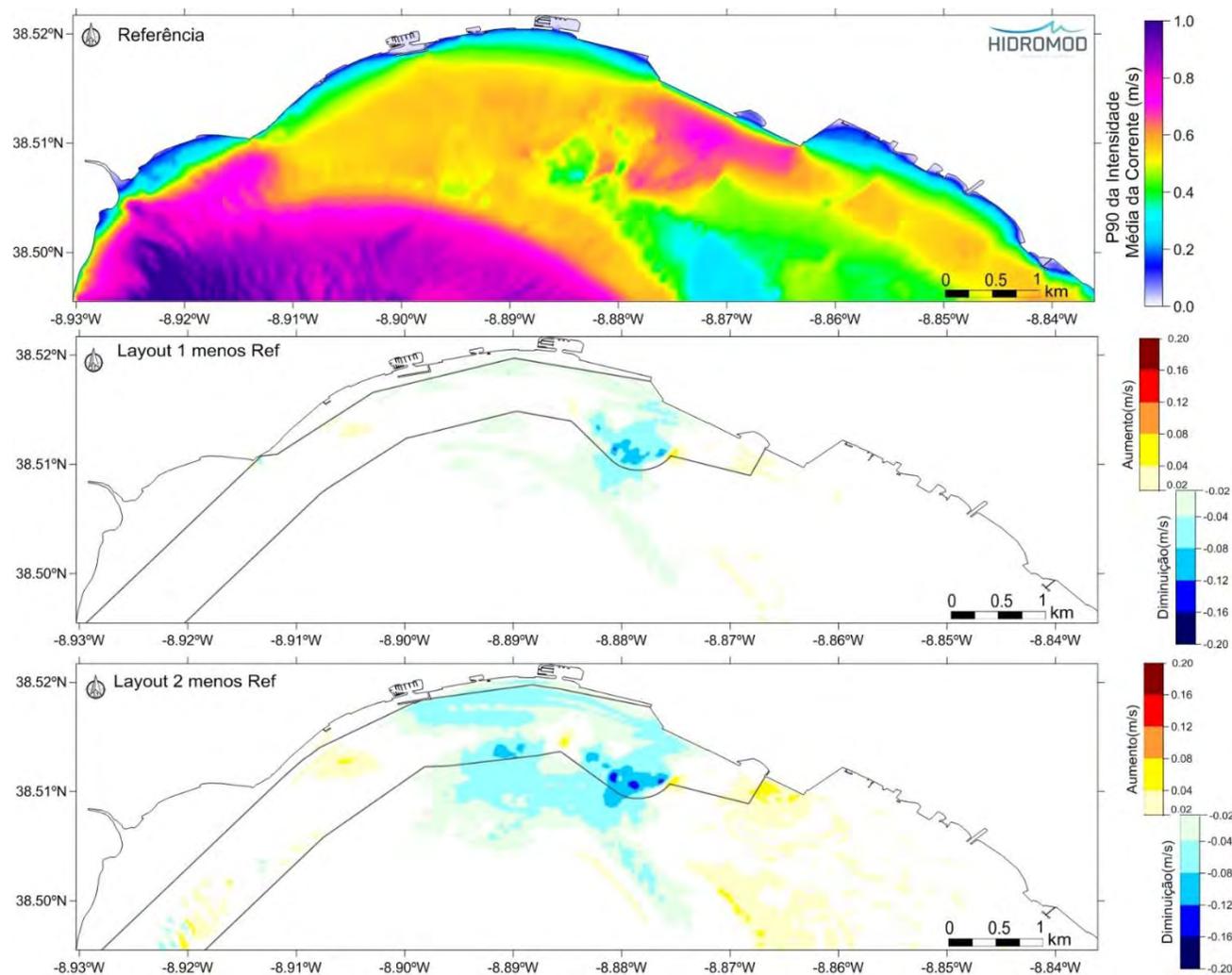


Figura 15. Campos de intensidade máxima (P90) no Canal Norte num ciclo de maré de maré viva-morta (superior) e diferenças entre o Layout 1 (centro) e a referência e o Layout 2 e a referência (inferior).

4.1.2 Velocidades residuais

No que respeita à circulação residual as conclusões, como seria de esperar, são semelhantes verificando-se que as soluções de intervenção resultam em impactes de baixa magnitude não introduzindo diferenças significativas nos padrões de circulação (cf. *Figura 16 a Figura 20*).

A análise da circulação residual no canal da barra mostra que os impactes nesta zona tendem a verificar-se na zona mais próxima da extremidade do canal podendo variar entre 20% e 30% de aumento dependendo do *layout* simulado. No Layout 1 as diferenças apresentam incrementos máximos da ordem de 2 cm/s (~20%) (cf. *Figura 18*). No Layout 2 observam-se aumentos máximos da ordem de 4 cm/s (cf. *Figura 19*). Estes aumentos podem eventualmente contribuir para aumentar as condições de "autolimpeza" locais.

No caso do canal norte, e em concordância com as conclusões anteriormente apresentadas para as velocidades instantâneas, os resultados da modelação mostram que as diferenças entre a referência e as intervenções propostas são de muito baixa magnitude (cf. *Figura 20*).

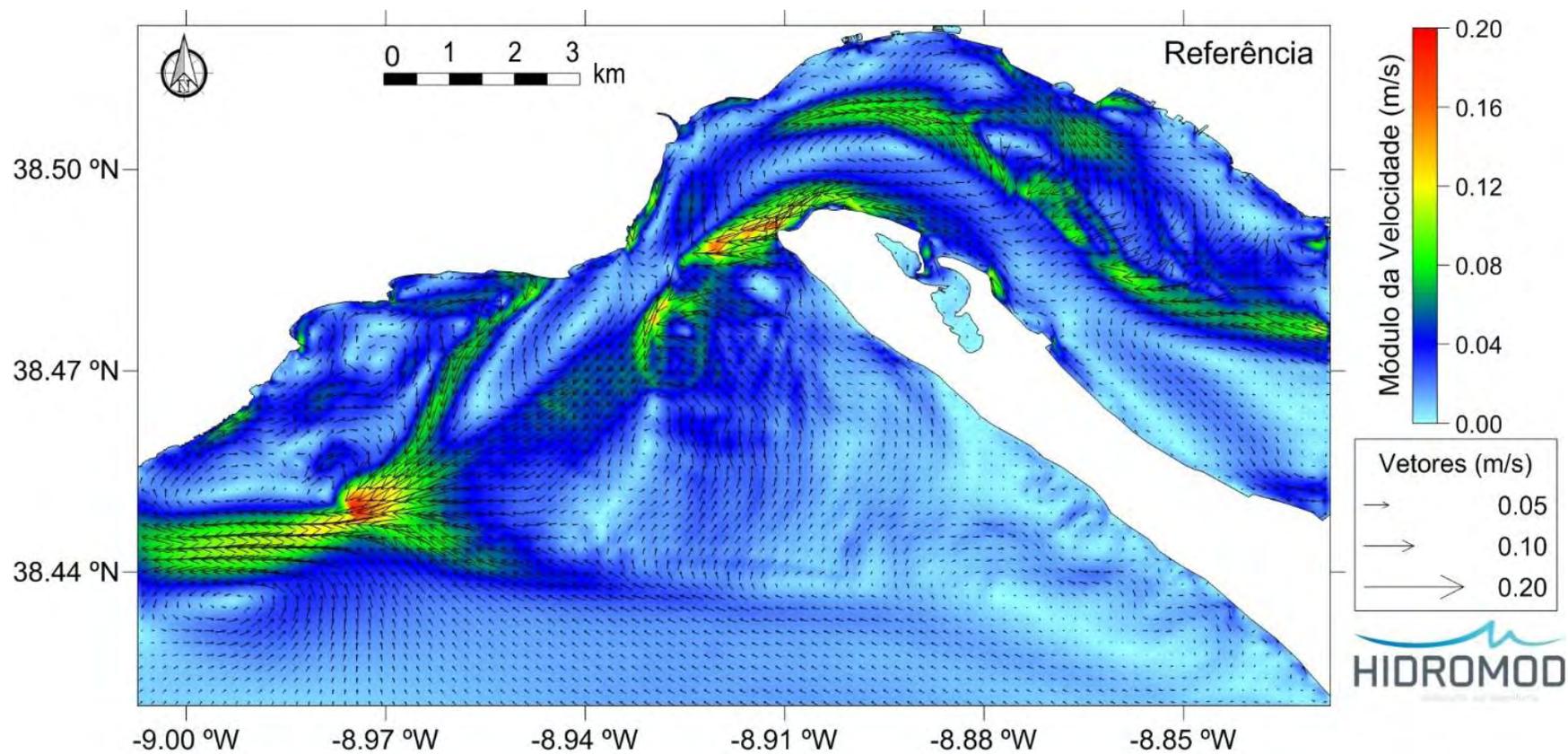


Figura 16. Exemplo da distribuição da velocidade residual ao fim dum ciclo de maré de maré viva-morta.

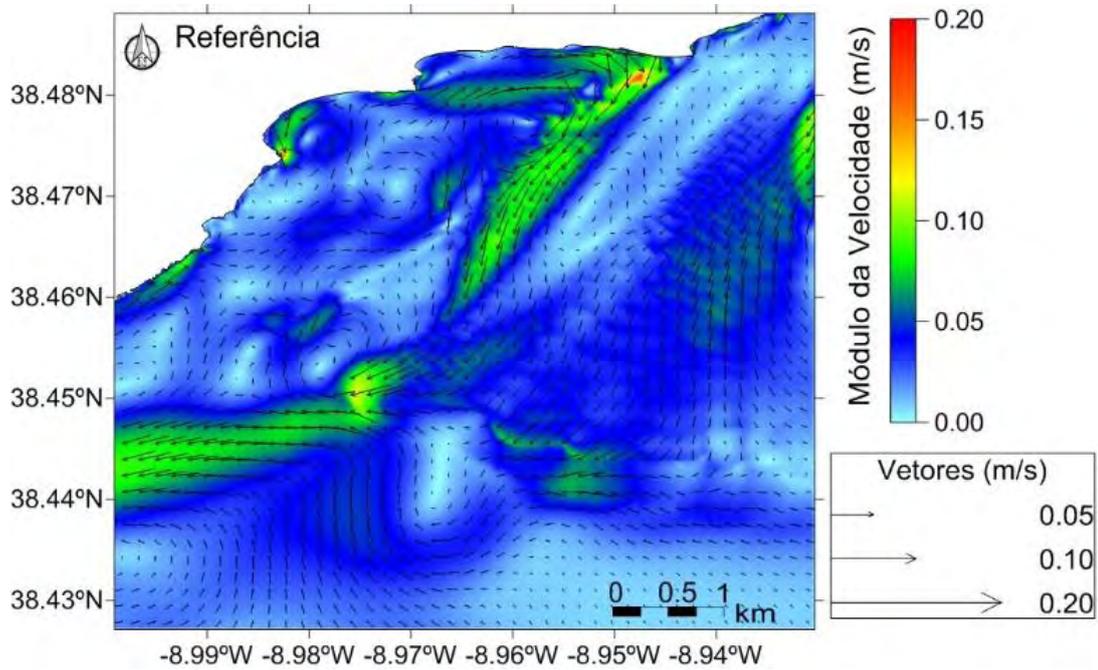


Figura 17. Detalhe dos campos de velocidade residual no Canal da Barra num ciclo de maré de maré viva-morta na situação de referência.

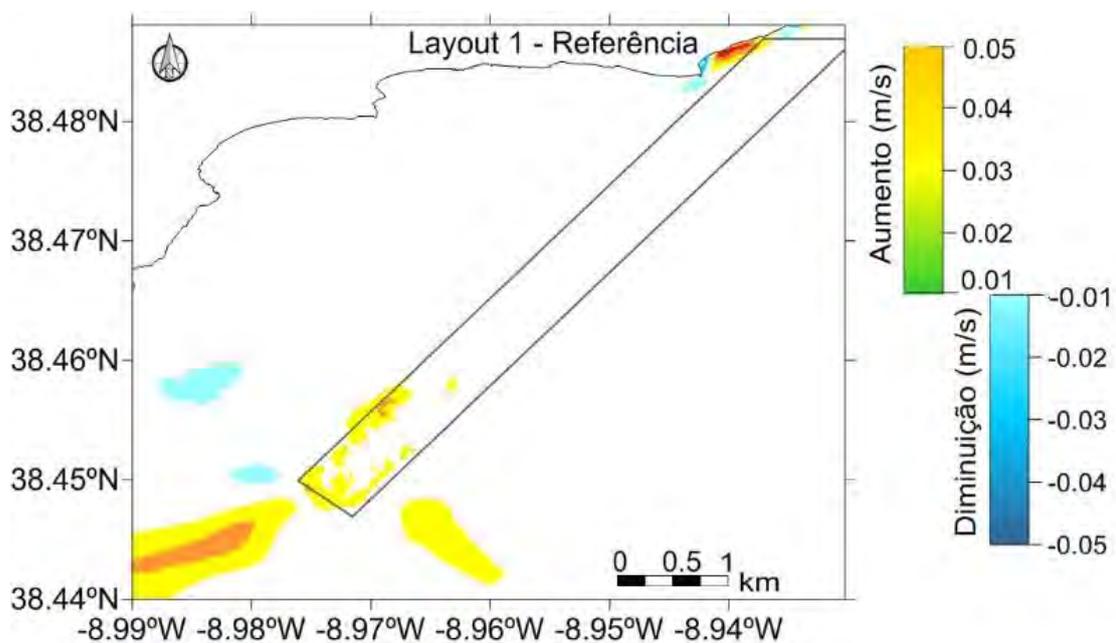


Figura 18. Diferenças no módulo da velocidade residual entre o Layout 1 e a referência.

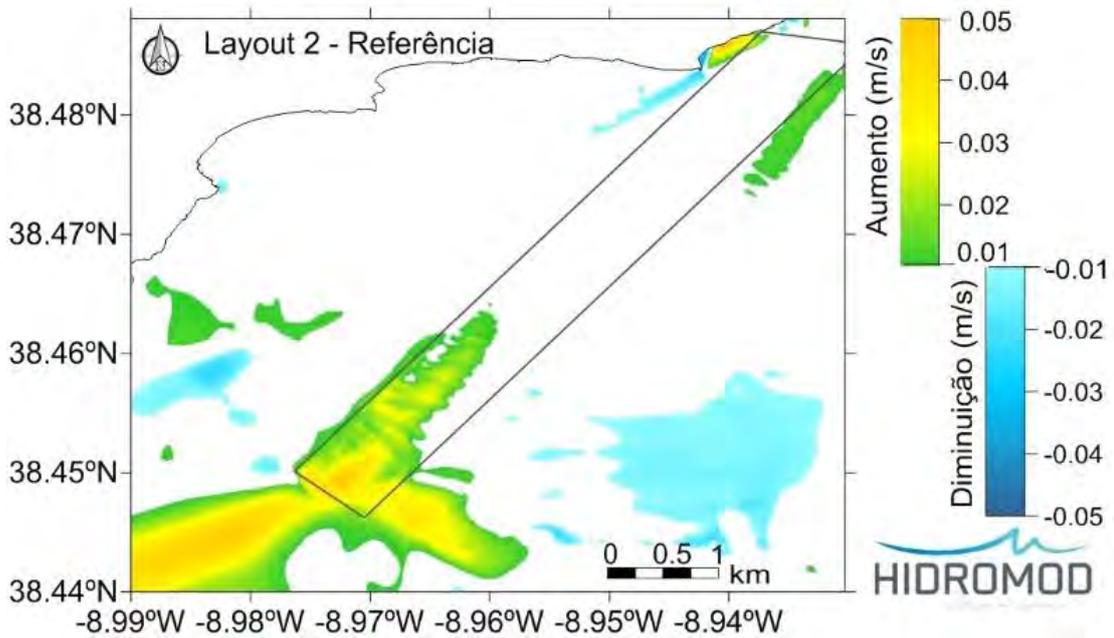


Figura 19. Diferenças no módulo da velocidade residual entre o Layout 2 e a referência.

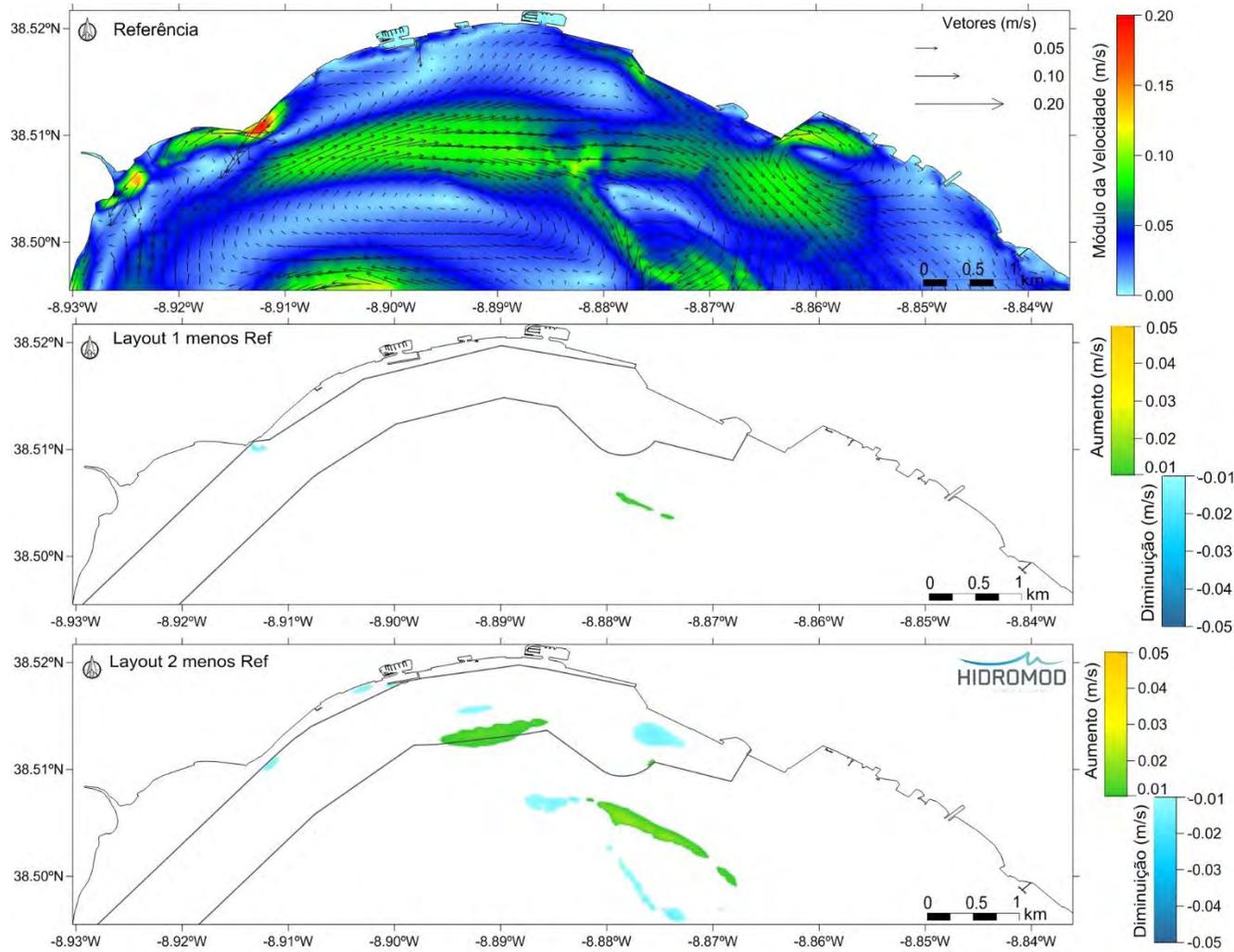


Figura 20. Campos de velocidade residual no Canal Norte num ciclo de maré de maré viva-morta e diferenças do para o Layout 1 (centro) e para o Layout 2 (inferior).

4.1.3 Prismas de maré

A análise dos prismas de maré permite inferir sobre a relevância que eventuais alterações nos fluxos de maré associadas às alterações do canal de navegação possam ter sobre a distribuição de salinidade no estuário.

De acordo com os resultados das simulações efetuadas o prisma de maré obtido na secção de Troia para a situação atual é de aproximadamente de $1.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ em maré morta e de $4.9 \times 10^8 \text{ m}^3$ em maré viva. Estes valores são concordantes com os descritos na literatura por Vicente *et al.* (1989) que relata prismas médios da ordem de $2,1 \times 10^8 \text{ m}^3$.

As simulações efetuadas tendo em consideração as soluções propostas (Layout 1 e Layout 2) permitem verificar que o respetivo impacte no prisma de maré é de muito baixa magnitude traduzindo-se em diferenças máximas inferiores a 1% (cf. Quadro 3).

Quadro 3. Diferenças em percentagem nos prismas de maré entre as soluções de projeto e a referência em enchente/vazante de marés vivas e marés mortas.

Diferenças em % no Prisma de maré: (Solução - Referência)/Referência				
Soluções	Marés Mortas		Marés Vivas	
	Enchente	Vazante	Enchente	Vazante
Layout 1	0.20	0.29	0.48	0.67
Layout 2	0.33	0.41	0.72	0.85

Uma análise mais detalhada da evolução dos caudais de enchente e vazante na secção de Troia (cf. Figura 21 e Figura 22) permite verificar que em maré viva, os caudais máximos de enchente e vazante correspondem respetivamente a valores da ordem de 23.000 e 30.000 m^3s^{-1} estando entre o intervalo de valores publicados por Vicente *et al.* (1989).

Mais uma vez se verifica que não se observam impactes relevantes de qualquer das soluções propostas (Layout 1 e Layout 2) nos caudais de enchente/vazante ao longo de um ciclo maré viva-morta sendo as diferenças percentuais inferiores a 0.2%.

Em função destes valores, e não se esperando alterações relevantes nos volumes de água salgada que entram no estuário será seguro afirmar que serão de muito pouco significativos quaisquer eventuais impactes na distribuição de salinidade no estuário.

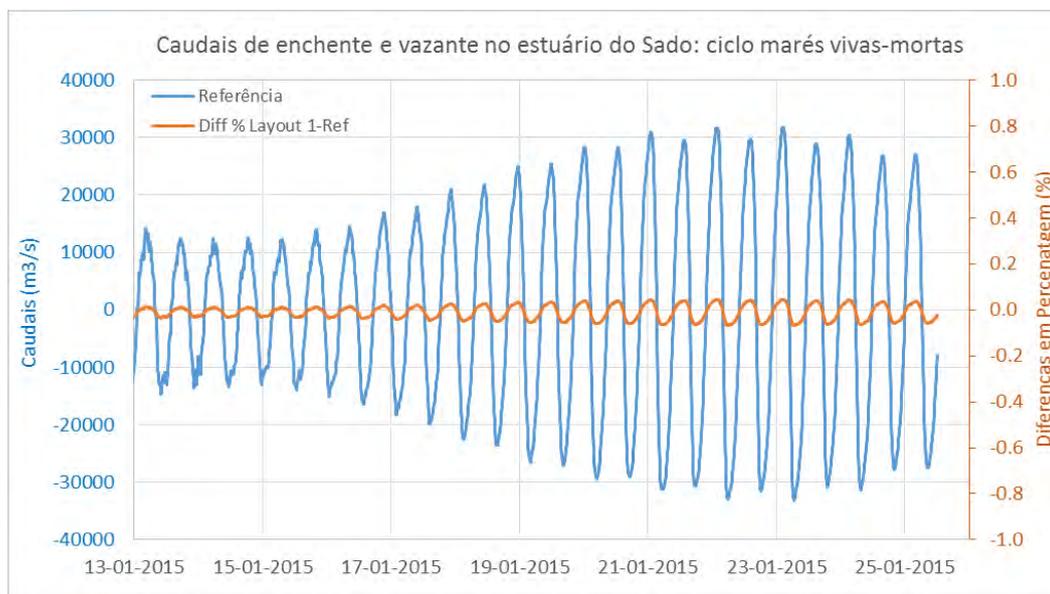


Figura 21. Caudais de enchente e vazante na secção de Troia em um ciclo de marés vivas-mortas para a referência e diferenças em percentagem entre o Layout 1 e a referência (linha laranja).

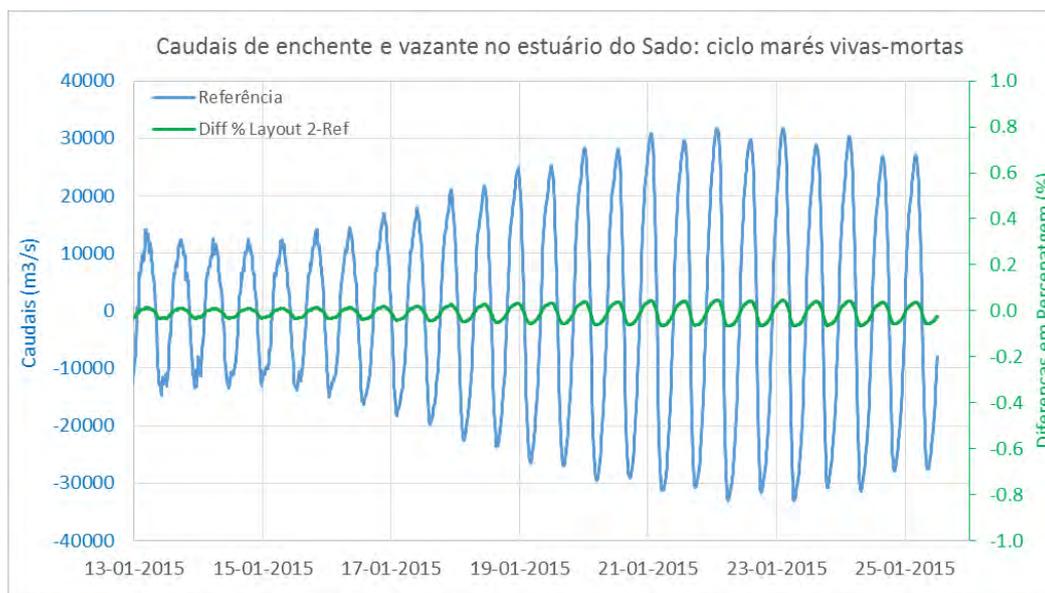


Figura 22. Caudais de enchente e vazante na secção de Troia em um ciclo de marés vivas-mortas para a referência e diferenças em percentagem entre o Layout 2 e a referência (linha verde).

4.1.4 Situações extremas

As análises anteriores foram efetuadas considerando situações de ocorrência de agitação proveniente de rumos rodados de oeste para norte. Nestas condições, independentemente das características das ondas ao largo, na zona do canal de acesso as ondas tendem a apresentar alturas reduzidas em virtude da rotação que sofrem em torno do Cabo Espichel. Sendo estas as direções mais frequentes também deverão ser estas as condições que condicionam a evolução batimétrica de médio longo prazo.

Em qualquer dos casos importa perceber as eventuais consequências ao nível dos padrões de circulação que ondas mais rodadas a sul (que consequentemente não sofrem a rotação atrás referida).

Nestes casos, por ação das ondas, verifica-se uma intensificação das correntes residuais ao longo da Península de Troia e na zona mais oeste do Cambalhão (cf. Figura 23). Este incremento das correntes sobre o Cambalhão tenderá de alguma forma a exercer uma "ação de bloqueio" sobre as correntes de vazante provocando por seu lado uma redução das correntes residuais na zona mais próxima do canal.

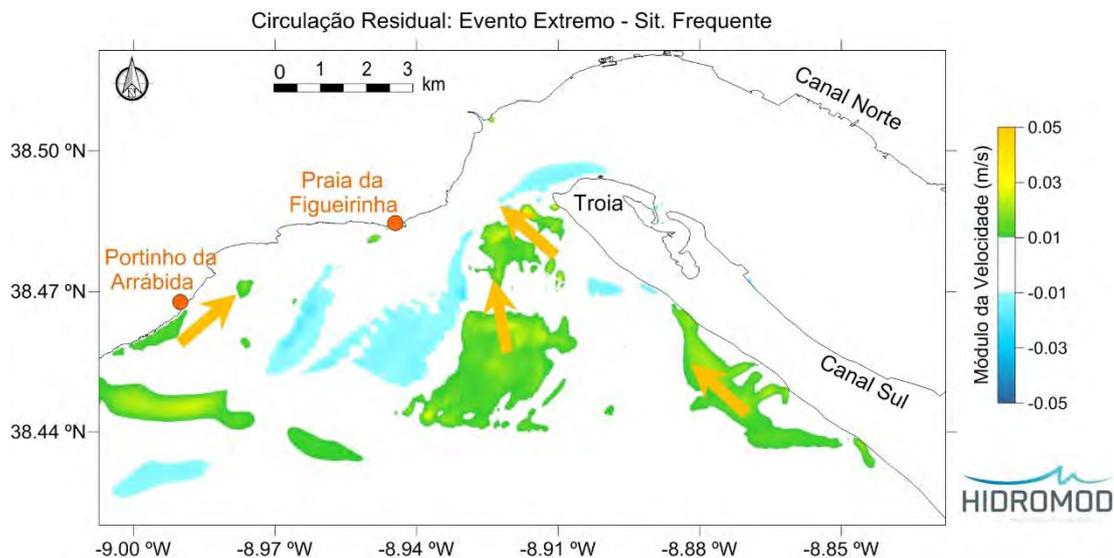


Figura 23. Detalhe das diferenças nos campos de velocidade residual entre a ocorrência dum evento extremo e a ocorrência de situações mais frequentes

Esta dinâmica adicional introduzida pela ação das ondas em especial sobre o Cambalhão e a Península de Troia deverá refletir-se numa dinâmica sedimentar mais intensa que poderá ser responsável por um movimento excecional de areias em zonas onde, em condições normais, essa dinâmica é mais reduzida. Estes eventos também poderão (deverão) ter impactes ao nível dos sedimentos que afluem ao canal de navegação embora, por se tratarem de eventos excepcionais, não seja expectável que possam condicionar de forma relevante os processos de médio longo prazo.

4.2 Análise dos impactes no transporte

A necessidade de manutenção dos canais de navegação à custa de dragagens periódicas põe problemas de gestão deste esforço em termos técnico-económicos. Por esta razão qualquer processo de tomada de decisão quer sobre a melhor estratégia de dragagem quer sobre eventuais alterações da geometria dos canais apresenta-se normalmente complexo. A forma de minorar o risco associado ao processo de decisão tem de passar por um conhecimento o mais detalhado possível da dinâmica local que permita prever a resposta do sistema às intervenções que se pretendem efetuar.

Os modelos constituem uma ferramenta de apoio imprescindível neste processo permitindo avaliar a resposta do sistema tanto ao nível da hidrodinâmica como dos processos de transporte. O grau de fiabilidade dos respetivos resultados depende dos processos simulados e dos dados disponíveis para a validação. Estes dados deverão contemplar, no mínimo, um conhecimento detalhado da distribuição granulométrica tanto em planta como em perfil e a existência de medidas de capacidade de transporte que permitam calibrar as fórmulas de transporte utilizadas.

No que respeita à disponibilidade deste tipo de medidas no estuário do Sado verifica-se a existência de um número razoável de amostras de fundo ao longo dos canais de navegação (barra, norte e sul), mas fora destes canais não se dispõe de uma informação consistente (*cf. Figura 24*). Além disso, no canal norte, verifica-se alguma variabilidade entre amostragens realizadas em alturas diferentes (*cf. Figura 25*).

Ainda assim, sendo esta a melhor informação disponível, a fim de estabelecer uma matriz de distribuição de sedimentos de fundo que cubra todo o estuário estas amostras foram utilizadas para validar um procedimento capaz de estimar da forma mais aproximada possível a granulometria dos sedimentos a esperar em cada ponto.

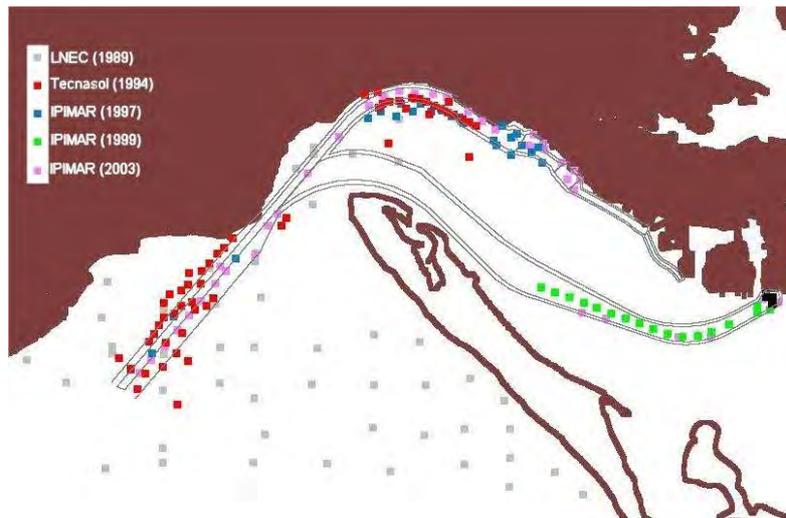


Figura 24: Amostras de sedimentos de fundo no estuário do Sado.

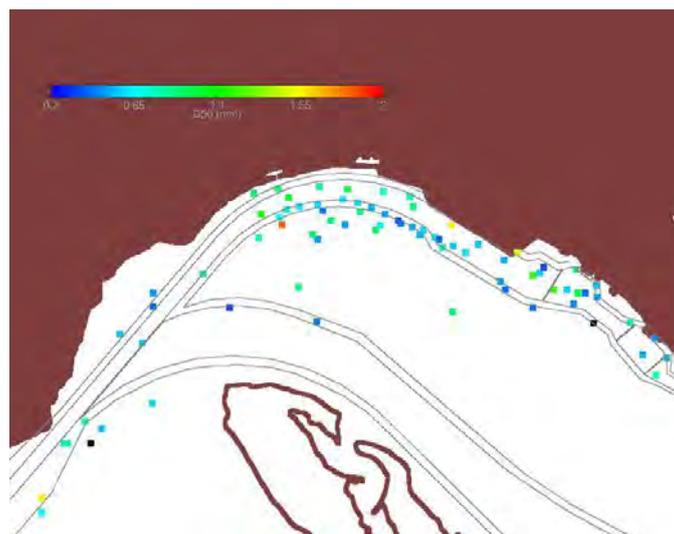


Figura 25: Diâmetros característicos dos sedimentos no Canal Norte.

Este procedimento consiste em tentar conseguir uma relação entre as condições hidrodinâmicas locais e os diâmetros significativos das areias. Os dados disponíveis sobre as características granulométricas dos sedimentos são então utilizados para validar o procedimento adoptado. No presente caso a relação utilizada foi a seguinte:

$$D_{50} = \text{Tensão de Corte} * \text{Profundidade}/10.$$

No que respeita à caracterização da capacidade de transporte, não se conhece a existência de medidas desta natureza no estuário. Por essa razão não é possível

calibrar as fórmulas de transporte devendo os resultados do modelo ser olhados essencialmente do ponto de vista qualitativo.

Uma forma de tentar suprir esta lacuna é fazer uso da informação disponível sobre os volumes de dragagens efetuados ao longo dos últimos anos e dos levantamentos que têm vindo a ser efetuados. Estes dados, não representando a solução ótima representam a solução possível para, pelo menos, ter algumas pistas sobre os volumes movimentados e sobre as zonas mais sensíveis em termos de transporte.

4.2.1 Volumes dragados

A análise dos volumes dragados ao longo dos últimos anos permite ter uma perspetiva da ordem de grandeza das potenciais taxas de sedimentação em cada um dos canais. No Quadro 4 e Figura 26 e Figura 27 é apresentado um resumo dos volumes dragados nos canais da barra e norte (até ao terminal *rol-on/rol-off*). Estes valores mostram que o canal da barra tem exigido um volume de dragagem mais ou menos contínuo que tem oscilado em torno de valores da ordem dos 50.000 m³. O canal norte, para além de algumas intervenções pontuais de maior magnitude, tem mostrado uma tendência decrescente de necessidade de manutenção.

Estes valores servirão de referência para validação dos resultados das simulações que a seguir se apresentam.

Quadro 4: Volumes dragados entre 2006 e 2012.

	Ano						
	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Canal Barra	31386	95168	43000	40000	35600	72649	58890
Canal Norte (até ao RoRo)	123761	46700	44300	5900	8400	59046	18807
Canal Sul	45255	3000	9900	1200	100	159	0
Bacias	55875	79400	60500	34850	8500	10888	7270
Total	258283	226275	159708	83959	54610	144753	86979

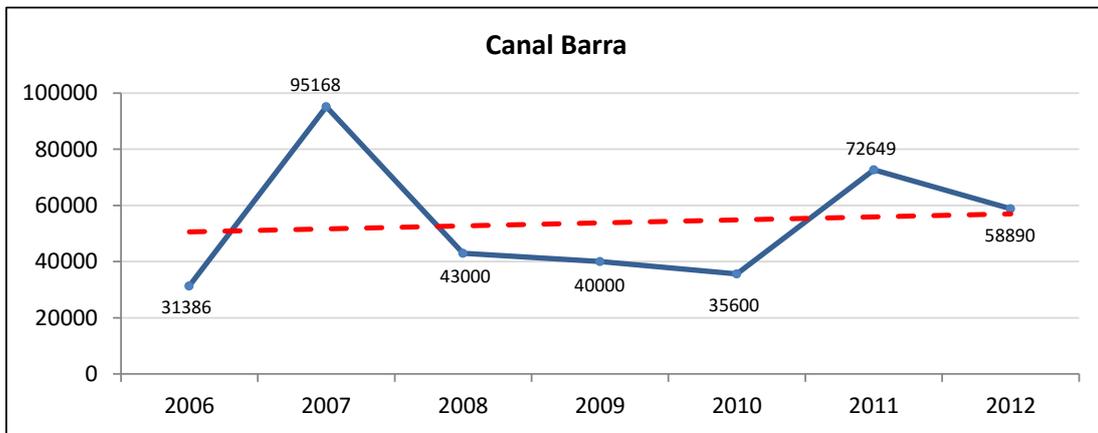


Figura 26: volumes dragados no canal da barra entre 2006 e 2012.

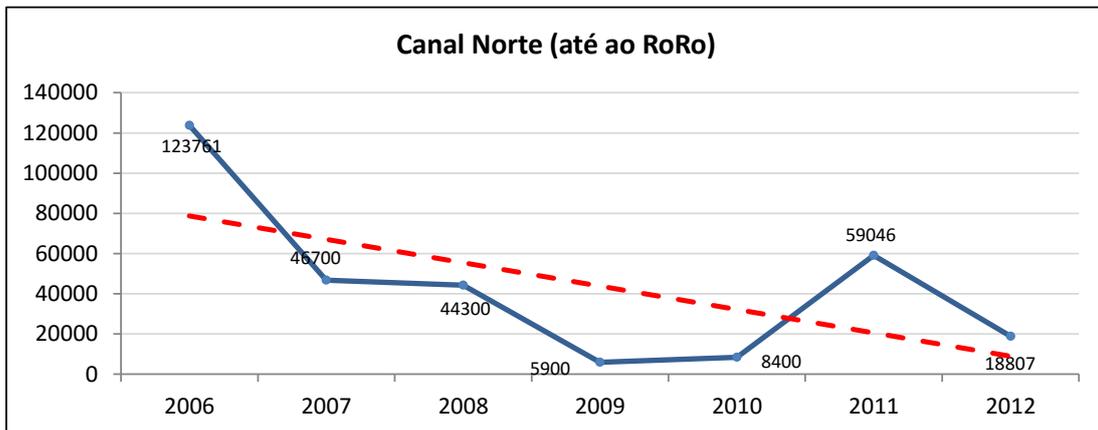


Figura 27: volumes dragados no canal norte (até ao RoRo) entre 2006 e 2012.

No entanto, para além desta análise dos volumes integrais de dragagem, será necessário também ter em consideração que o canal da barra apresenta como característica relevante a formação de dunas de grandes dimensões que condicionam os respetivos programas de manutenção.

Atualmente verifica-se que as cavas destas dunas se mantêm quase sempre abaixo da cota de projeto de -12m (zh) mas as cristas tendem a subir a valores entre os -10 m (zh) e os -11 m (zh). Por esta razão a frequência das dragagens deste canal acaba por ser condicionada pela necessidade de retirar as respetivas cristas. Este tipo de observação pode ser confirmada através da análise dos perfis apresentados na Figura 28.

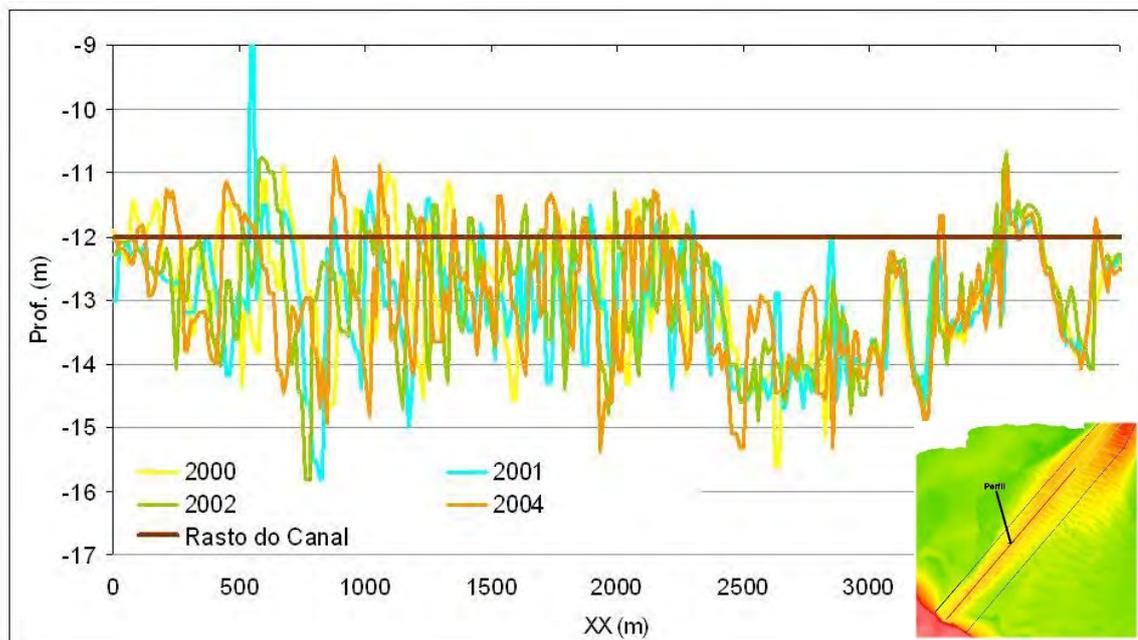


Figura 28: Perfil do fundo ao longo do eixo do canal para os levantamentos de 2000, 2001, 2002 e 2004.

O mesmo tipo de comportamento já havia sido referido no trabalho do LNEC (1989) onde é efetuada uma análise semelhante tendo em consideração levantamentos efetuados entre 1969 e 1986. Um dos aspetos que merece alguma reflexão, quando se comparam estes resultados com os atuais é o facto de, nessa altura, as dunas apresentarem uma amplitude menor do que atualmente, tendendo a aumentar à medida que o canal foi aprofundado.

Antes de 1978 o canal funcionaria acima da cota -10 m (zh) e as dunas eram de pequena dimensão, quase não existindo na parte final do canal (cf. Figura 29). Após as dragagens de 1978 para a cota -12 m (zh) verificou-se então o desenvolvimento de dunas de maiores dimensões (da ordem dos 2 m) que se estendem, como atualmente, mesmo até ao limite do canal (cf. Figura 30).

Este comportamento e a análise das potenciais implicações na previsão das futuras taxas de manutenção associadas ao novo aprofundamento do canal será objeto de discussão mais à frente neste relatório.

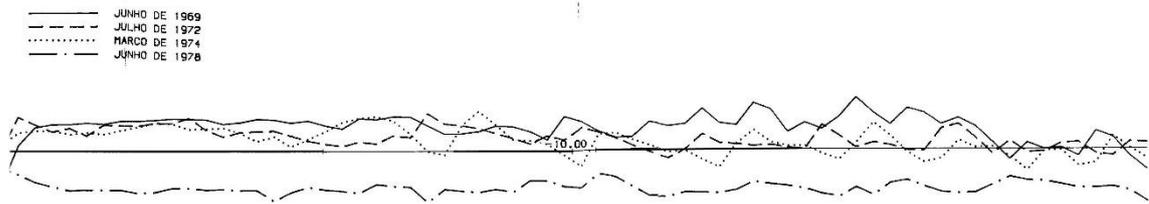


Figura 29: Evolução de um perfil no início do canal da barra entre 1969 e 1978 (fonte LNEC, 1989).

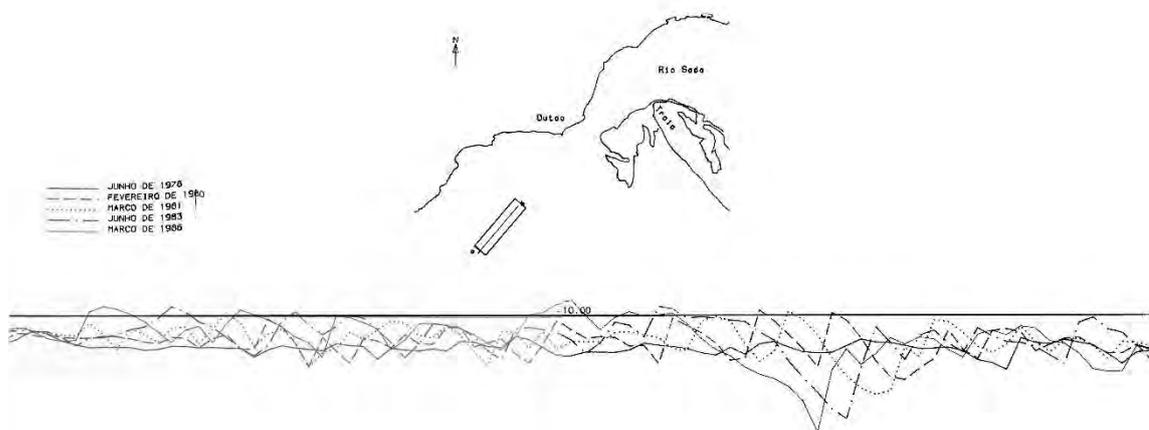


Figura 30: Evolução de um perfil no início do canal da barra entre 1978 e 1986 (fonte LNEC, 1989).

4.2.2 Profundidade de equilíbrio do canal

Um exercício possível para tentar fazer uma primeira avaliação qualitativa da eventual estabilidade do canal é a determinação da respetiva profundidade de equilíbrio. Existem diferentes propostas de diferentes autores para a determinação deste valor tendo-se neste caso optado pela formulação de O'Brien (1969), que propôs uma relação entre a área da secção e o Prisma de maré do tipo:

$$Ac = \frac{\pi Pr}{T U_m}$$

Sendo:

Ac = secção mínima da barra em condições de equilíbrio

Pr = Prisma de maré

T = Período da onda de maré

U_m = Velocidade máxima na barra

Se bem que o canal da barra não tenha exatamente as características mais adequadas a este tipo de análise, que apresenta maior sucesso em canais mais bem confinados, considera-se ainda assim o resultado desta análise como um exercício interessante quando olhado em conjugação com os resultados da modelação que em seguida se apresentam. Para efeitos da aplicação da fórmula de O'Brien foi definida uma secção a meio do Canal da Barra conforme exemplificado na Figura 31. A largura da secção onde foram obtidos os prismas de maré corresponde a cerca de 600 metros e para a velocidade máxima foi considerado o valor de 1.0 m/s obtido com base no percentil 90 da intensidade da corrente.

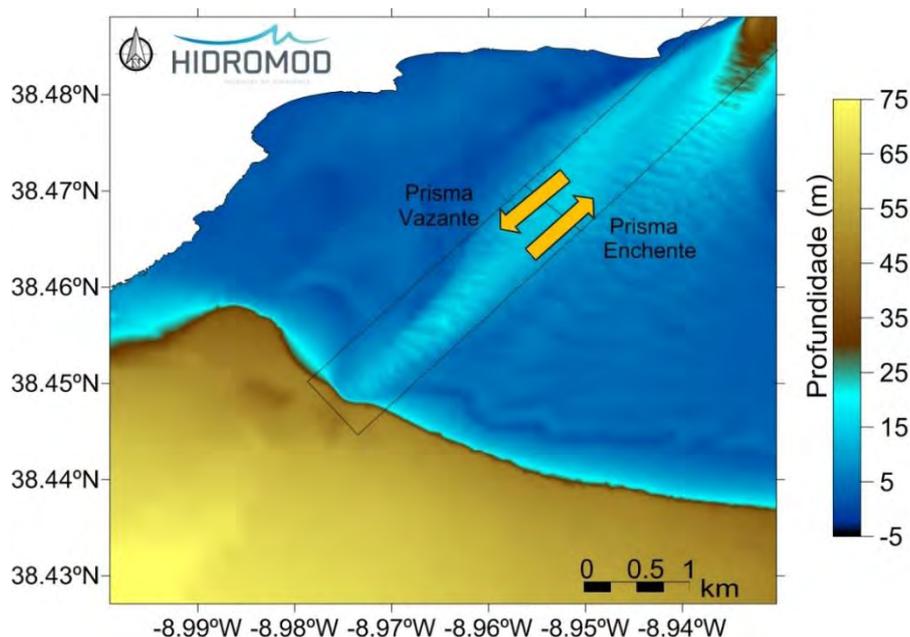


Figura 31. Secção escolhida ao longo do canal da Barra para cálculo do prisma de maré em enchente e vazante.

A profundidade de equilíbrio obtida com a aplicação da metodologia descrita previamente é apresentada no Quadro 5. Os resultados obtidos mostram que, nas

condições assumidas para o cálculo, a profundidade de equilíbrio prevista para o Canal da Barra oscila entre 16 e 17 metros.

Quadro 5. Profundidade de equilíbrio prevista para o canal da barra.

Situação	Prisma de maré (m ³)	Área da Secção (m ²)	h (m)
Enchente	1.7E+08	9702	16
Vazante	1.8E+08	10023	17

4.2.3 Análise dos padrões de transporte

Os resultados apresentados nesta secção têm como objetivo mostrar as tendências de sedimentação e erosão. Estes resultados têm um carácter qualitativo, sendo posteriormente efetuada uma análise mais detalhada, nomeadamente através da análise de valores integrais, nas secções seguintes.

No caso do canal da barra a evolução das zonas de erosão/deposição na situação de referência obtidas através das simulações apresenta os padrões resumidos na Figura 32. Os resultados obtidos para o Layout 1 e Layout 2 são apresentados na Figura 33 e Figura 34, respetivamente.

Esta análise põe em evidência a progressão das dunas ao longo do canal de navegação. Estas tendências estão de acordo com uma análise similar baseada na comparação de levantamentos sucessivos (cf. Figura 35 e Figura 36).

Um dos resultados relevantes das simulações é o de apontar no sentido de, em termos gerais, as soluções de intervenção propostas não alterarem significativamente estas tendências ou seja não observam nos resultados dos modelos diferenças significativas nos padrões de transporte.

No que respeita ao canal norte resultados da modelação apontam uma baixa dinâmica sedimentar que só assume alguma relevância na extremidade inferior do canal e junto da bacia de rotação (cf. Figura 37). Estas zonas correspondem a áreas muito localizadas do canal concluindo-se que, no geral, este se encontra em equilíbrio em

termos de balanço sedimentar. A análise das intervenções de dragagem propostas mostra que não se introduzem alterações significativas na dinâmica sedimentar.

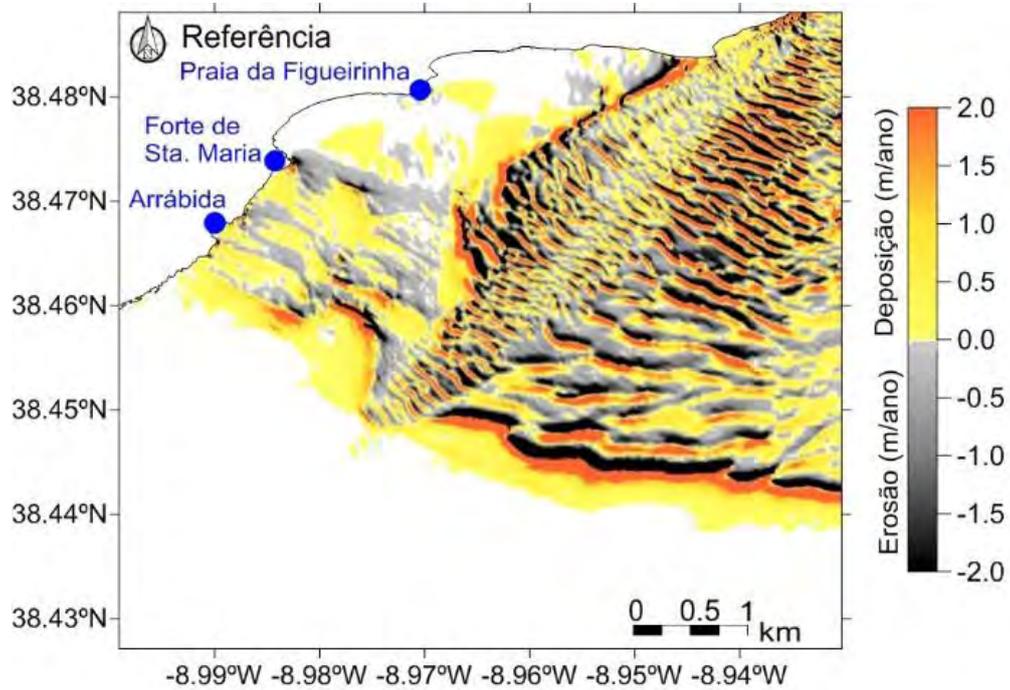


Figura 32. Tendências de erosão/deposição no Canal da Barra na situação de referência.

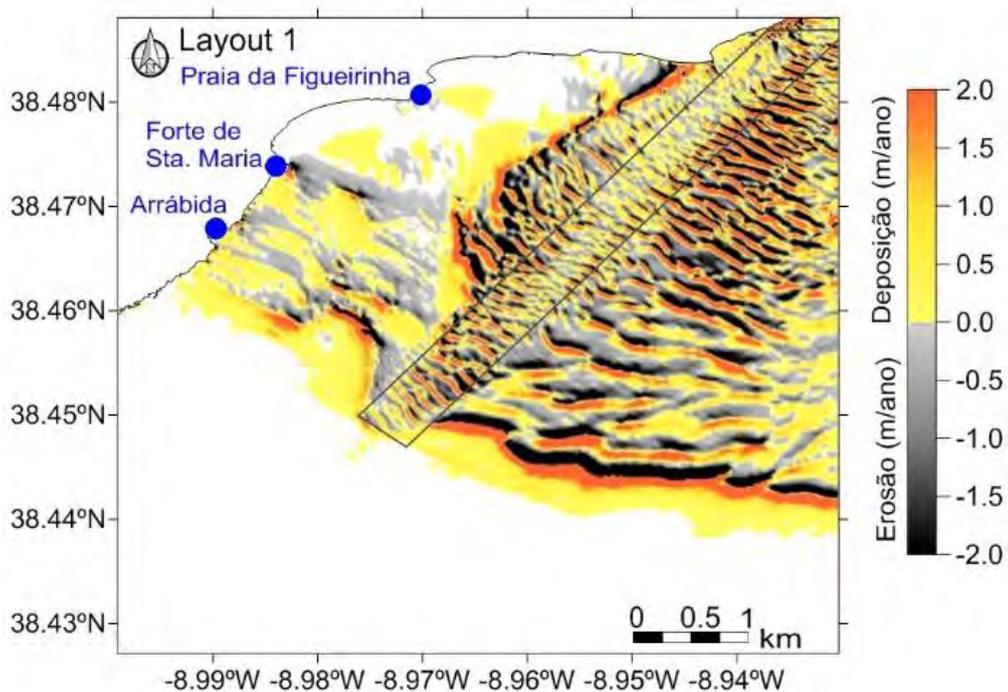


Figura 33. Tendências de erosão/deposição no canal da barra no Layout 1.

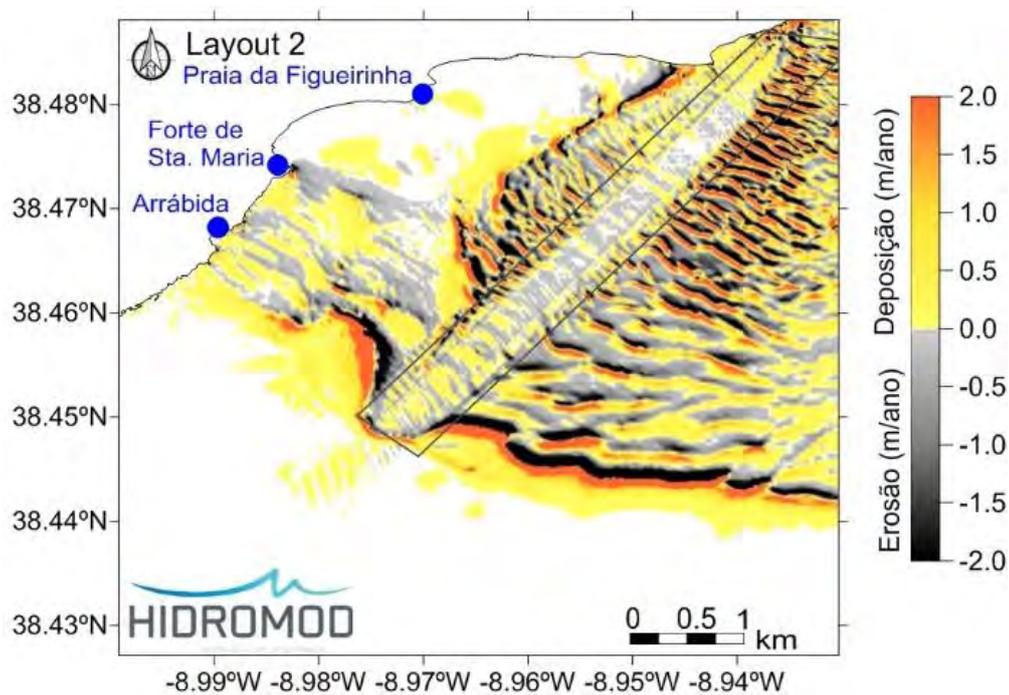


Figura 34. Tendências de erosão/deposição no canal da barra no Layout 2.

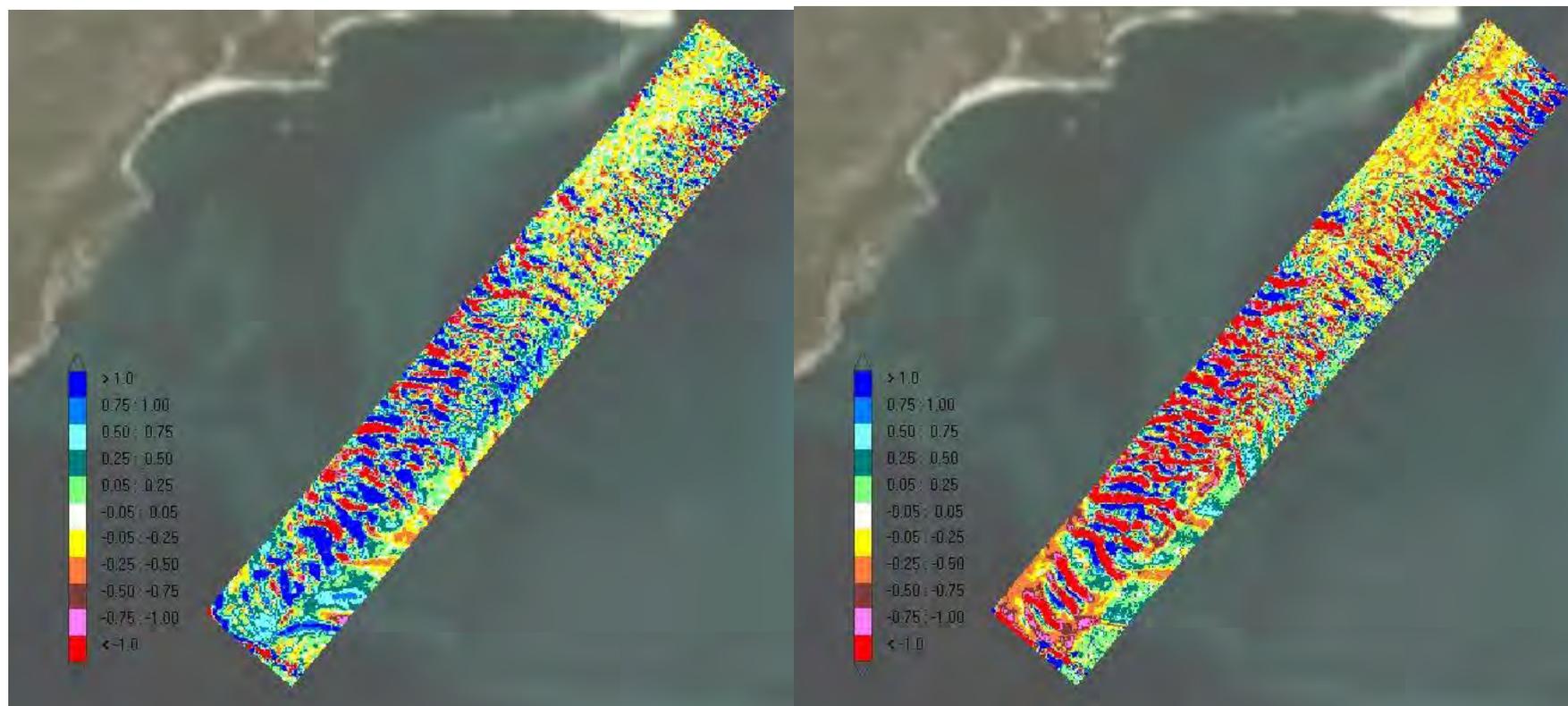


Figura 35: Zonas de erosão deposição calculadas entre os levantamentos de 2001 e 2000 (esquerda) e 2002 e 2001 (direita).

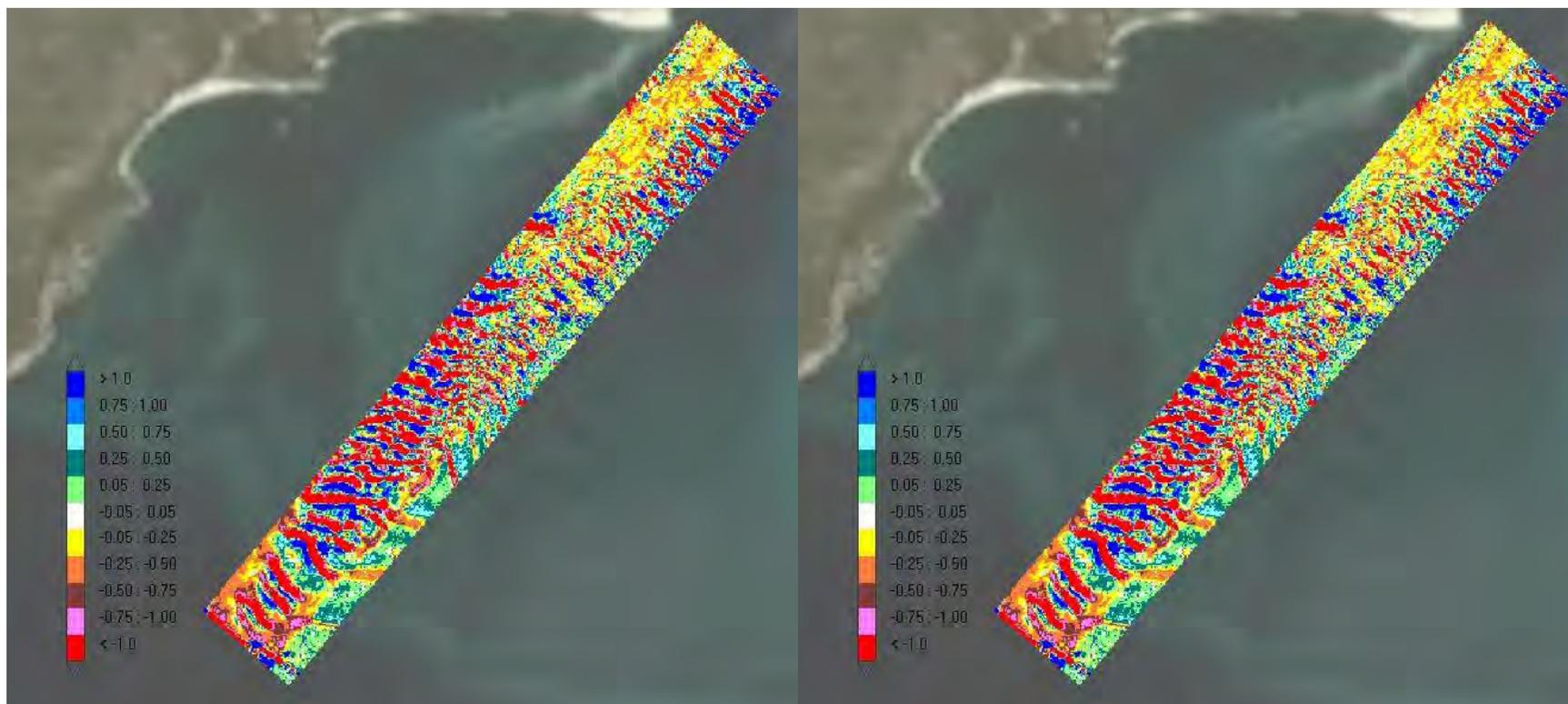


Figura 36: Zonas de erosão deposição calculadas entre os levantamentos de 2003 e 2002 (esquerda) e 2004 e 2003 (direita).

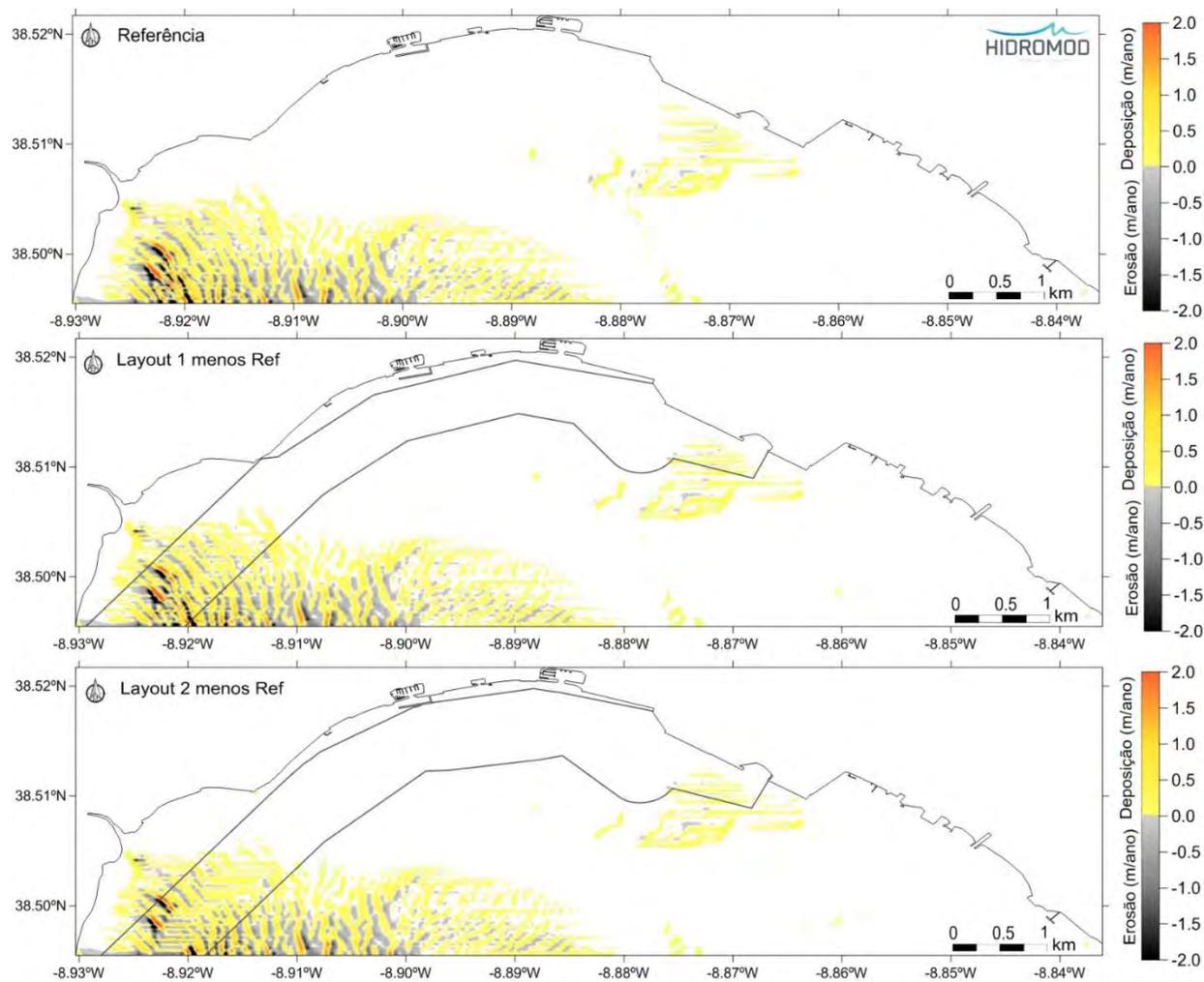


Figura 37. Tendências de erosão/deposição no canal norte. Situação de referência (superior), Layout 1 (centro) e Layout 2 (inferior).

4.2.4 Fluxos de sedimentos

A integração dos fluxos de sedimentos em diferentes caixas ao longo do canal de navegação permite ter uma visão mais objetiva da forma como se faz o transporte. No Capítulo 2 foi proposto um modelo conceptual que aqui se pretende demonstrar. Na Figura 38 é apresentado um resumo dos fluxos anuais de sedimentos calculados para a situação de referência podendo observar-se um transporte sedimentar no sentido montante-jusante ao longo do canal da barra acompanhando de um espalhamento lateral em forma de leque. Uma vez chegadas ao limite do banco as areias tendem a ser repostas no sistema pela ação das correntes e das ondas. Na Figura 40 é apresentado o mesmo resultado mas pondo mais em evidência os padrões de transporte sobre os bancos oeste e este. Esta interpretação parece ser igualmente compatível com funcionamento do modelo conceptual proposto em LNEC (1989), (*cf. Figura 4*).

Os resultados permitem também evidenciar de forma mais quantitativa alguns aspetos da dinâmica associada ao transporte. No caso do canal da barra podem identificar-se algumas das contribuições mais relevantes para o transporte ao longo do canal:

- uma contribuição significativa de sedimentos na margem esquerda do canal com origem junto da zona do Cambalhão;
- uma contribuição oriunda da Península de Troia;
- uma contribuição oriunda do estuário do Sado;
- uma contribuição menos expressiva de sedimentos da margem direita do canal com origem na zona entre a Arrábida e a Praia da Figueirinha;

Fluxos de sedimentos (milhares de m³/ano) por zonas no Estuário do Sado: Referência

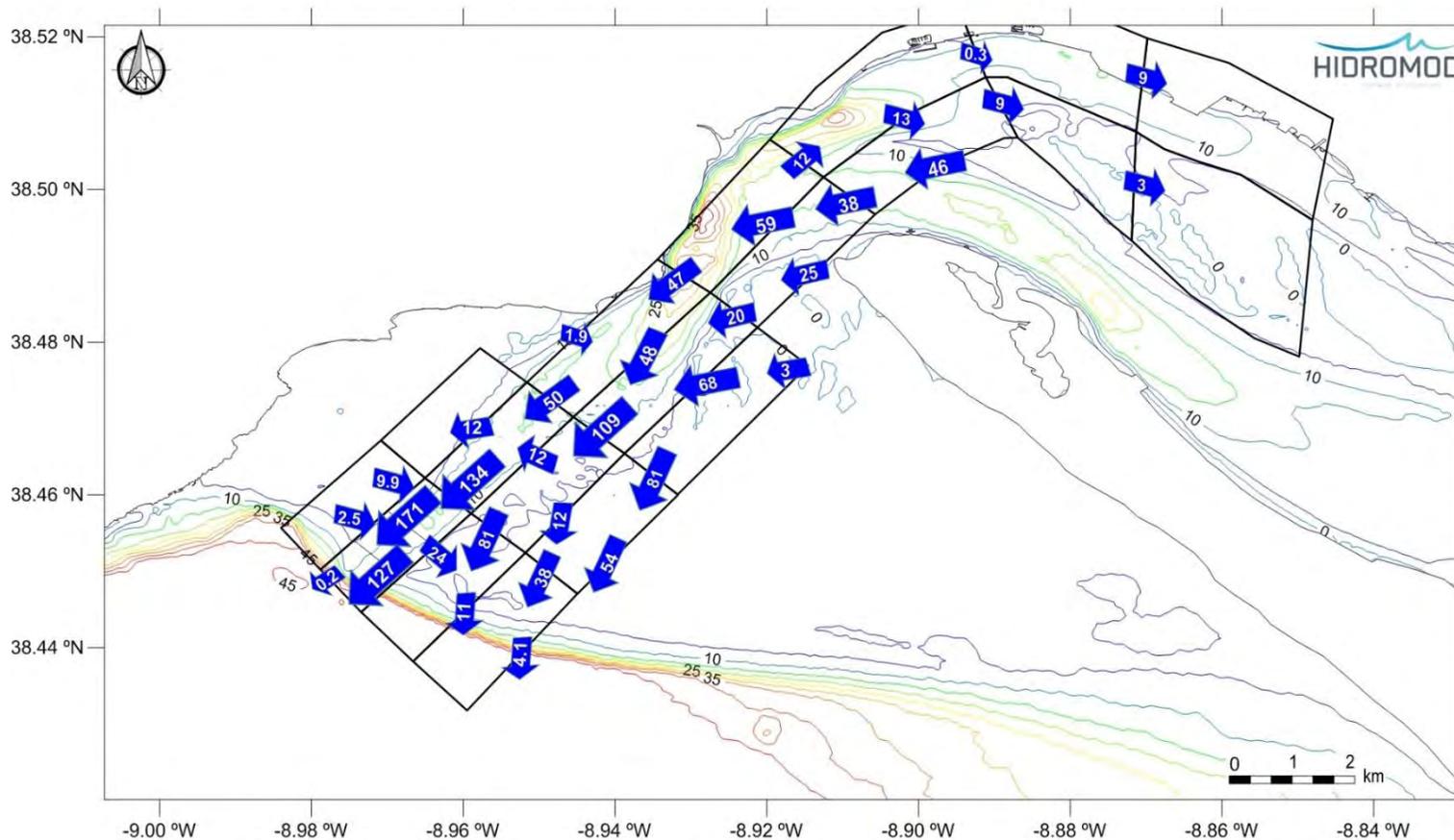


Figura 38. Fluxos de sedimentos (m³/ano) por zonas no estuário do Sado na referência (Cenário 1).

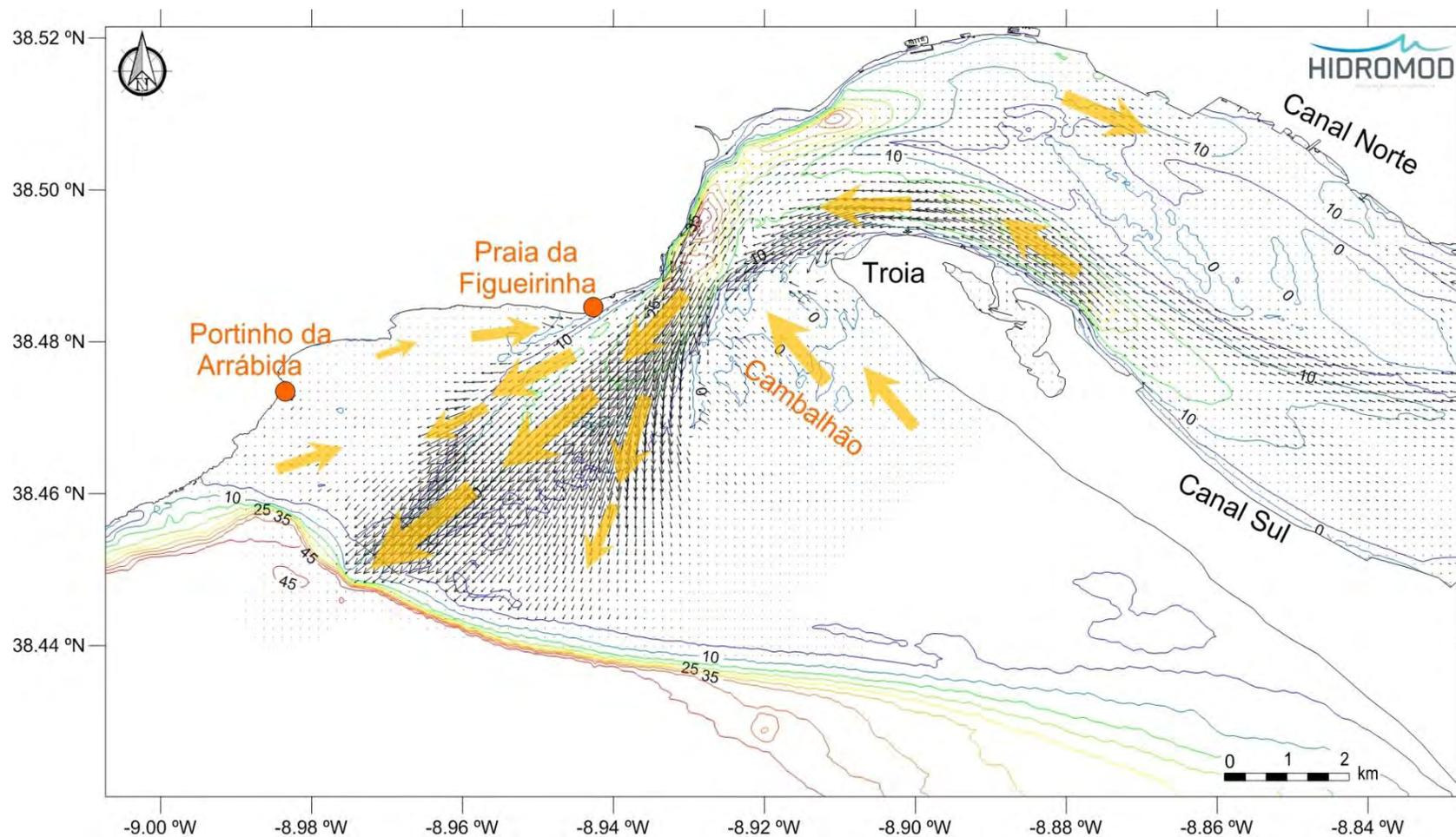


Figura 39. Tendências residuais de transporte de sedimentos na situação de referência.

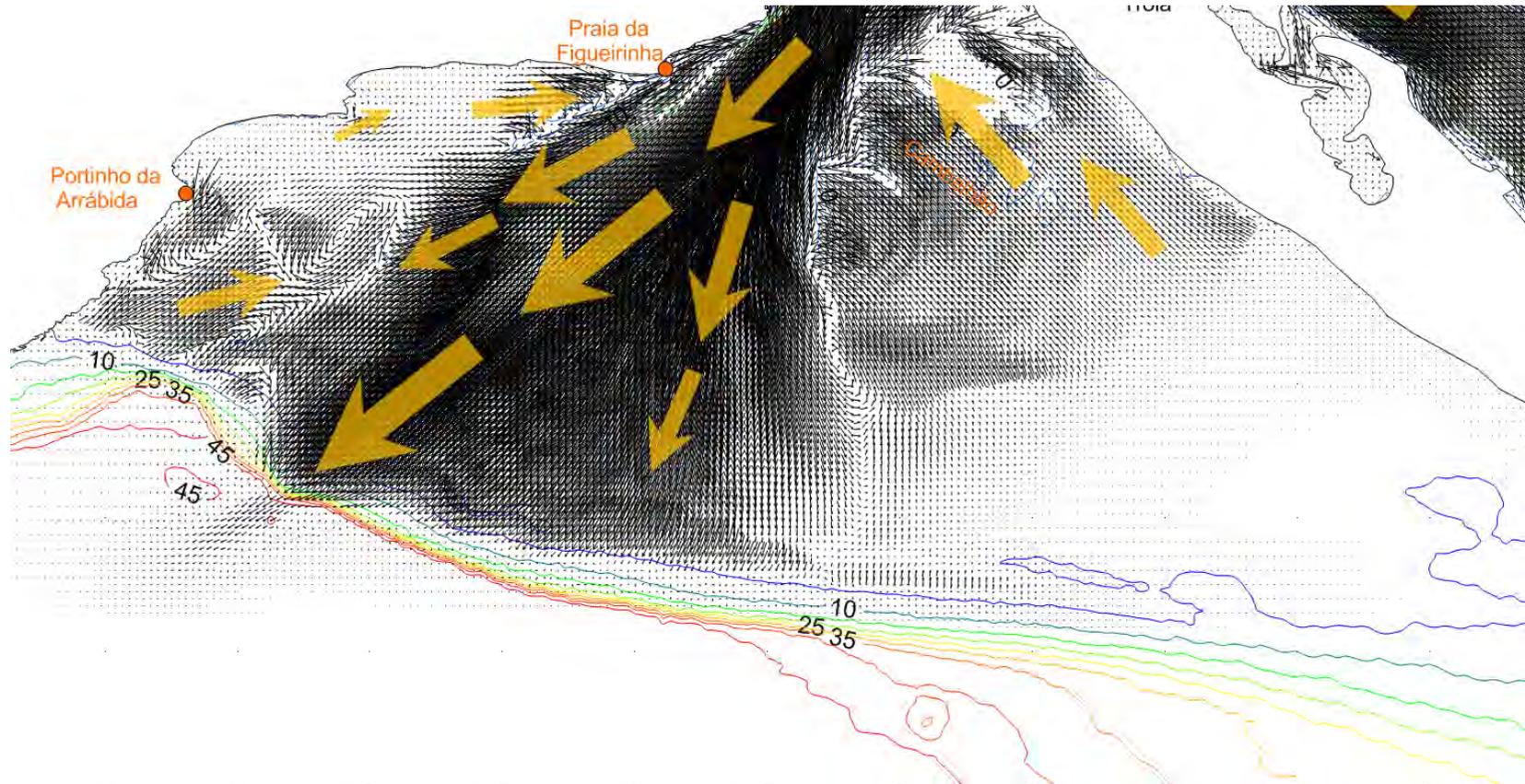


Figura 40. Pormenor das tendências residuais de transporte de sedimentos mostrando de forma mais evidente os padrões de transporte sobre os bancos Este e Oeste.

4.2.5 Volumes de erosão/deposição

Na sequência dos resultados anteriores foi efetuada uma quantificação dos volumes anuais de erosão/deposição simulados para a situação de referência. Esta quantificação foi efetuada tendo por base uma estimativa das variações dos volumes anuais calculados para as caixas de integração resumidas na Figura 9.

Os resultados obtidos na situação de referência mostram que existe uma maior tendência de deposição ao longo do talude na zona mais terminal do canal. Para esta zona as simulações efetuadas apontam para volumes de assoreamento da ordem de 95 mil m³/ano (cf. *Figura 38*). Estes volumes, como se pode confirmar através dos valores apresentados anteriormente e resumidos no Quadro 4, são da mesma ordem de grandeza dos volumes médios dragados no canal da barra entre 2006 e 2012.

No canal norte os volumes de assoreamento calculados são baixos, apresentando uma ordem de grandeza abaixo aos observados no canal da barra. Estes valores também parecem acompanhar a experiência local que confirma a existência de um equilíbrio sedimentar nesta zona.

Os volumes anuais de erosão/deposição obtidos para as soluções de intervenção, Layout 1 e Layout 2, apresentam-se na Figura 42 e Figura 43, respetivamente. Estas soluções mostram que existe uma tendência de diminuição dos volumes depositados na extremidade do canal da barra que poderá ser explicada pelos aumentos quer em termos de velocidade média (cf. *Figura 18 e Figura 19*) e em termos de intensidade máxima das correntes (cf. *Figura 13 e Figura 14*).

No canal norte os volumes obtidos são equivalentes aos obtidos na situação de referência, pelo que se assume que se mantém o equilíbrio sedimentar a que este se encontra sujeito.

Se se olhar para os resultados em termos taxas de assoreamento médias anuais pode concluir-se que o canal norte apresenta na situação de referência taxas de assoreamento médias inferiores a 0,8 cm/ano (cf. *Figura 44*). Estes valores são da

ordem de grandeza dos referidos por Andrade *et al.* (2006), o qual reporta taxas de acumulação médias da ordem de 0.9 cm/ano no estuário interno.

No caso do canal da barra observa-se uma tendência de erosão de montante para jusante acompanhada de uma tendência para acreção na extremidade do canal. As últimas duas caixas de integração apresentam taxas médias de assoreamento respetivamente da ordem 1 cm/ano e 6 cm/ano (cf. *Figura 44*).

As simulações efetuadas para os cenários de intervenção apontam no sentido de se manterem as mesmas tendências com uma pequena redução nas taxas de assoreamento previstas para a zona terminal do canal da barra (cf. *Figura 45 e Figura 46*).

Volume de sedimentos (milhares de m³/ano) por zonas: Referência

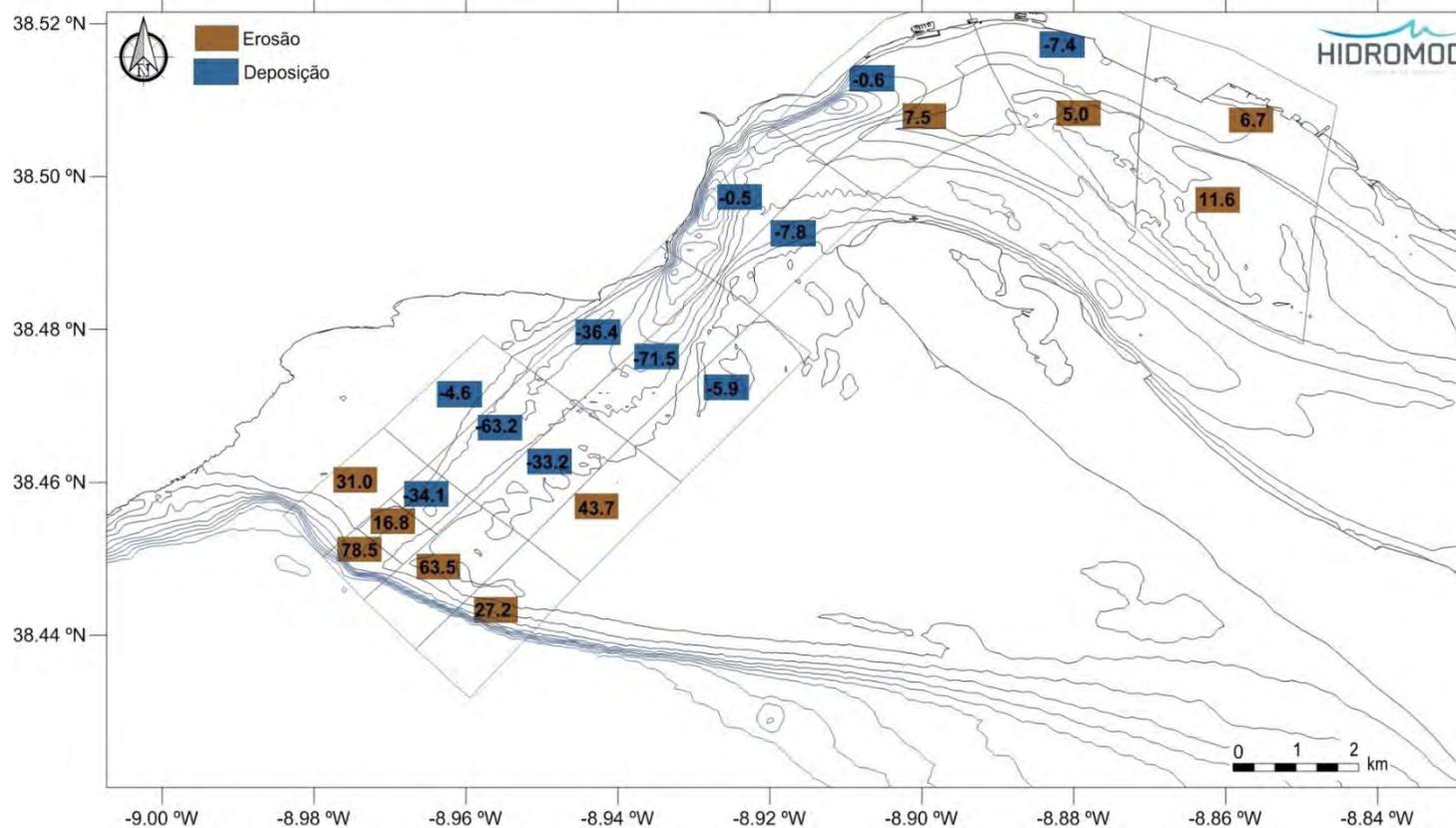


Figura 41: Volume de sedimentos erodido/sedimentado para a situação de referência (milhares de m³/ano). As zonas apresentadas correspondem às caixas de integração apresentadas na Figura 9.

Volume de sedimentos (milhares de m³/ano) por zonas: Layout 1

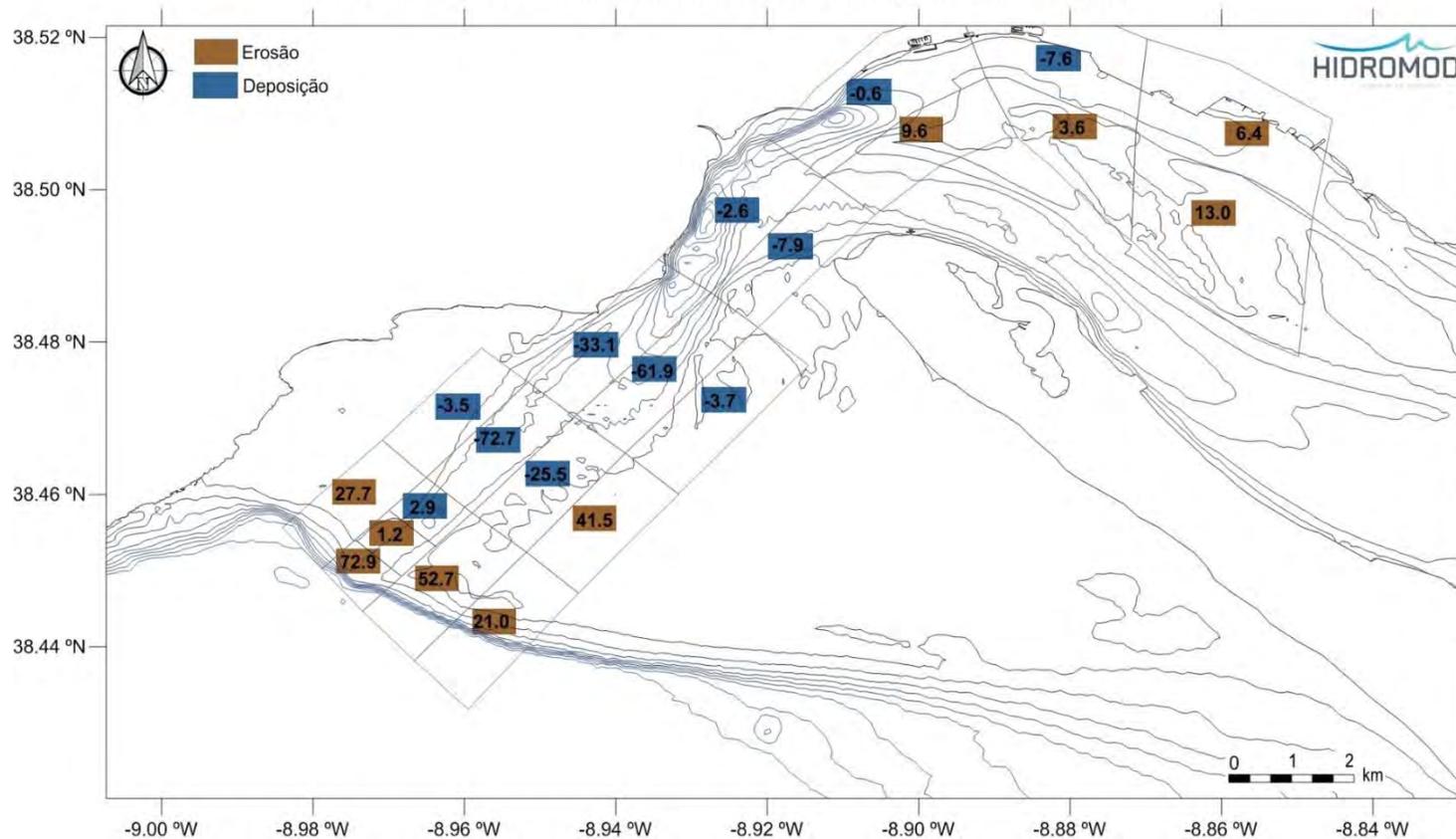


Figura 42: Volume de sedimentos erodido/sedimentado para o Layout 1 (milhares de m³/ano). As zonas apresentadas correspondem às caixas de integração apresentadas na Figura 9.

Volume de sedimentos (milhares de m³/ano) por zonas: Layout 2

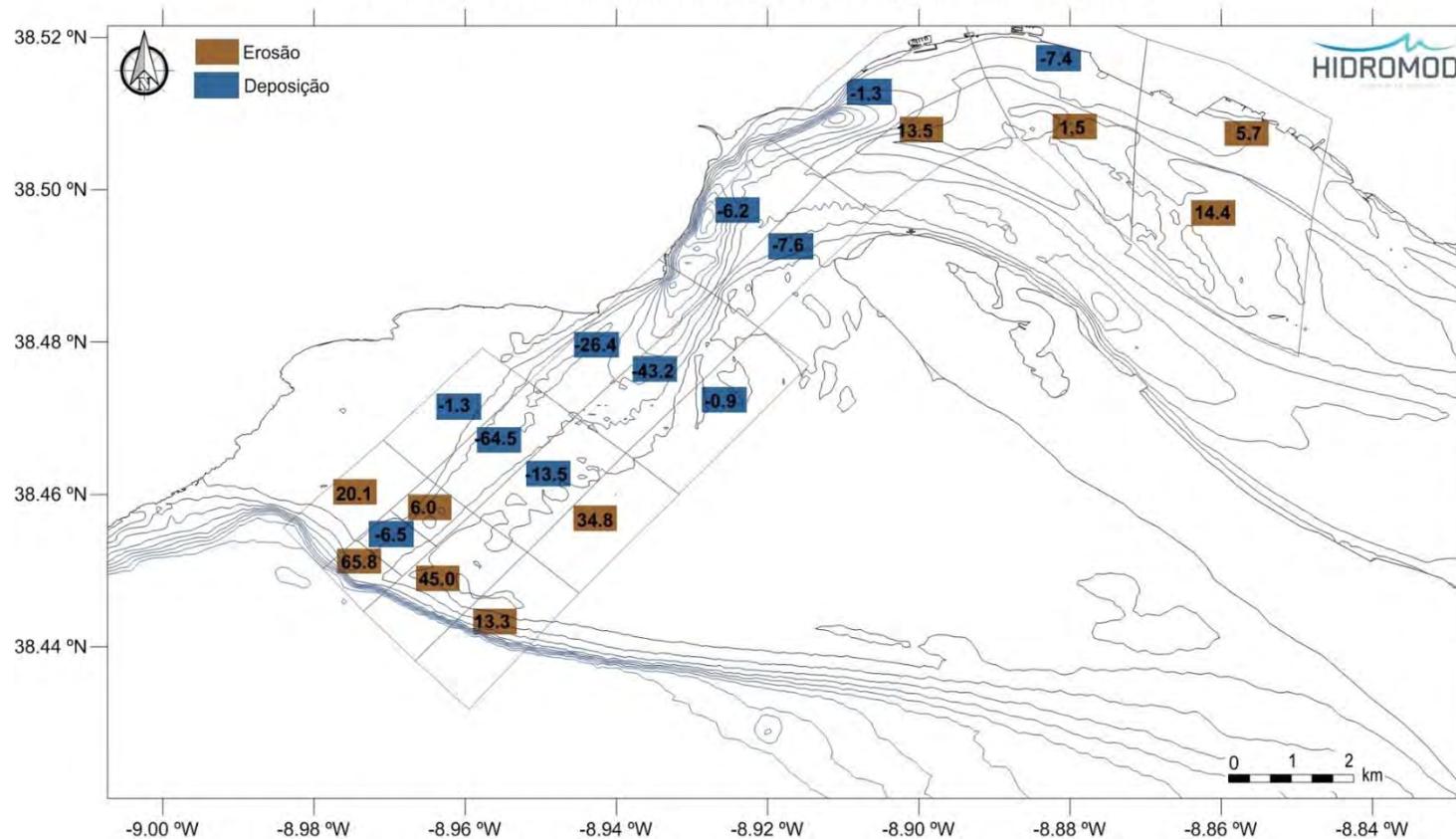


Figura 43: Volume de sedimentos erodido/sedimentado para o Layout 2 (milhares de m³/ano). As zonas apresentadas correspondem às caixas de integração apresentadas na Figura 9.

Taxas médias (cm/ano) de erosão e assoreamento por zonas: Referência

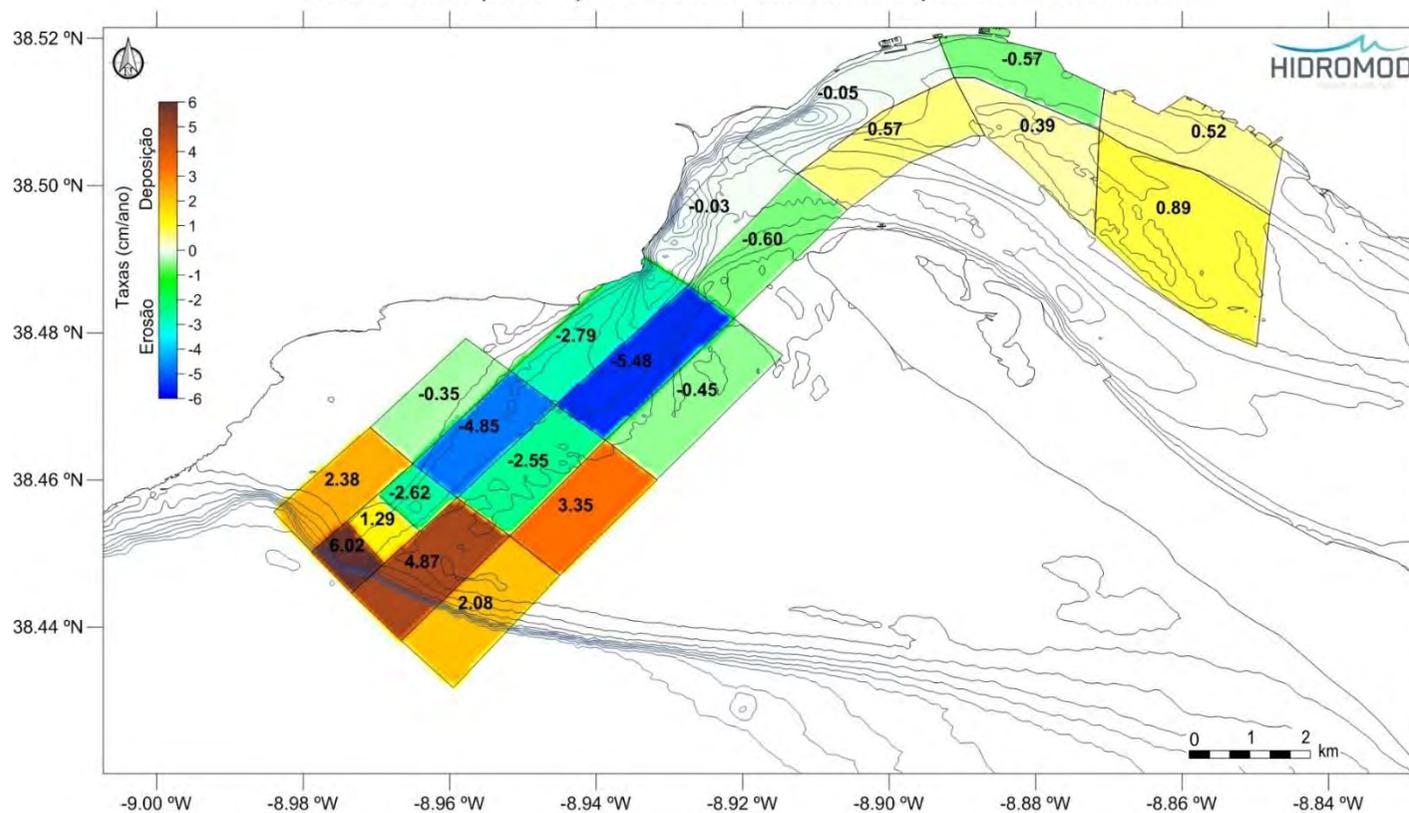


Figura 44: Taxas médias (cm/ano) de erosão/deposição por zonas na referência (Cenário 1). As zonas apresentadas correspondem às caixas de integração apresentadas na Figura 9.

Taxas médias (cm/ano) de erosão e assoreamento por zonas: Layout 1

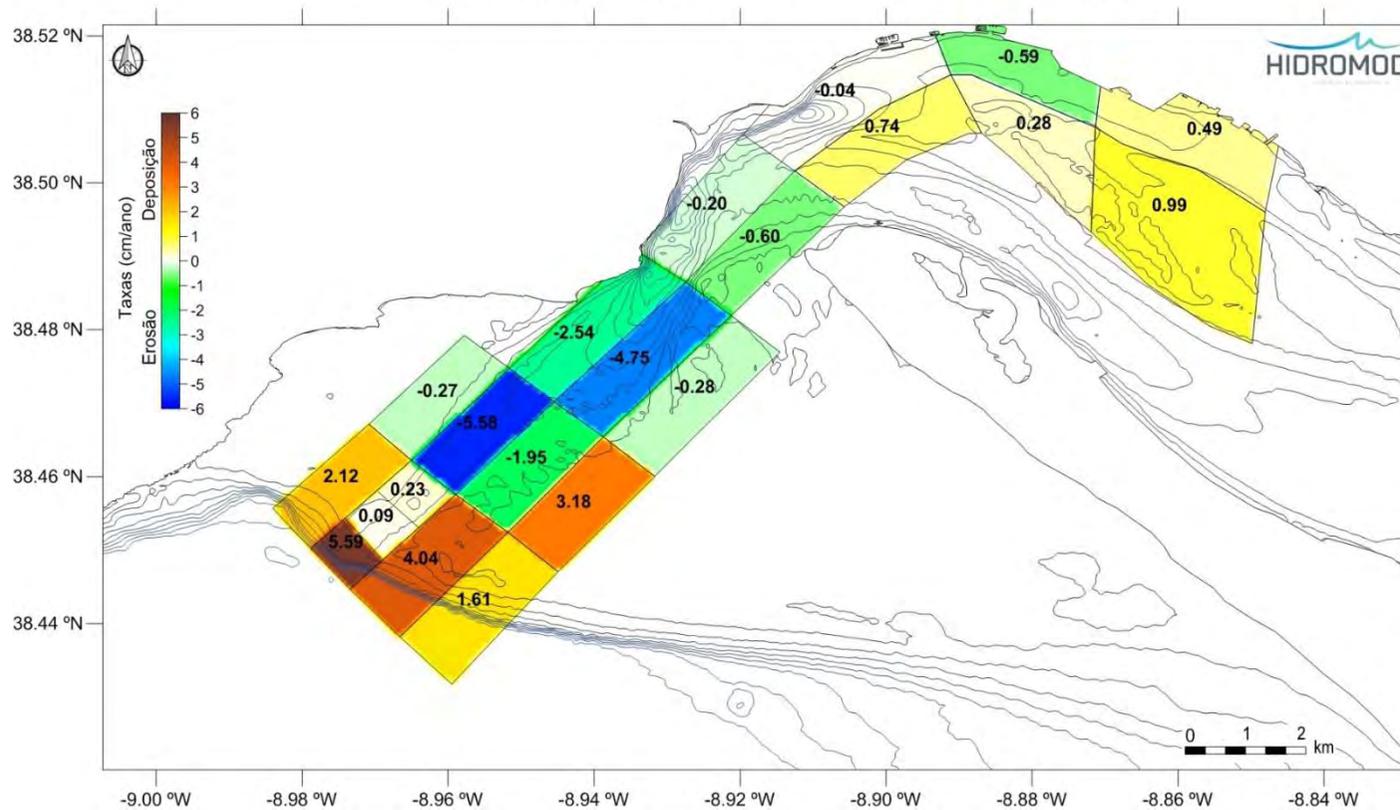


Figura 45: Taxas médias (cm/ano) de erosão/deposição por zonas no Layout 1 (Cenário 1). As zonas apresentadas correspondem às caixas de integração apresentadas na Figura 9.

Taxas médias (cm/ano) de erosão e assoreamento por zonas: Layout 2

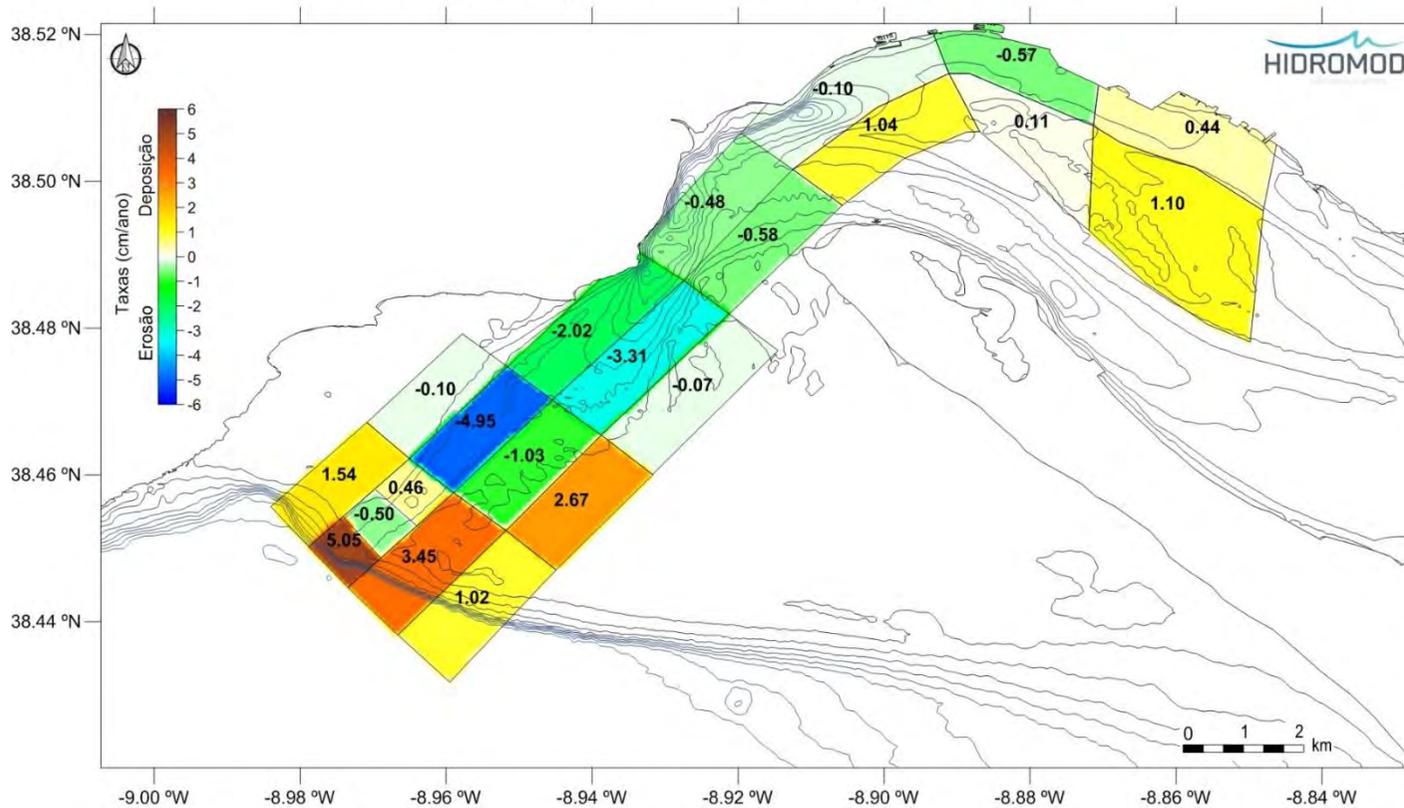


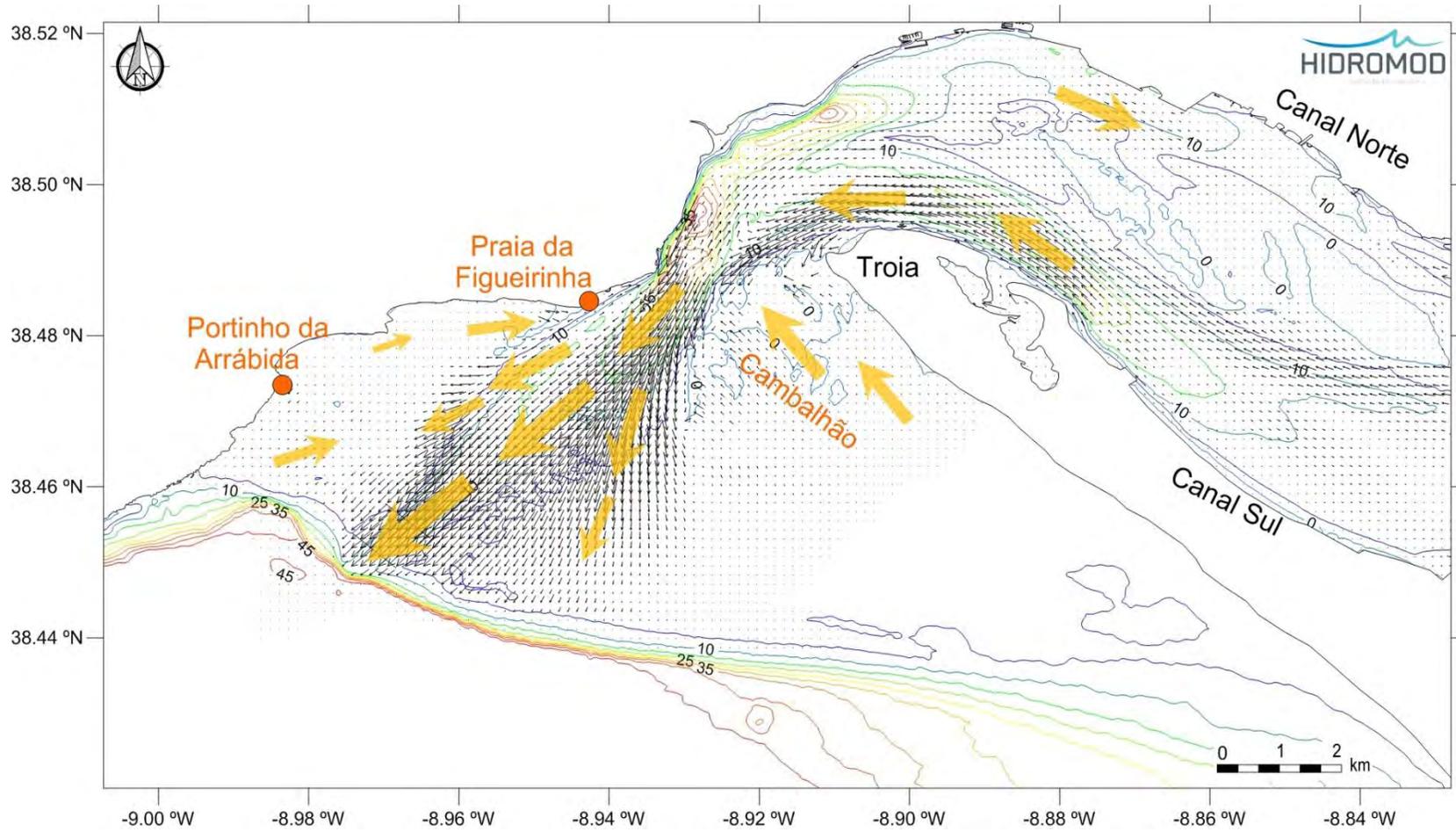
Figura 46: Taxas médias (cm/ano) de erosão/deposição por zonas no Layout 2 (Cenário 1). As zonas apresentadas correspondem às caixas de integração apresentadas na Figura 9.

4.2.6 Eventos extremos

Como referido anteriormente, as situações de eventos extremos, embora pouco persistente, face às condições típicas que governam na maioria do tempo, existe uma resposta da hidrodinâmica e também do transporte de sedimentos. Estas alterações resultam, do efeito dos forçadores locais, tais como maré e ondas, em situações dinamicamente mais energéticas.

Como se viu anteriormente, a simulação do efeito de um cenário representativo de condições extremas de agitação marítima (H_s superior a 4.0 m e rumos entre NW/SW) mostra que existe uma intensificação do campo de correntes nas condições simuladas (cf. *Figura 23*). Nestas condições existe alteração no padrão de correntes médias intensificando-se os vórtices adjacentes ao canal sendo expectável que esta intensificação venha também a ter consequências sobre o trânsito sedimentar ao longo do canal da barra.

A análise dos resultados dos fluxos de transporte nestas condições mostra efetivamente um aumento do fluxo sedimentar quer sobre o banco do Cambalhão quer sobre o banco da margem direita especialmente nas zonas em frente ao Portinho da Arrábida e Figueirinha. Este comportamento pode ser observado pela comparação entre os fluxos de transporte simulados para condições frequentes e de tempestade apresentados na *Figura 47*.



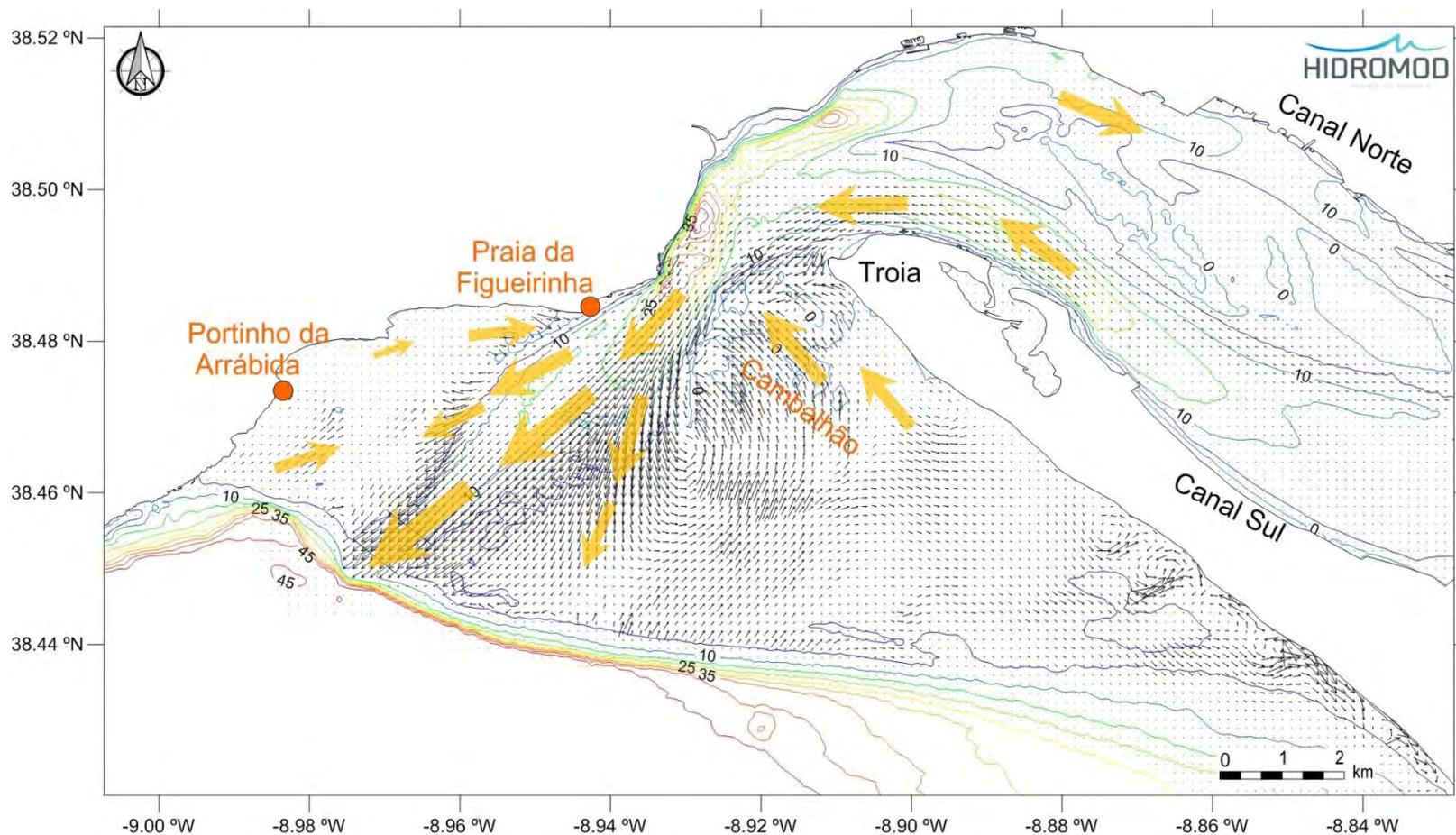


Figura 47: Comparação das tendências residuais de transporte de sedimentos considerando condições frequentes (cima) e excecionais (baixo) de agitação ao largo.

5 Análise dos locais de deposição de dragados

Um dos aspetos relevantes a considerar no âmbito do projeto é o relacionado com a deposição dos dragados. Dado o volume previsto de dragagem deverão ser tidas em consideração diversas opções de deposição das areias.

Estas soluções passam pela utilização duma parcela como material de reserva estratégica para futuros aterros que venham a ser necessários para obras de expansão do porto e doutra parcela para enchimento e/ou criação de praias devendo a parcela restante ser colocada na costa em locais (profundidades) compatíveis com a respetiva mobilização para o transporte litoral.

No âmbito do presente estudo foram efetuadas simulações para avaliação da viabilidade de utilização duma parcela das areias de boa qualidade para reforçar a praia de Albarquel e estender a zona balnear a trechos costeiros a montante e jusante e para avaliação da adequabilidade de locais de descarga na costa da Península de Troia onde existam condições para garantir a recondução dessas areias para o sistema de transporte litoral.

5.1 Praia de Albarquel e zonas adjacentes

No caso da praia de Albarquel foi colocada a hipótese de se estabelecer uma zona de colocação de areias na zona costeira entre a ribeira da Ajuda e o parque da Cidade

Uma das questões que se colocou desde logo foi a de estimar a estabilidade que a areia que viesse a ser depositada nestas zonas poderia apresentar. Existe uma experiência bem-sucedida em Albarquel, onde no passado foi efetuada uma ação semelhante que revelou um elevado nível de estabilidade e que resultou numa praia

muito frequentada pelas populações locais, e que importa perceber se se pode repetir com o mesmo nível e sucesso nas zonas agora colocadas como hipótese.

Para este fim foi implementado um sistema de modelos de alta resolução para esta zona de acordo com o esquema resumido na Figura 48. A primeira malha de *downscaling* tem uma resolução de 20 metros e a mais interior uma malha de 5 metros.

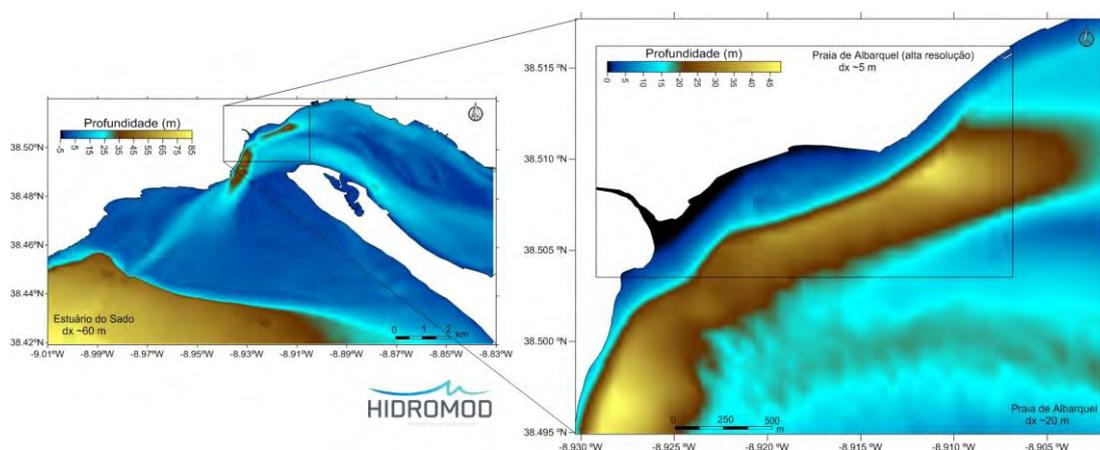


Figura 48: Domínios de cálculo considerados para a simulação detalhada do escoamento na zona da praia de Albarquel.

Os resultados permitem concluir que embora a circulação residual apresente padrões complexos, com uma inversão da direção numa secção entre a praia de Albarquel e a ribeira da Ajuda e convergência na zona do esporão da praia (cf. Figura 49 e Figura 50). O transporte entre a ribeira e a praia de Albarquel é de muito pequena

intensidade (cf. Figura 51 e

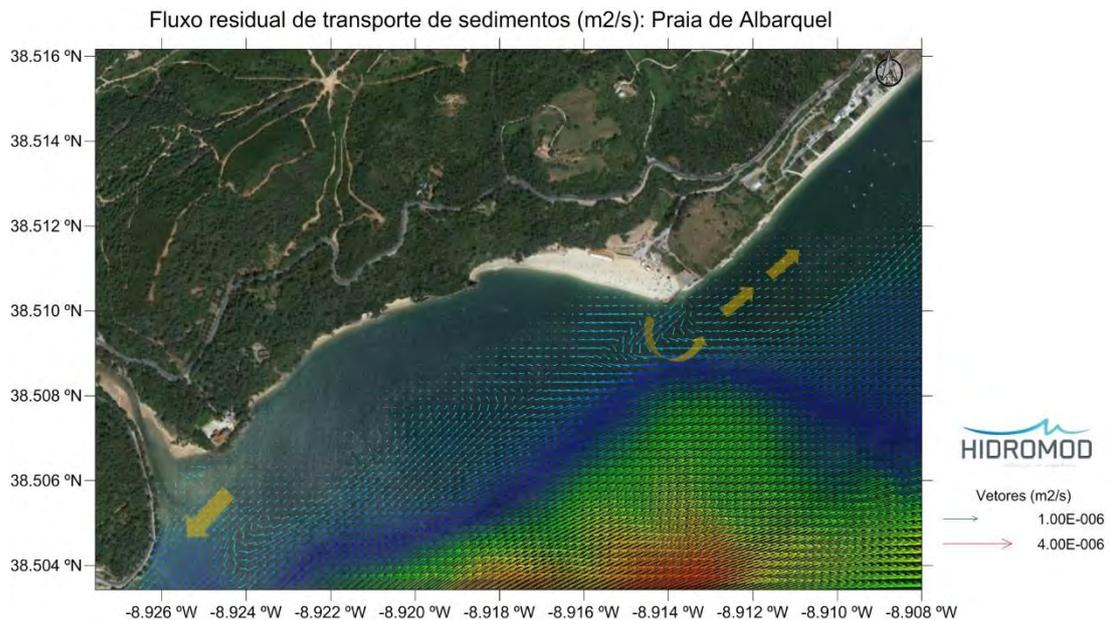


Figura 52) o que pode efetivamente indicar boas condições de estabilidade para as areias que venham a ser depositadas no local.

Os padrões de transporte simulados ajudam a explicar por um lado a geometria da praia de Albarquel e, por outro lado, o processo de transposição do esporão que, ainda que sem grande intensidade, se tem vindo a fazer sentir para montante da praia de Albarquel na direção do parque da cidade.

Em função destes resultados, ainda com a incerteza sempre associada a este tipo de análises, poderá considerar-se que a zona seleccionada entre a ribeira da Ajuda e o parque da cidade apresenta boas condições para funcionar como possível local de deposição de areias para criação de condições balneares.

Campo de velocidade residual (m/s): Praia de Albarquel

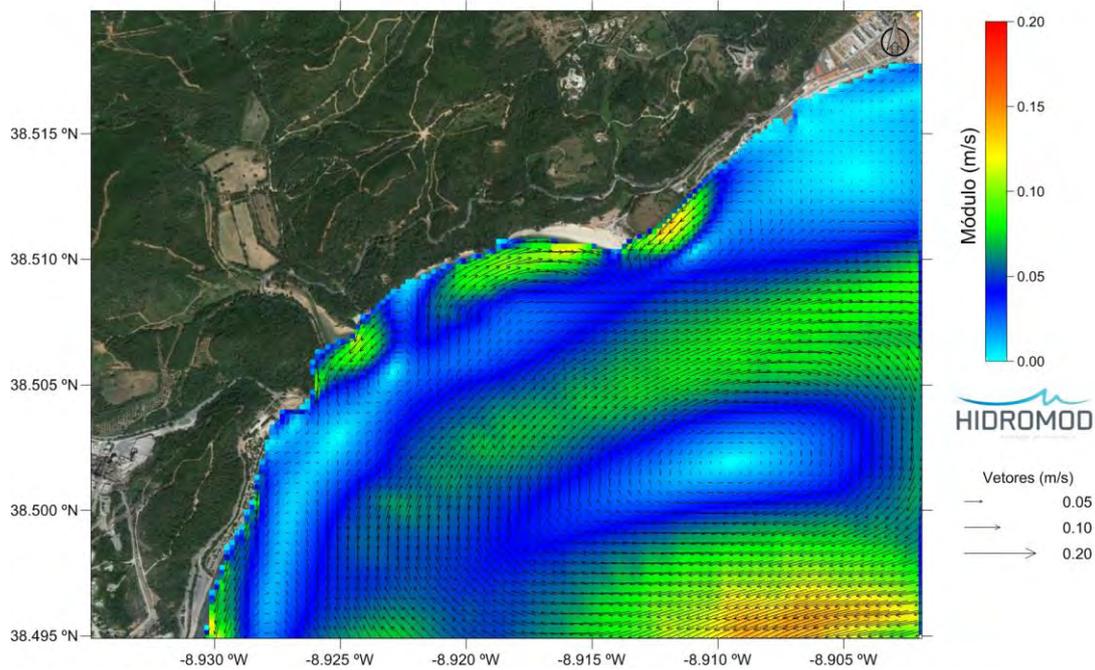


Figura 49: Circulação residual no trecho costeiro Outão-Parque da Cidade.

Campo de velocidade residual (m/s): Praia de Albarquel

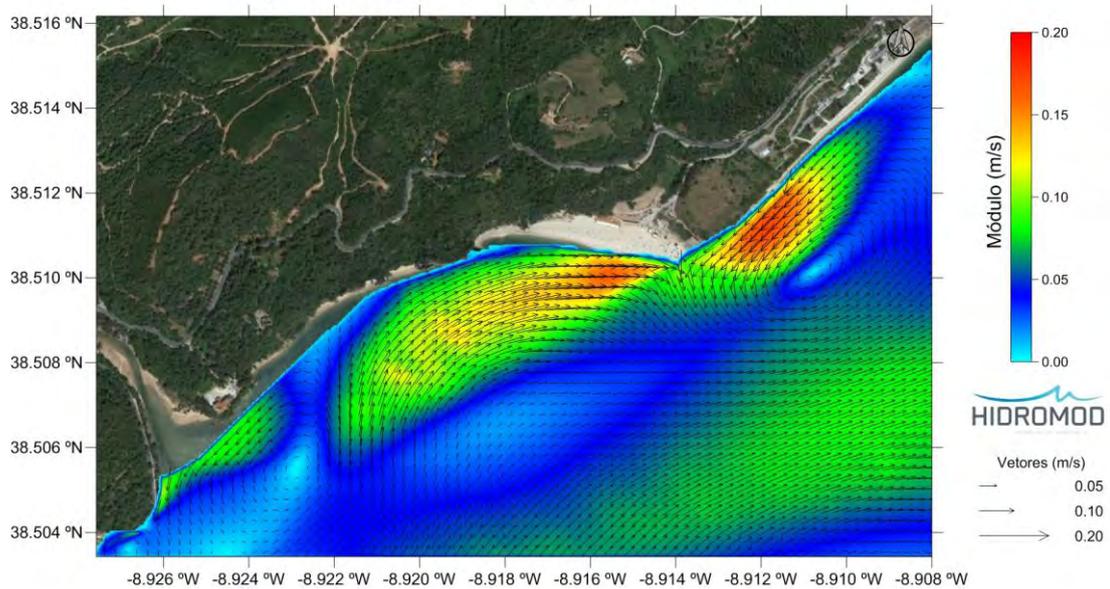


Figura 50: Pormenor da circulação residual no trecho costeiro ribeira da Ajuda-praia de Albarquel.

Fluxo residual de transporte de sedimentos (m2/s): Praia de Albarquel

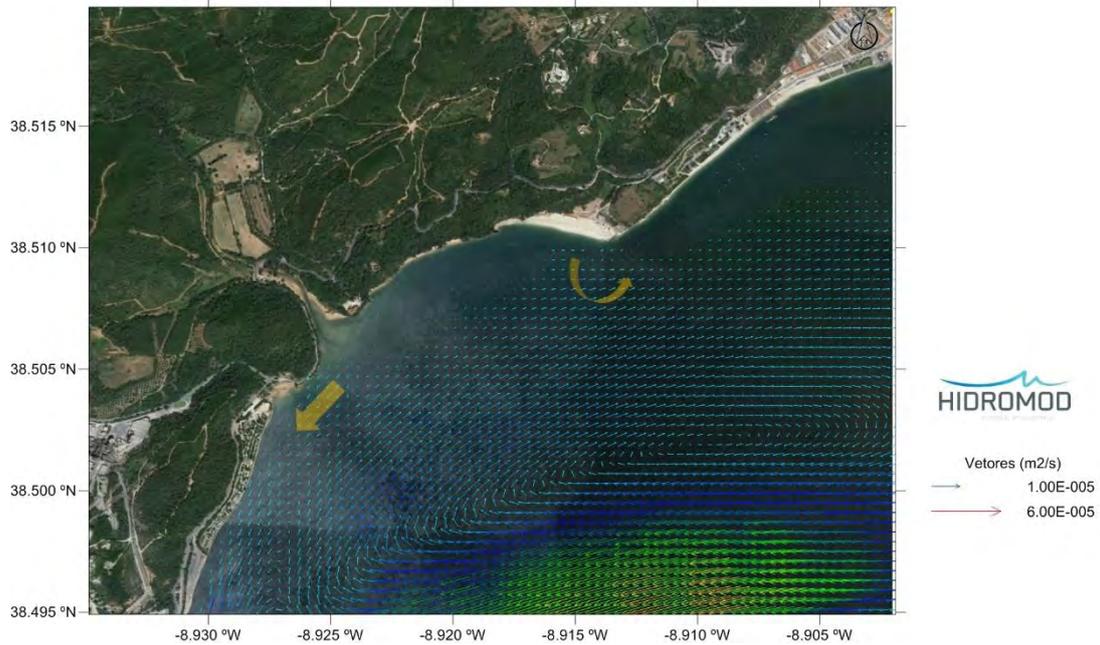


Figura 51: Fluxo residual de transporte no trecho costeiro Outão-Parque da Cidade.

Fluxo residual de transporte de sedimentos (m2/s): Praia de Albarquel

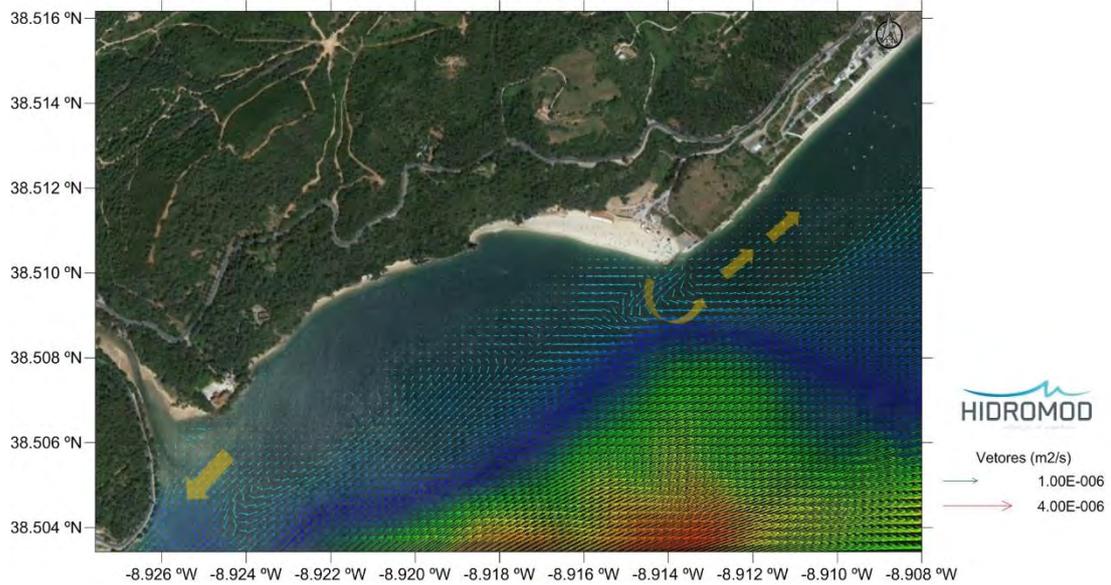


Figura 52: Pormenor do fluxo residual de transporte no trecho costeiro ribeira da Ajuda-praia de Albarquel.

5.2 Zona costeira da Península de Troia

No caso da zona costeira da Península de Troia importa garantir que a zona seleccionada para depositar os dragados apresenta condições para garantir a respetiva reposição na deriva litoral e procurar identificar para onde esses sedimentos se dirigirão uma vez capturados pela deriva.

Uma das hipóteses mais relevantes que se pretende verificar com estas simulações é a da existência dum ponto de inversão da deriva algures ao longo do arco da Península (*cf. Figura 54*). Deveria ser expectável que a deriva se fizesse de sul para norte na zona mais próxima da ponta de Troia em resultado da rotação das ondas e da contribuição das correntes de maré mas também deveria ser expectável que a partir duma determinada altura se retomasse a tendência normal da deriva na costa Portuguesa de norte para sul. Este aspeto é particularmente relevante no que respeita à previsão do destino das areias que venham a ser depositadas na costa da Galé. A confirmar-se a hipótese atrás enunciada, dependendo da zona de emersão, as areias poderão ter tendência a retornar à zona do delta de vazante ou ir alimentar a zona costeira a sul.

Com este objetivo foi estabelecido um modelo para a Península de Troia para simulação das correntes de deriva promovidas por diferentes condições de agitação e dos respetivos padrões de transporte. Foram simuladas ondas de diferentes períodos e alturas significativas vindas do setor W-NW (situação menos energética e mais frequente, *cf. Figura 53*) e do setor W-SW (situação mais energéticas mas menos frequente, *cf. Figura 54*).

Os resultados obtidos vieram confirmar a hipótese anterior verificando-se que, a partir dum determinado ponto se retoma efetivamente a deriva com o sentido norte sul. No caso das situações mais frequentes 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 (*cf. Figura 53*).

Para as situações mais energéticas o transporte já se faz com mais intensidade e tende a dirigir-se para sul ainda sob o delta de vazante (cf. Figura 54).

Estes padrões de transporte deverão ser tidos em consideração na seleção dos pontos de deposição dos dragados.

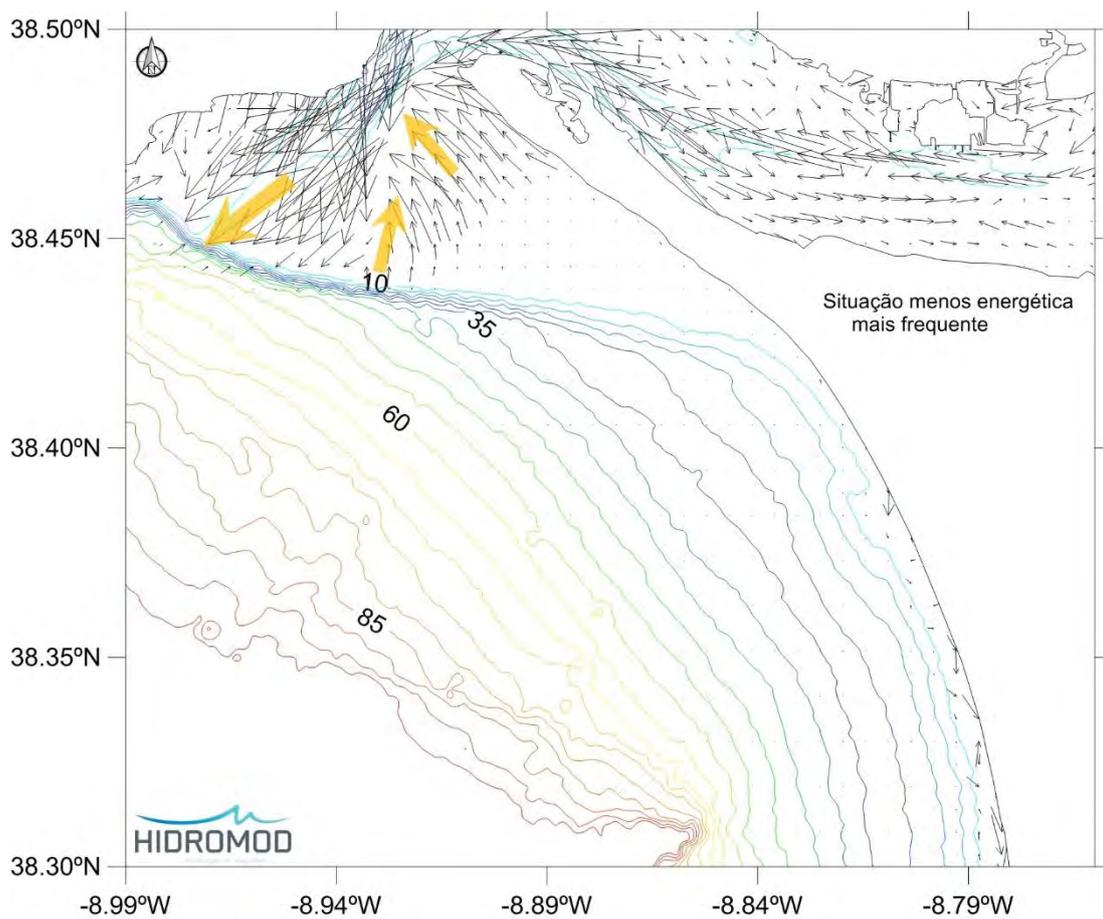


Figura 53. Tendências residuais de transporte de sedimentos numa situação mais frequente e que corresponde a uma condição de agitação marítima menos energética.

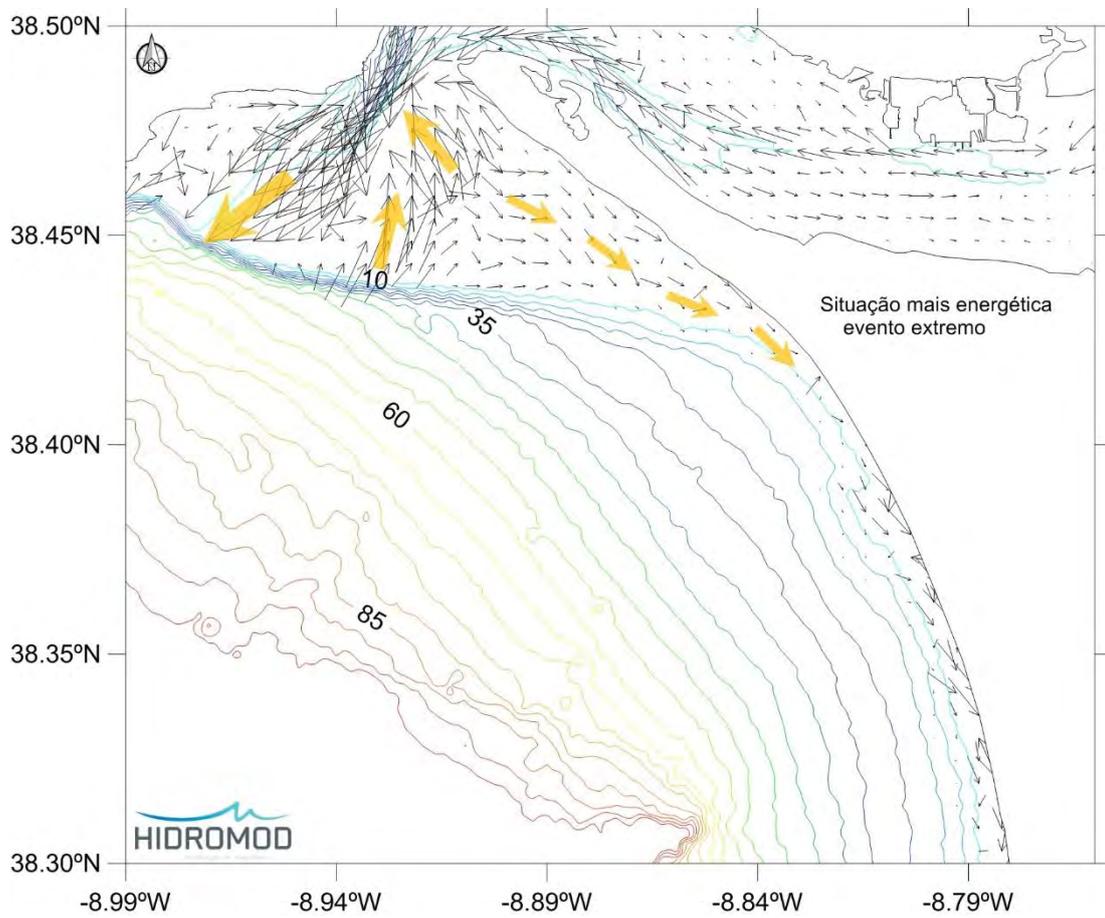


Figura 54. Tendências residuais de transporte de sedimentos numa situação excecional e que corresponde a uma condição de agitação marítima mais energética.

6 Conclusões

No âmbito do presente trabalho foi efetuada uma análise dos potenciais impactes ao nível dos processos hidromorfológicos que possam resultar do aprofundamento do canal de acesso ao porto de Setúbal no estuário do Sado.

Com este propósito, para além duma análise dos processos ao nível do estuário, foram efetuadas simulações de alta resolução da hidrodinâmica e dos processos de transporte tanto ao longo do canal da barra como do canal norte. Foram ainda avaliados de forma detalhada os processos em duas zonas potenciais de depósito de dragados: a zona costeira entre a foz da ribeira da Ajuda e o parque da cidade e a costa da galé.

Como resultado destas simulações foi possível concluir o seguinte:

- ✚ A simulação dos cenários de projeto apontam para uma tendência generalizada de diminuição das velocidades máximas fora do canal de navegação e aumento no interior do próprio. As tendências de diminuição ou aumento variam de acordo com as soluções propostas, observando-se uma maior intensificação destas variações na solução de intervenção correspondente ao Layout 2. Estima-se que no Layout 1 se possam observar fora do canal reduções máximas da ordem de 0.02-0.04 m/s e aumentos no interior do canal da ordem de 0.02-0.04. No Layout 2 os aumentos podem ascender no máximo até 0.12 m/s comparativamente com a situação de referência e as diminuições cerca de 0.08 m/s.
- ✚ No que respeita ao canal norte os impactes são ainda de menor magnitude estando de acordo com a estabilidade que este canal apresenta atualmente. Neste caso os resultados da modelação apontam para que, em média, a intensidade da corrente diminua cerca de 0.02-0.04 m/s para o Layout 1 na zona junto da bacia de rotação. Para o Layout 2, as diferenças são mais expressivas e a zona de impacto mais extensa, prevendo-se diminuições máximas da ordem de 0.04-0.06 m/s junto da bacia de rotação.

- ✚ A análise da circulação residual no canal da barra mostra que os impactes nesta zona tendem a verificar-se na zona mais próxima da extremidade do canal podendo variar entre 20% e 30% de aumento dependendo do *layout* simulado. No Layout 1 as diferenças apresentam incrementos máximos da ordem de 2 cm/s (~20%). No Layout 2 observam-se aumentos máximos da ordem de 4 cm/s. Estes aumentos podem eventualmente contribuir para aumentar as condições de "autolimpeza" locais. No caso do canal norte os resultados da modelação mostram que as diferenças entre a referência e as intervenções propostas são de muito baixa magnitude.
- ✚ O impacte no prisma de maré para qualquer um dos cenários de dragagem é de muito baixa magnitude traduzindo-se em diferenças máximas inferiores a 1%. Em função destes valores, e não se esperando alterações relevantes nos volumes de água salgada que entram no estuário será seguro afirmar que serão de muito pouco significativos quaisquer eventuais impactes na distribuição de salinidade no estuário.
- ✚ No que respeita às tendências de transporte no canal da barra as simulações apontam no sentido de, em termos gerais, as soluções de intervenção propostas não alterarem significativamente estas tendências ou seja não observam nos resultados dos modelos diferenças significativas nos padrões de transporte.
- ✚ Os resultados obtidos na situação de referência mostram que existe uma maior tendência de deposição ao longo do talude na zona mais terminal do canal. Para esta zona as simulações efetuadas apontam para volumes de assoreamento da ordem de 95 mil m³/ano que são da mesma ordem de grandeza dos volumes médios dragados no canal da barra entre 2006 e 2012. As simulações efetuadas para as soluções de projeto soluções mostram que existe uma tendência de diminuição dos volumes depositados na extremidade do canal da barra que poderá ser explicada pelos aumentos quer em termos de velocidade média quer em termos de intensidade máxima das correntes.
- ✚ No canal norte resultados da modelação apontam uma baixa dinâmica sedimentar que só assume alguma relevância na extremidade inferior do canal e junto da bacia de rotação. A análise das intervenções de dragagem propostas mostra

que não se introduzem alterações significativas na dinâmica sedimentar. O canal norte apresenta na situação de referência taxas de assoreamento médias inferiores a 0.8 cm/ano que são valores da ordem de grandeza dos referidos por Andrade *et al.* (2006), o qual reporta taxas de acumulação médias da ordem de 0.9 cm/ano no estuário interno.

- ✚ No que respeita aos locais de depósitos de dragados verifica-se que, no caso do trecho costeiro ribeira da Ajuda-parque da cidade o transporte é de muito pequena intensidade o que pode efetivamente indiciar boas condições de estabilidade para as areias que venham a ser depositadas no local.
- ✚ No que respeita à costa da Galé, dependendo do local selecionado para a deposição, é expectável que os sedimentos entrem na deriva litoral ou no sentido de retornarem ao delta de vazante do estuário ou no sentido de se dirigirem para sul.

7 Referências

APS (2014). *Estudo de Impacte Ambiental da Expansão do Terminal de Contentores (TXXI) do Porto de Sines*. Administração do Porto de Sines. Junho de 2014.

Carrere, L., F. Lyard, M. Cancet, A. Guillot, and L. Roblou, 2012: FES 2012: A new global tidal model taking advantage of nearly 20 years of altimetry. *Proceedings of the symposium "20 years of progress in radar altimetry"*, Venice.

Hidromod, 2007. *Execução de estudo de avaliação de transporte de sedimentos no Estuário do Sado, no Porto de Setúbal*. Dezembro 2007.

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.

Leitão, P., Coelho; H., Santos, A., Neves, R., 2005. Modelling the main features of the Algarve coastal circulation during July 2004: A downscaling approach. *Journal of Atmospheric and Ocean Science*, 10 (4), pp. 1-42.

LNEC, 1989. *Estudo da Barra do sado. Projeto do Modelo Físico. Relatório 186/89 - NET*. 1989

Malhadas, M.S., Leitão, P.C., Silva, A., Neves, R., 2009. Effect of coastal waves on sea level in Óbidos Lagoon. *Continental Shelf Research* 29 (9), pp. 1240-1250.

Mateus M., Riflet, G., Chambel, P., Fernandes, L., Fernandes, R., Juliano, M., Campuzano, F., de Pablo, H., and Neves, R. , 2012. An operational model for the West Iberian coast: products and services. *Ocean Science Discussion*, 9, 1651- 1689.

Martins, F., Leitão, P.C., Silva, A., Neves, R., 2001. 3D modelling in the Sado estuary using a new generic vertical discretization approach. *Oceanologica Acta*, 24 (1), pp. 551-562.

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.

Relvas, P.; Barton, E.D. (2002). Mesoscale patterns in the Cape São Vicente (Iberian Peninsula) upwelling region. *Journal of Geophysical Research* Vol.. 107, NO. C10, 3164, doi:10.1029/2000JC000456, 2002.

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.

Santos, C.; Barreiros, A.; Pestana, P.; Cardoso, A.; Freire, A. (2011). *Environmental status of water and sediment around submarine outfalls - west coast of Portugal*. *Journal of Integrated Coastal Zone Management* 11(2):207-217.

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.

Vicente, C. M., E. M. Oliveira, et al., 1989. Estudo da barra do Sado. Lisboa, LNEC:

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 Paulo Chambel Leitão Madalena S. Malhadas João Ribeiro	Título Engenheiro Civil, Doutor Oceanógrafa, Doutora Oceanógrafo	
Revisor Adélio Silva	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 excepcional 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.

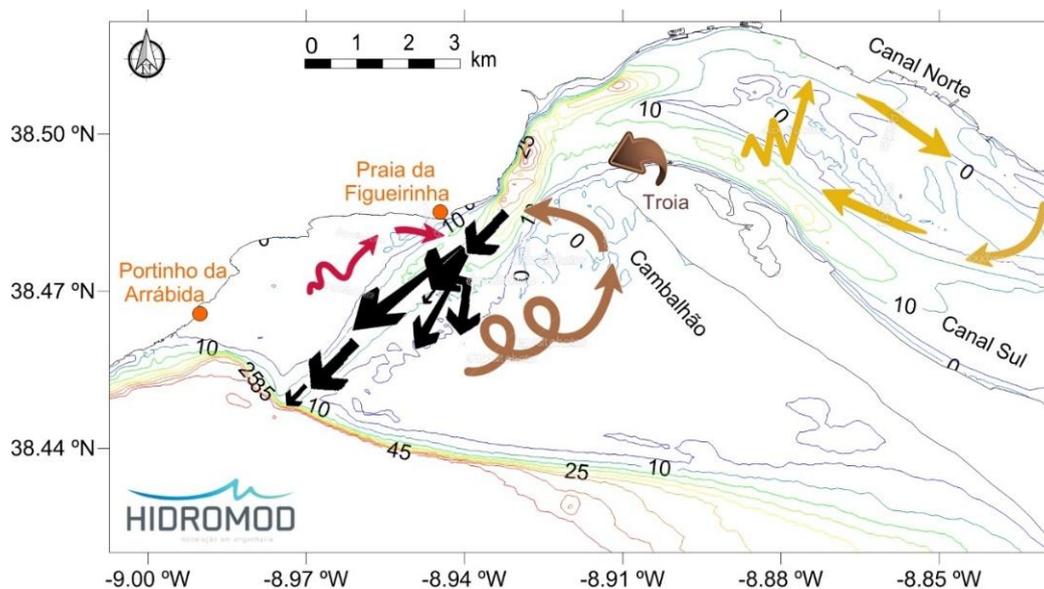


Figura 1. Modelo conceptual da movimentação das areias no Estuário do Sado.

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).

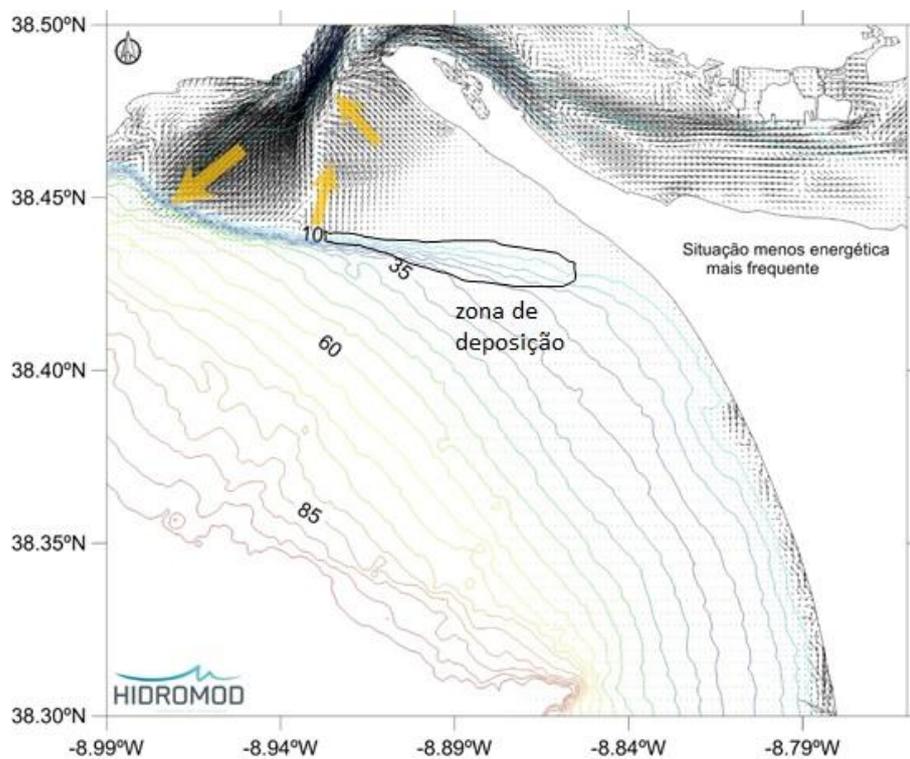


Figura 2 - Tendências residuais de transporte de sedimentos numa situação mais frequente e que corresponde a uma condição de agitação marítima menos energética.

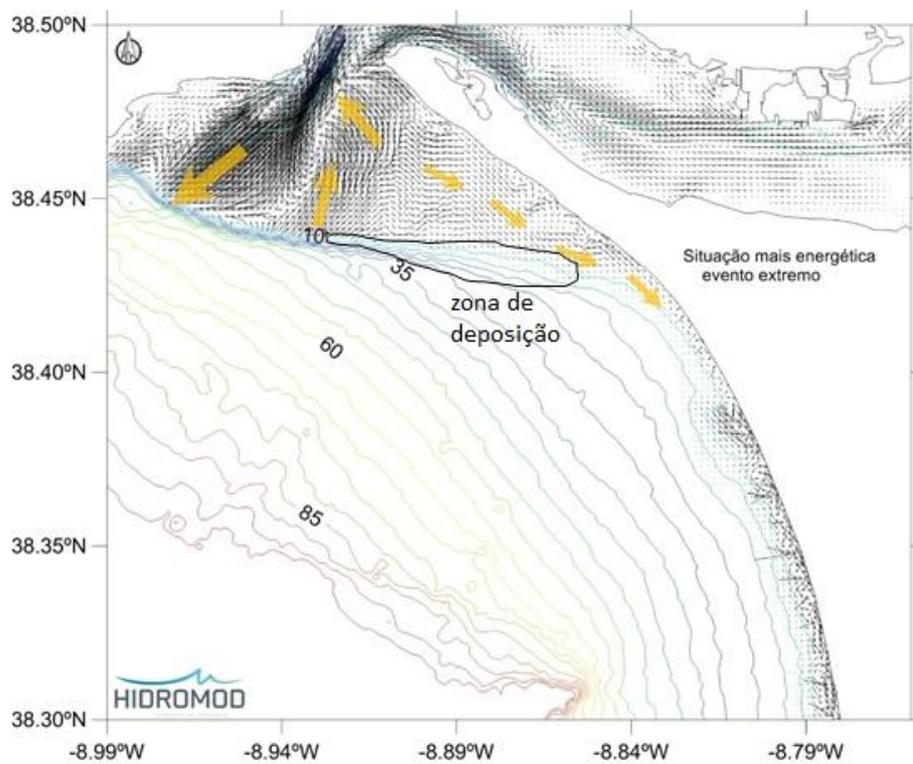


Figura 3 - Tendências residuais de transporte de sedimentos numa situação excecional e que corresponde a uma condição de agitação marítima mais energética.

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).

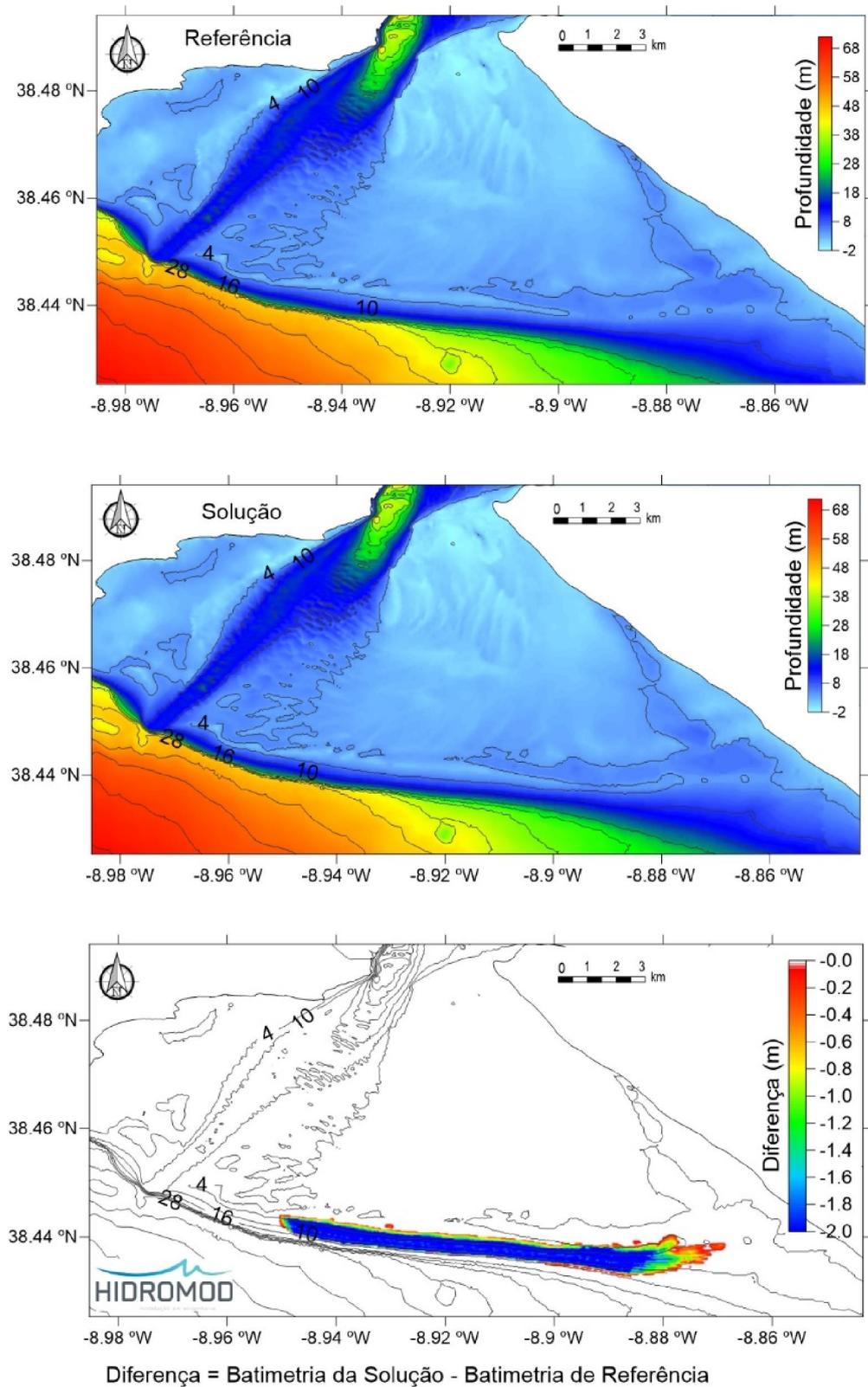


Figura 4 – Alteração batimétrica prevista devido à deposição do material a dragar.

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 245° 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 225° (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.

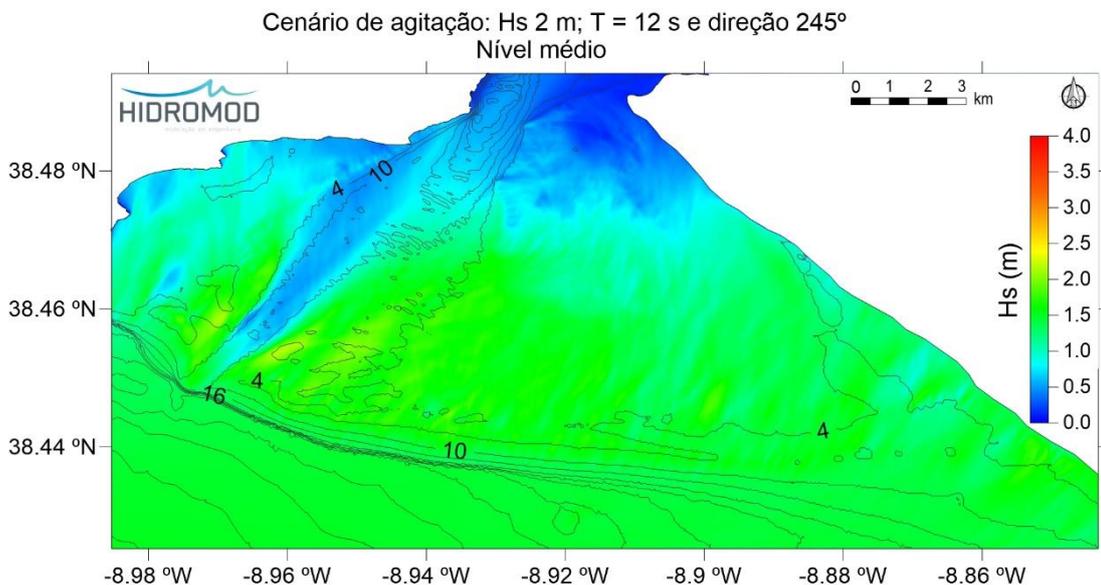


Figura 5 – Campo de alturas significativas referente ao seguinte cenário de agitação ao largo: altura significativa de 2 m, período de 12 s e direção de 245° e nível do mar igual a 2 m. Resultado obtido com o modelo SWAN para condições estacionárias.

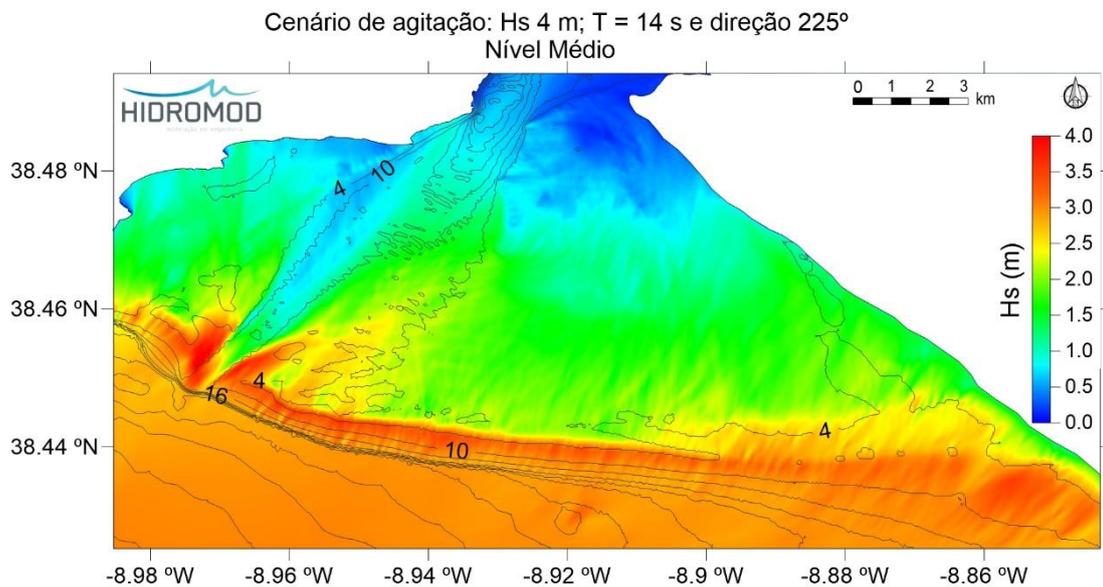


Figura 6 - Campo de alturas significativas referente ao seguinte cenário de agitação ao largo: altura significativa de 4 m, período de 14 s e direção de 225° (SW) e nível do mar igual a 2 m. Resultado obtido com o modelo SWAN para condições estacionárias.

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).

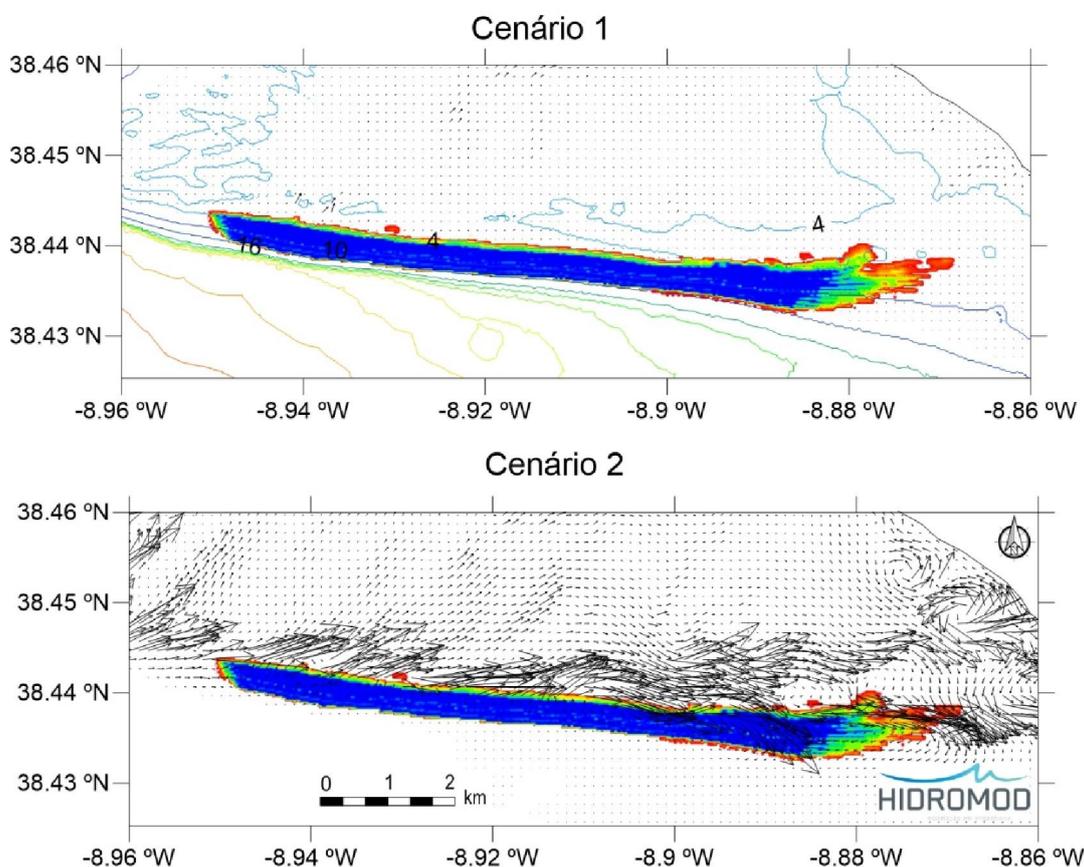


Figura 7 – Direção das tendências iniciais de transporte para a batimetria atual: cenário 1 de agitação (figura superior) e cenário 2 de agitação (figura inferior).

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).

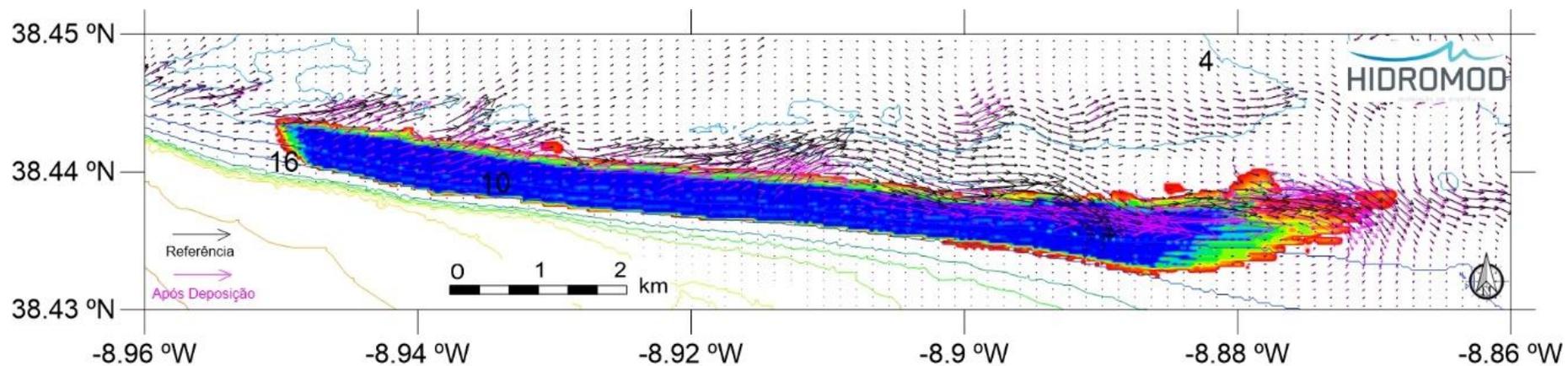


Figura 8 - Direção do transporte sólido para o cenário 2 de agitação. Setas a preto: batimetria atual. Setas a rosa : batimetria após deposição de dragados.

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 impacte 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.



ANEXO 2

FICHAS-RESUMO DAS MASSAS DE ÁGUA

SADO WB1

RH6	Região Hidrográfica do Sado e do Mira	Ciclo de Planeamento 2016-2021		
Identificação e designação de Massas de Água Fortemente Modificadas				
Código: PT06SAD1211		Nome: Sado-WB1		
Categoria: Transição Natureza (1º ciclo): Fortemente modificada Tipologia: Estuário mesotidal homogéneo com descargas irregulares de rio		Comprimento longitudinal do troço do rio: 7,4 km Bacia hidrográfica: Rio Sado Tipo de alteração hidromorfológica: Alteração das margens por porto		
Zonas protegidas				
Sítio de importância comunitária (SIC): Não Zona de Proteção especial (ZPE): Não Zona vulnerável: Não Zona sensível em termos de nutrientes: Sim Zona de captação de água para a produção de água para consumo humano: Não		Zona designada como águas de recreio (águas balneares): Sim Zona designada para a Proteção de espécies aquáticas de interesse económico <ul style="list-style-type: none"> Águas piscícolas: Não Produção de moluscos bivalves: Não 		
Localização (Sistema de Coordenadas ETRS89-PT-TM06 (EPS:3763))				
	X (m)	Y (m)	Concelho	Distrito
Montante	-65442	-127271	Setúbal	Setúbal
Jusante	-71337	-131742		
				
Legenda <ul style="list-style-type: none"> • Sede de concelho — Limite de concelho □ Região Hidrográfica 6 (Sado e Mira) 				

RH6	Região Hidrográfica do Sado e do Mira	Ciclo de Planeamento 2016-2021
Descrição		
As alterações hidromorfológicas da massa de água, consistem em alterações físicas das margens, associadas ao porto de Setúbal, que tem uma importância socio económica relevante na região.		
Avaliação do estado		
A massa de água não atinge o Bom Estado Ecológico devido às alterações hidromorfológicas significativas.		
Identificação provisória		
A massa de água natural foi substancialmente modificada devido às alterações físicas provocadas pela construção do porto de Setúbal, nomeadamente alterações nas suas características morfológicas, tendo sido identificada como fortemente modificada no 1º ciclo de planeamento.		
A magnitude da alteração hidromorfológica é tal que se prescinde da verificação da identificação preliminar.		
Teste de designação		
Análise das medidas de restauro necessárias para atingir o bom estado ecológico		
Medidas		
<ul style="list-style-type: none"> • Retirar o porto • Recuperar a morfologia natural do curso de água 		
Efeitos adversos das medidas sobre o ambiente e os usos		
A eliminação do porto, e consequentemente a alteração das rotas de navegação, coloca em causa a economia local, regional e nacional. A renaturalização do troço da massa de água tem custos extremamente elevados.		
Análise de alternativas		
Não existe uma alternativa técnica e economicamente viável que se substitua à existente, ou seja não existe uma opção que possa realizar as funções com o mesmo nível de garantia e que resulte numa opção ambientalmente melhor, nomeadamente:		
<ol style="list-style-type: none"> i) Não é possível transferir o porto, dado que a construção de novas infraestruturas necessárias para esta deslocalização tem custos inportáveis. 		
Assim, face às alternativas, a massa de água fica sujeita a um programa de medidas e, a um programa de monitorização, o qual terá duração de 6 anos e será dirigido a avaliar o estado da massa de água, podendo a sua identificação como massa de água fortemente modificada ser revista em 2021.		
Consequências socioeconómicas e ambientais		
Não se encontrando alternativas viáveis não se pode analisar as suas consequências.		
Designação definitiva		
Com base na análise efetuada, a massa de água é designada como fortemente modificada.		

SADO WB3

RH6	Região Hidrográfica do Sado e do Mira	Ciclo de Planeamento 2016-2021		
Identificação e designação de Massas de Água Fortemente Modificadas				
Código: PT06SAD1207		Nome: Sado-WB3		
Categoria: Transição		Comprimento longitudinal do troço do rio: 8,1 km		
Natureza (1º ciclo): Fortemente modificada		Bacia hidrográfica: Rio Sado		
Tipologia: Estuário mesotidal homogéneo com descargas irregulares de rio		Tipo de alteração hidromorfológica: Alteração das margens		
Zonas protegidas				
Sítio de importância comunitária (SIC): Não		Zona designada como águas de recreio (águas balneares): Não		
Zona de Proteção especial (ZPE): Não		Zona designada para a Proteção de espécies aquáticas de interesse económico		
Zona vulnerável: Não		<ul style="list-style-type: none"> Águas piscícolas: Não Produção de moluscos bivalves: Não 		
Zona sensível em termos de nutrientes: Sim				
Zona de captação de água para a produção de água para consumo humano: Não				
Localização (Sistema de Coordenadas ETRS89-PT-TM06 (EPS:3763))				
	X (m)	Y (m)	Concelho	Distrito
Montante	-59997	-132120	Setúbal	Setúbal
Jusante	-65442	-127271		
				
<p>0 20 40 km</p>		<p>0 1000 2000 m</p> <p>Legenda</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sede de concelho — Limite de concelho □ Região Hidrográfica 6 (Sado e Mira) 		

RH6	Região Hidrográfica do Sado e do Mira	Ciclo de Planeamento 2016-2021
Descrição		
As alterações hidromorfológicas da massa de água, consistem em alterações físicas das margens, associadas ao porto de Setúbal, que tem uma importância socio económica relevante na região.		
Avaliação do estado		
A massa de água não atinge o Bom Estado Ecológico devido às alterações hidromorfológicas significativas.		
Identificação provisória		
A massa de água natural foi substancialmente modificada devido às alterações físicas provocadas pela construção do porto de Setúbal, nomeadamente alterações nas suas características morfológicas, tendo sido identificada como fortemente modificada no 1º ciclo de planeamento.		
A magnitude da alteração hidromorfológica é tal que se prescinde da verificação da identificação preliminar.		
Teste de designação		
Análise das medidas de restauro necessárias para atingir o bom estado ecológico		
Medidas		
<ul style="list-style-type: none"> • Retirar o porto • Recuperar a morfologia natural do curso de água 		
Efeitos adversos das medidas sobre o ambiente e os usos		
A eliminação do porto, e conseqüentemente a alteração das rotas de navegação, coloca em causa a economia local, regional e nacional. A renaturalização do troço da massa de água tem custos extremamente elevados.		
Análise de alternativas		
Não existe uma alternativa técnica e economicamente viável que se substitua à existente, ou seja não existe uma opção que possa realizar as funções com o mesmo nível de garantia e que resulte numa opção ambientalmente melhor, nomeadamente:		
<ol style="list-style-type: none"> i) Não é possível transferir o porto, dado que a construção de novas infraestruturas necessárias para esta deslocalização tem custos inportáveis. 		
Assim, face às alternativas, a massa de água fica sujeita a um programa de medidas e, a um programa de monitorização, o qual terá duração de 6 anos e será dirigido a avaliar o estado da massa de água, podendo a sua identificação como massa de água fortemente modificada ser revista em 2021.		
Consequências socioeconómicas e ambientais		
Não se encontrando alternativas viáveis não se pode analisar as suas consequências.		
Designação definitiva		
Com base na análise efetuada, a massa de água é designada como fortemente modificada.		



ANEXO 3

DADOS DE QUALIDADE DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS E SUBTERRÂNEAS

Quadro 1 - Dados de qualidade química da estação CWB-I-5-1(S)

Parâmetros	Unidades	Data	
		27/09/2010	21/03/2011
Acenafteno	µg/l	<0,010	<0,010
Acenaftileno	µg/l	<0,010	<0,010
Antraceno	µg/l	<0,010	<0,010
Azoto amoniacal	mg/l NH4	0,096	0,003
Benzo(a)antraceno	µg/l	<0,010	<0,010
Benzo (a) pireno	µg/l	<0,005	<0,005
Benzo(b)fluoranteno	µg/l	<0,005	<0,005
Benzo(e)perileno	µg/l	<0,005	<0,005
Benzo(e)pireno	µg/l	<0,005	<0,005
Benzo(k)fluoranteno	µg/l	<0,005	<0,005
Catião Tributilestanho ou TBT	µg/l	-	<0,002
Chumbo dissolvido	µg/l	<0,010	0,032
Cobalto dissolvido	mg/l	0,000	0,000
Cobre dissolvido	mg/l	0,000	0,000
Criseno	µg/l	<0,010	<0,010
Crômio dissolvido	mg/l	0,000	0,000
Cádmio dissolvido	µg/l	0,004	0,005
DDD total	µg/l	<0,001	0,005
DDE total	µg/l	<0,000	<0,000
DDT total	µg/l	<0,001	<0,001
Dibenzo(a,h)antraceno	µg/l	<0,005	<0,005
Endossulfão I ou AlfaEndossulfão	µg/l	<0,001	<0,001
Endossulfão II ou BetaEndossulfão	µg/l	0,001	0,002
Fenantreno	µg/l	0,011	0,01
Fluoranteno	µg/l	<0,010	<0,010
Fluoreno	µg/l	<0,010	<0,010
Fosfato total	mg/l PO4	0,011	0,008
Hexaclorobenzeno (HCB)	µg/l	<0,000	<0,000
Hexaclorobutadieno (HCBd)	µg/l	<0,001	<0,001
Indeno(1,2,3,cd)pireno	µg/l	<0,005	<0,005
Manganês dissolvido	mg/l	0,000	0,000
Mercúrio dissolvido	mg/l	0,002	<0,001
Nitrato total	mg/l NO3	0,28	-
Nitrito total	mg/l NO2	0,006	0,006
Nonilfenóis	µg/l	<0,020	1,573
Níquel dissolvido	µg/l	0,192	0,335
Oxigênio dissolvido	mg/l	7,8	7,5
PBDE100	µg/l	<0,001	<0,001
PBDE153	µg/l	<0,001	<0,001
PBDE153	µg/l	<0,001	<0,001
PBDE154	µg/l	<0,001	<0,001
PBDE183	µg/l	<0,001	<0,001
PBDE47	µg/l	<0,001	<0,001
PBDE49	µg/l	<0,001	<0,001
PBDE99	µg/l	<0,001	<0,001
PCB IUPAC 101	µg/l	<0,001	<0,001
PCB IUPAC 118	µg/l	<0,001	<0,001
PCB IUPAC 138	µg/l	<0,001	<0,001
PCB IUPAC 149	µg/l	<0,001	<0,001
PCB IUPAC 153	µg/l	<0,001	<0,001
PCB IUPAC 18	µg/l	<0,001	<0,001
PCB IUPAC 180	µg/l	<0,001	<0,001
PCB IUPAC 52	µg/l	<0,001	<0,001
Pentaclorobenzeno	µg/l	<0,001	0,001
Pireno	µg/l	<0,001	<0,001
Salinidade de campo		36,1	35,9
Sílica total	mg/l Si	0,031	0,006
SST	mg/l	1,4	2,1
Temperatura	°C	18,5	16,5
Transparência	(m)		7,5
pH campo		8,2	8,16

Quadro 2 - Dados analíticos relativos às águas superficiais (fonte : APSS)

Estação	Datas de amostragem	Parâmetros																							
		Temperatura	Salinidade		Condutividade	Sólidos dissolvidos totais	pH	Oxigênio dissolvido		Azoto total	Fósforo	Sólidos suspensos totais	CBO5	Hydrocarbonetos totais	Benzo(a)pireno	Benzo(k) fluoranteno	Benzo(b) fluoranteno	Benzo (g,h,i) perileno	Indeno (1,2,3-cd) pireno	Hydrocarbonetos Aromáticos policíclicos (soma)	Mercurio	Tributlilestanho	Coliformes fecais	Coliformes totais	E.Coli
		°C	‰	gNaCl/l	uS/cm	mg/l		mg/l	% sat O2	mg/l N	mg/l P	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	mg/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	n°/100 ml	NMP/100 ml	UFC/100 ml
Canal sul	fevereiro 2014	13,5	34,4		47200	33000	7,9	5,9		0,7	<1,0	22	4	<0,050	<0,005	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,50	<0,001	7		7
	abril 2010	15		31,9			8,1		55	<2,0	<0,03	15		0,7					<0,015	0,3	<0,00020		0	0	
Doca dos pescadores	fevereiro 2014	13,5	34,5		43700	32000	8	6,2		1	<1,0	18	<2	0,062	<0,005	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,5	<0,001	>100		>100
	abril 2010	15	31				8,1		50	<2,0	<0,03	14		0,1					<0,015	<0,3	<0,00020		160000	20000	
Barra	fevereiro 2014	14	36,5		49800	38000	8	7		1,1	<1,0	21	<2	<0,050	<0,005	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,5	<0,001	0		0
	abril 2010	15		31,4			7,9		55	<2,0	<0,03	11		2,4					<0,015	0,7	<0,00020		0	0	
Doca Fontainhas	fevereiro 2014	14	33,8		46500	35000	7,9	5,4		1,2	<1,0	20	<2	<0,05	<0,005	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,5	<0,001	34		32
	abril 2010	15		31,6			8,2		57	<2,0	<0,03	17		0,2					<0,015	<0,3	<0,00020		12	4	
Maurifermentos	fevereiro 2014	15	32,4		44800	34000	7,9	4,9		0,9	<1,0	20	<2,0	<0,005	<0,005	<0,010	<0,001	<0,001	<0,010	<0,010	<0,5	<0,001	41		38
	abril 2010	16		29,2			8,2		57	<2,0	<0,03	15		0,1					<0,015	<0,3	<0,00020		310	14	
SAPEC	fevereiro 2014	15	31,6		43800	32000	8	7,9		<0,50	<1,0	17	<2,0	<0,05	<0,005	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,5	0,0013	81		77
	abril 2010	15		30,5			8,2		55	<2,0	<0,03	24		0,1					<0,015	<0,3	<0,00020		80	36	
Entre Trem Naval e a Portucel	fevereiro 2014	14,5	30,7		42700	31000	8	7,9		0,8	<1,0	20	<2,0	<0,050	<0,005	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,5	0,0043	12		12
	abril 2010	15		30,1			8,2		55	<2,0	<0,03	18		0,1					<0,015	<0,3	<0,00020		70	23	
SETENAVE	fevereiro 2014	14	29		40500	30000	8	8		1,2	<1,0	20	2	<0,050	<0,005	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,5	0,0015	18		18
	abril 2010	15		29,4			8,2		55	<2,0	<0,03	11		0,1					<0,015	<0,3	<0,00020		5	3	
Eurominas	fevereiro 2014	14,5	27,6		38800	29000	8	7,8		0,7	<1,0	21	<2	<0,050	<0,050	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,5	0,001	3		2
	abril 2010	15		29,2			8,2		59	<2,0	<0,03	20		1,1					<0,015	<0,3	<0,00020		8	0	
Nomas de qualidade																									
DL 236/98	Anexo XIII Anexo XXI NQA-CMA	30	12-38				7-9 5-9			50	1	1	5		0,1					1	0,07	0,0015	<300		

Quadro 4 - Dados analíticos relativos às águas subterrâneas captadas nos furos da PORTUCEL

Captação (Poço)	Datas de amostragem	Parâmetros						
		Temperatura	pH	Cond. (25°C)	Oxigénio dissolvido	Cloretos	Carbono Orgânico Total (COT)	Hidrocarbonetos totais
		°C	Sorensen	ms/m	mgO ₂ /l	mg Cl/l	mg C/l	mg/l
Poço nº 1	18/02/2013	22,0	7,9	32,0	7,8	28,0		<0,50
	29/04/2013						<1,0	
	14/05/2014	22,5	8,0	50,5		82,0	<1,00	<0,50
	30/06/2014	22,3	7,9		1,7			
	24/03/2015	22,2	8,1	37,0	7,5	40,0	<1,00	<0,50
Poço nº 2	18/02/2013	23,0	7,8	52,0	1,4	87,0		<0,50
	29/04/2013						<1,00	
Poço nº 11	20/02/2013	21,0	7,9	32,0	1,1	26,0		<0,50
	23/04/2013						1,0	
	13/05/2014	22,0	8,1	31,9		25,0	<1,00	<0,50
	18/06/2014	22,5	7,9		1,0			
	24/03/2015	21,7	8,2	32,0	5,4	27,0	<1,0	<0,50
Poço nº 12	20/02/2013	22,0	7,9	32,0	7,6	27,0	<2,0	<0,50
	13/05/2014	22,6	8,2	30,2		27,0	<1,0	<0,50
	18/06/2014	23,1	8,0		6,4			
	24/03/2015	21,7	8,2	32,0	5,4	27,0	<1,00	<0,50
Poço nº 13	21/02/2013	22,0	7,9	33,0	7,0	28,0		<0,50
	23/04/2013						1,23	
	13/05/2014	22,7	8,5	32,9		28,0	<1,0	<0,50
	18/06/2014	23,2	8,0		1,0			
	26/03/2015	22,4	8,1	33,0	1,1	28,0	<1,00	<0,50
Poço nº 14	21/02/2013	21,0	8,0	32,0	1,6	30,0		<0,50
	29/04/2013						<1,00	
	13/05/2014	22,7	7,8	31,8		27,0	<1,00	<0,50
	18/06/2014	25,8	8,0		4,3			
	26/03/2015	22,1	8,1	32,0	1,2	27,0	<1,00	<0,50
Poço nº 15	18/02/2013	23,0	7,9	35,0	1,1	32,0		<0,50
	23/04/2013						<1,00	
	26/03/2015	22,1	8,2	33,0	2,2	30,0	<1,00	<0,50
Poço nº 16	18/02/2013	22,0	7,9	36,0	1,1	37,0		<0,50
	29/04/2013						<1,00	
	13/05/2014	22,8	8,2	34,4		35,0	<1,00	<0,50
	18/06/2014	23,1	8,0		1,0			
	26/03/2015	22,2	8,1	35,0	3,7	36,0	<1,00	<0,50
Poço nº 24	20/02/2013	22,5	7,9	43,0	4,2	41,0		<0,50
	11/04/2013						<1,00	
	14/05/2014	24,5	7,9	42,1		40,0	<1,00	<0,50
	19/06/2014	24,9	8,0		4,3			
	24/03/2015	22,5	8,1	42,0	3,9	40,0	<1,00	<0,50
Poço nº 25	28/02/2013	23,5	7,9	38,0	7,7	38,0		<0,50
	22/04/2013						<1,00	
	14/05/2014	24,2	8,1	38,9		41,0	<1,00	<0,50
	18/06/2014	25,8	8,0		4,3			
	24/03/2015	22,6	8,2	40,0	5,7	44,0	<1,00	<0,50
Poço nº 26	28/02/2013	25,0	8,1	45,0	2,6	43,0		<0,50
	11/04/2013						<1,00	
	14/05/2014	24,7	8,3	44,6		43,0	<1,00	<0,50
	18/06/2014	25,0	8,1		7,9			
	24/03/2015	23,0	8,2	44,0	4,0	43,0	<1,00	<0,50
Poço nº 27	28/02/2013	21,0	8,0	62,0	7,9	115,0		<0,50
	11/04/2013						<1,00	
	14/05/2014	23,3	8,0	62,7		115,0	<1,00	<0,50
	18/06/2014	24,1	7,9		1,0			

Quadro 4 - Dados analíticos relativos às águas subterrâneas captadas nos furos da PORTUCEL

Captação (Poço)	Datas de amostragem	Parâmetros						
		Temperatura	pH	Cond. (25°C)	Oxigénio dissolvido	Cloretos	Carbono Orgânico Total (COT)	Hidrocarbonetos totais
		°C	Sorensen	ms/m	mgO2/l	mg Cl/l	mg C/l	mg/l
Poço nº 41	20/02/2013	20,0	7,9	35,0	6,6	35,0		<0,50
	29/04/2013						<1,00	
Poço nº 42	20/02/2013	20,5	7,9	33,0	6,8	28,0		
	23/04/2013						<1,00	2,3
	13/05/2014	23,3	8,1	32,8		27,0	<1,00	<0,50
	18/06/2014	24,1	7,9		1,0			
	24/03/2015	22,0	8,2	33,0	2,4	27,0	<1,00	<0,50
Poço nº 43A	13/05/2014	23,5	8,1	134,0		314,0	<1,00	<0,50
	30/06/2014	23,7	7,9		0,3			
Poço 1A	19/02/2013	22,5	7,8	48,0	1,1	49,0	2,8	<0,50
	15/05/2014	23,1	8,0	52,2		49,0	<1,00	<0,50
	20/06/2014	24,5	7,9		1,0			
	26/03/2015	23,1	8,0	49,0	0,3	46,0	<1,00	<0,50
Poço nº 2	21/02/2013	22,0	8,3	40,0	7,2	51,0		<0,50
	11/04/2013						<1,00	
	15/05/2014	23,1	7,8	38,8		46,0	<1,00	<0,50
	20/06/2014	23,9	7,9		8,2			
	26/03/2015	23,4	8,0	47,0	3,3	68,0	<1,00	<0,50
Poço nº 3	10/04/2013	22,0	8,2	38,0	6,8	43,0	<1,00	1,3
	15/05/2014	23,1	8,1	35,3		38,0	<1,00	<0,50
	30/06/2014	23,7	7,9		0,3			
	25/03/2015	21,9	8,1	36,0	2,3	39,0	<1,00	<0,50
Poço nº 4	19/02/2013	23,5	7,7	42,0	1,1	54,0		<0,50
	11/04/2013						<1,00	
	16/05/2014	23,9	8,0	44,3		58,0	<1,00	<0,50
	30/06/2014	24,2	8,0		1,0			
	26/03/2015	23,4	8,0	43,0	1,1	55,0	<1,00	<0,50
Poço nº 5	19/02/2013	23,0	7,9	40,0	6,9	46,0		<0,50
	10/04/2013						<1,00	
	16/05/2014	23,8	8,0	40,2		48,0	<1,00	<0,50
	20/06/2014	24,7	7,9		6,0			
	25/03/2015	22,7	8,2	41,0	1,6	50,0	<1,00	<0,50
Poço nº 31	20/02/2013	20,0	7,9	33,0	1,4	26,0		<0,5
Poço nº 31A	10/04/2013						<1,00	
	14/05/2014	22,7	8,0	32,6		25,0	<1,00	<0,50
	18/06/2014	23,0	7,9		1,1			
	25/03/2015	21,8	8,0	33,0	0,9	28,0	<1,00	<0,50
Poço nº 32	20/02/2013	20,0	7,9	34,0	1,4	32,0		<0,50
	10/04/2013						<1,00	
	25/03/2015	22,1	8,0	34,0	0,9	27,0	<1,00	<0,50
Poço nº 32A	14/05/2014	22,7	8,0	32,9		28,0	<1,00	<0,50
	18/06/2014	22,9	8,0		1,0			
Poço nº 33	20/02/2013	21,0	7,9	48,0	1,3	72,0		<0,50
Poço nº 33A	10/04/2013						<1,00	
	14/05/2014	23,1	8,0	49,5		77,0	<1,00	<0,50
	18/06/2014	23,6	7,9		1,2			
	25/03/2015	21,3	8,0	52,0	1,1	84,0	<1,00	<0,50
Normas de Qualidade e Limiares de Qualidade			5,5 - 9,0	2500		250		
			A1- VMR=6,5-8,5 A2-VMR=5,5-9,0 A2-VMR=5,5-9,0	A1- VMR= 1000 A2-VMR=1000 A3- VMR=1000		A1- VMR= 200 A2-VMR=200 A3- VMR=200		

Data Amostragem					18/04/2012	18/04/2012	18/04/2012	18/04/2012	
Captação					Santas - AC1	Santas - AC2	Faralhão - JK1	Faralhão - CBR3	
Tabela A.IV. 5 – Parâmetros e características do programa de monitorização									
DQA Valências	Elementos Físico-químicos		Anexo I DL236/1998		DL306/2007				
	Parâmetros	Unidades	V.Recomendado	V.Admissível	V.Paramétrico				
Condições Térmicas	Temperatura	°C	22	25	---	20	19	19	22
Condições de Oxigenação	Carbono Orgânico Total	mg/l C	---	---	---	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
	Oxigénio dissolvido	mg/l O ₂	---	---	---	3,8	5,6	5,4	3,8
	Oxigénio dissolvido	%	70	---	70	42	60	58	43
Salinidade	Condutividade	µS/cm	1000	---	2500	180	190	180	280
Estado de Acidificação	pH	Escala de Sorensen	>= 6,5 e <= 8,5	---	>= 6,5 e <= 9	6,8	6	6,2	7,4
	Alcalinidade	mg/l CaCO ₃	---	---	---	82	18	<15	100
	Dureza	mg/l CaCO ₃	---	---	---	42	34	32	86
Nutrientes	Azoto Amoniacal	mg/l NH ₄ ⁺	0,05	---	0,5	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	25	50	50	5,4	13	14	2,2
	Nitritos	mg/l NO ₂	---	---	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Azoto Total	mg/l N	---	---	---	2	4,7	3,5	<2,0
	AzotoKjeldahl	mg/l N	1	---	---	0,7	1	<0,5	<0,5
	Fósforo Total	mg/l P	---	---	---	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
	Fosfatos (Ortofosfatos)	mg/l P ₂ O ₅	0,4	---	---	<0,14	<0,14	<0,14	<0,14
	Sílica	mg/l SiO ₂	---	---	---	<4,3	<4,3	<4,3	<4,3
	Cloretos	mg/l Cl	200	---	250	25	42	38	29
DQA Valências	Características microbiológicas								
	Parâmetros	Unidades							
	Coliformes totais	Nº/100 ml	50		0	0	0	0	0
	Coliformes fecais	Nº/100 ml	20		---	0	0	0	0
	Escherichia coli	Nº/100 ml	---		0	0	0	0	0
	Streptococos fecais	Nº/100 ml	20		---	0	0	0	0
	Salmonelas		ausência em 5000ml		---	Neg./5 l	Neg./5 l	Neg./5 l	Neg./5 l

Parâmetros e características do programa de monitorização - ÁGUAS DO SADO - 2ª Campanha 2012

Elementos Físico-químicos			Anexo I DL236/1998		DL306/2007
DQA Valências	Parâmetros	Unidades	V.Recomendado	V.Admissível	V.Paramétrico
Condições Térmicas	Temperatura	°C	22	25	---
	Carbono Orgânico Total	mg/l C	---	---	---
Condições de Oxigenação	Oxigénio dissolvido	mg/l O ₂	---	---	---
	Oxigénio dissolvido	%	70*	---	---
Salinidade	Condutividade	µS/cm	1000	---	2500
Estado de Acidificação	pH	Escala de Sorensen	≥ 6,5 e ≤ 8,5	---	≥ 6,5 e ≤ 9
	Alcalinidade	mg/l CaCO ₃	---	---	---
	Dureza	mg/l CaCO ₃	---	---	---
Nutrientes	Azoto Amoniacal	mg/l NH ₄ ⁺	0,05	---	0,5
	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	25	50	50
	Nitritos	mg/l NO ₂	---	---	0,5
	Azoto Total	mg/l N	---	---	---
	AzotoKjeldahl	mg/l N	1	---	---
	Fósforo Total	mg/l P	---	---	---
	Fosfatos (Ortofosfatos)	mg/l P ₂ O ₅	0,4	---	---
	Silica	mg/l SiO ₂	---	---	---
	Cloretos	mg/l Cl	200	---	250
Características microbiológicas			Anexo I DL236/1998		DL306/2007
DQA Valências	Parâmetros	Unidades	V.Recomendado	V.Admissível	V.Paramétrico
	Coliformes totais	Nº/100 ml	50	---	0
	Coliformes fecais	Nº/100 ml	20	---	---
	Escherichia coli	Nº/100 ml	---	---	0
	Estreptococos fecais	Nº/100 ml	20	---	---
	Salmonelas		ausência em 5000ml	---	---
Outras Substâncias			Anexo I DL236/1998		DL306/2007
DQA Valências	Parâmetros	Unidades	V.Recomendado	V.Admissível	V.Paramétrico
Substâncias prioritárias	Cádmio dissolvido	mg/l	0,001	0,005	0,005
	Chumbo dissolvido	mg/l	---	0,05	0,025
Outros poluentes	Mercúrio dissolvido	mg/l	0,0005	0,001	0,001
	Cobre	mg/l	0,02	0,05	2
	Ferro dissolvido	mg/l	0,1	0,3	0,2
	Manganês	mg/l	0,05	---	0,05
	Zinco	mg/l	0,5	3	---
	Arsénio	mg/l	0,01	0,05	0,01
	Crómio	mg/l	---	0,05	0,05
	Bário	mg/lBa	---	0,1	---
	Boro	mg/lB	1	---	1
	Sulfatos	mg/lSO ₄	150	250	250
	Cianetos	mg/lCN	---	0,05	0,05
	Fenóis	mg/lC6H5OH	---	0,001	---
	Hidrocarbonetos dissolvidos e emulsionados	mg/l	---	0,05	---
	Hidrocarbonetos aromáticos e polinucleares	µg/l	---	0,2	0,1
	Pesticidas totais /Substâncias individuais	µg/l	---	1	0,5

* VmR

23/10/2012	23/10/2012	23/10/2012	23/10/2012
Santas - AC1	Santas - AC2	Faralhão - JK1	Faralhão - CBR3
22	21	21	23
<1,7	<1,7	<1,7	<1,7
3,4	4,8	4	4,3
39	54	44	50
150	200	190	280
6,9	6,6	6,6	7,6
29	15	16	92
26	42	30	82
<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
9,7	15	16	1,4
<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
2,8	4,1	4,5	<2,2
0,6	0,7	0,9	1
0,05	<0,03	<0,03	<0,03
<0,14	<0,14	<0,14	<0,14
<4,3	<4,3	<4,3	<4,3
22	43	38	30
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
0	0	0	0
Neg./5 l	Neg./5 l	Neg./5 l	Neg./5 l
<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003
<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
<0,01	<0,06	0,01	<0,01
<0,01	0,03	<0,01	<0,01
<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
0,002	<0,001	<0,001	0,005
<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
15	<15	<15	15
<0,010	<0,010	<0,010	<0,010
<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
<0,060	<0,060	<0,060	<0,060

Parâmetros e características do programa de monitorização - ÁGUAS DO SADO - 1ª Campanha 2013

Elementos físico-químicos			Anexo I DL236/1998		DL306/2007	16/04/2013	16/04/2013	16/04/2013	16/04/2013
DQA Valências	Parâmetros	Unidades	V.Recomendado	V.Admissível	V.Paramétrico	Santas_AC1	Santas_AC2	Faralhão_JK1	Faralhão_CBR3
Condições Térmicas	Temperatura	°C	22	25	---	21	21	21	25
Condições de Oxigenação	Carbono Orgânico Total	mg/l C	---	---	---	<1,5	<1,5	<1,5	<1,5
	Oxigénio dissolvido	mg/l O ₂	---	---	---	3,9	4,7	5	4,8
	Oxigénio dissolvido	%	70	---	70	44	53	56	59
Salinidade	Condutividade	µS/cm	1000	---	2500	160	280	190	280
Estado de Acidificação	pH	scala de Sorensen	≥ 6,5 e ≤ 8,5	---	≥ 6,5 e ≤ 9	6,5	5,8	6	7,8
	Alcalinidade	mg/l CaCO ₃	---	---	---	46	16	18	99
	Dureza	mg/l CaCO ₃	---	---	---	36	52	26	80
Nutrientes	Azoto Amoniacal	mg/l NH ₄ ⁺	0,05	---	0,5	<0,1	<0,1	0,1	0,1
	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	25	50	50	5,2	17	15	2,4
	Nitritos	mg/l NO ₂	---	---	0,5	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
	Azoto Total	mg/l N	---	---	---	<2,2	3,6	3,4	<2,2
	AzotoKjeldahl	mg/l N	1	---	---	<0,5	<0,5	0,5	0,5
	Fósforo Total	mg/l P	---	---	---	0,22	<0,03	<0,03	0,03
	Fosfatos (Ortofosfatos)	mg/l P ₂ O ₅	0,4	---	---	0,5	<0,07	<0,07	0,07
	Sílica	mg/l SiO ₂	---	---	---	<4,3	<4,3	<4,3	<4,3
	Cloretos	mg/l Cl	200	---	250	25	68	40	30
Características microbiológicas			Anexo I DL236/1998		DL306/2007				
DQA Valências	Parâmetros	Unidades	V.Recomendado	V.Admissível	V.Paramétrico				
	Coliformes totais	Nº/100 ml	50		0	0	0	0	0
	Coliformes fecais	Nº/100 ml	20		---	0	0	0	0
	Escherichia coli	Nº/100 ml	---		0	0	0	0	0
	Streptococos fecais	Nº/100 ml	20		---	0	0	0	0
	Salmonelas		ausência em 5000ml			---	Neg./5 l	Neg./5 l	Neg./5 l

Parâmetros e características do programa de monitorização - ÁGUAS DO SADO - 2ª Campanha 2013

Elementos físico-químicos				Anexo I DL236/1998		DL306/2007	22/10/2013	22/10/2013
DQA Valências	Parâmetros	Método analítico	Unidades	V.Recomendado	V.Admissível	V.Paramétrico	Faralhão_JK1	Faralhão_CBR3
Condições Térmicas	Temperatura	SMEWW 2550 B	°C	22	25	---	24	23
Condições de Oxigenação	Carbono Orgânico Total	PEFQ57.PC3,Ed. Nº5(SMEWW 5310 B)	mg/l C	---	---	---	<1,5	<1,5
	Oxigénio dissolvido	SMEWW 4500 OG	mg/l O ₂	---	---	---	4,6	5,2
	Oxigénio dissolvido	SMEWW 4500 OG	%	70	---	70	54	61
Salinidade	Condutividade	SMEWW 2510 B	µS/cm	1000	---	2500	180	290
Estado de Acidificação	pH	PEFQ01ag.PC3,Ed.nº4	Escala de Sorensen	≥ 6,5 e ≤ 8,5	---	≥ 6,5 e ≤ 9	6	7,7
	Alcalinidade	NP EN ISSO 9963-1:2000	mg/l CaCO ₃	---	---	---	23	91
	Dureza	SMEWW 2340 C	mg/l CaCO ₃	---	---	---	26	80
Nutrientes	Azoto Amoniacal	ISSO 11732:2005	mg/l NH ₄ ⁺	0,05	---	0,5	<0,1	<0,1
	Nitratos	ISSO 13395: 1996	mg/l NO ₃ ⁻	25	50	50	12	1,1
	Nitritos	ISSO 13395:1996	mg/l NO ₂	---	---	0,5	<0,05	<0,05
	Azoto Total	PEFQ76.ag.PC3,Ed.Nº1	mg/l N	---	---	---	4	<2,2
	AzotoKjeldahl	PEFQ21.ag.PC3,Ed.nº2	mg/l N	1	---	---	0,5	0,6
	Fósforo Total	SMEWW	mg/l P	---	---	---	<0,03	<0,03
	Fosfatos (Ortofosfatos)	SMEWW 4500-P E	mg/l P ₂ O ₅	0,4	---	---	<0,06	<0,06
	Sílica	SMEWW 4500-slo2 C	mg/l SiO ₂	---	---	---	<4,3	<4,3
Cloretos	SMEWW 4500 Cl B	mg/l Cl	200	---	250	38	29	
Características microbiológicas				Anexo I DL236/1998		DL306/2007		
DQA Valências	Parâmetros		Unidades	V.Recomendado	V.Admissível	V.Paramétrico		
	Coliformes totais	PEM09ag.PC3, Ed.nº3 (ISO9308-1:2000)	Nº/100 ml	50	---	0	0	0
	Coliformes fecais	PEM09ag.PC3, Ed.nº3 (ISO9308-1:2000)	Nº/100 ml	20	---	---	0	0
	Escherichia coli	PEM09ag.PC3, Ed.nº3 (ISO9308-1:2000)	Nº/100 ml	---	---	0	0	0
	Estreptococos fecais	ISSO 7899-2:2000	Nº/100 ml	20	---	---	0	0
	Salmonelas	VIDAS SLM AFNOR BIO 12/16-09/05		ausência em 5000ml	---	---	---	Neg./5 l
Outras Substâncias				Anexo I DL236/1998		DL306/2007		
DQA Valências	Parâmetros		Unidades	V.Recomendado	V.Admissível	V.Paramétrico		
Substâncias prioritárias	Cádmio dissolvido		mg/l	0,001	0,005	0,005	<0,0005	<0,0005
	Chumbo dissolvido		mg/l	---	0,05	0,025	0,002	<0,002
	Mercúrio dissolvido		mg/l	0,0005	0,001	0,001	<0,0003	<0,0003
Outros poluentes	Cobre		mg/l	0,02	0,05	2	<0,010	<0,010
	Ferro dissolvido		mg/l	0,1	0,3	0,2	0,05	0,03
	Manganês		mg/l	0,05	---	0,05	<0,010	<0,010
	Zinco		mg/l	0,5	3	---	0,02	<0,010
	Arsénio		mg/l	0,01	0,05	0,01	<0,001	0,003
	Crómio		mg/l	---	0,05	0,05	<0,010	<0,010
	Bário		mg/lBa	---	0,1	---	0,07	<0,05
	Boro		mg/lB	1	---	1	<0,03	<0,03
	Sulfatos		mg/ISO ₄	150	250	250	<15	19
	Cianetos		mg/ICN	---	0,05	0,05	<0,010	<0,010
	Fenóis		mg/lC6H5OH	---	0,001	---	<0,001	<0,001
	Hidrocarbonetos dissolvidos e emulsionados		mg/l	---	0,05	---	<0,1	<0,1
	Hidrocarbonetos aromáticos e polinucleares		µg/l	---	0,2	0,1	<0,015	<0,015
Pesticidas totais /Substâncias individuais		µg/l	---	1	0,5			

Laboratório Subcontratado: QUIMITESTE

Parâmetros e características do programa de monitorização - ÁGUAS DO SADO - 1ª Campanha 2014						4694	4695
Elementos físico-químicos			Anexo I DL236/1998		DL306/2007	15/04/2014	15/04/2014
DQA Valências	Parâmetros	Unidades	V.Recomendado	V.Admissível	V.Paramétrico	Faralhão JK1	Faralhão CBR3
Condições Térmicas	Temperatura	°C	22	25	---	20	22
Condições de Oxigenação	Carbono Orgânico Total	mg/l C	---	---	---	<1,5	<1,5
	Oxigénio dissolvido	mg/l O ₂	---	---	---	9,3	9,6
	Oxigénio dissolvido	%	70	---	70	102	110
Salinidade	Condutividade	µS/cm	1000	---	2500	210	300
Estado de Acidificação	pH	Escala de Sorensen	≥ 6,5 e ≤ 8,5	---	≥ 6,5 e ≤ 9	6	7,2
	Alcalinidade	mg/l CaCO ₃	---	---	---	22	110
	Dureza	mg/l CaCO ₃	---	---	---	28	82
Nutrientes	Azoto Amoniacal	mg/l NH ₄ ⁺	0,05	---	0,5	<0,1	<0,1
	Nitratos	mg/l NO ₃ ⁻	25	50	50	12	<2,0
	Nitritos	mg/l NO ₂	---	---	0,5	<0,05	<0,05
	Azoto Total	mg/l N	---	---	---	3,1	<2,2
	AzotoKjeldahl	mg/l N	1	---	---	<0,5	1
	Fósforo Total	mg/l P	---	---	---	<0,03	<0,03
	Fosfatos (Ortofosfatos)	mg/l P ₂ O ₅	0,4	---	---	<0,06	<0,06
	Sílica	mg/l SiO ₂	---	---	---	24	28
	Cloretos	mg/l Cl	200	---	250	40	31
Características microbiológicas			Anexo I DL236/1998		DL306/2007		
DQA Valências	Parâmetros	Unidades	V.Recomendado	V.Admissível	V.Paramétrico		
	Coliformes totais	Nº/100 ml	50		0	0	0
	Coliformes fecais	Nº/100 ml	20		---	0	0
	Escherichia coli	Nº/100 ml	---		0	0	0
	Estreptococos fecais	Nº/100 ml	20		---	0	0
	Salmonelas			ausência em 5000ml		---	Neg./5 l

Laboratório Subcontratado: QUIMITESTE

Monitorização das captações ARH Alentejo - Autocontrolo qualitativo - 2ª Campanha 2014

Pólo de Captação							Pólo de Captação Faralhão					
Captação							JK1	CBR3				
Data							21.10.2014	23.10.2014				
Hora							16:00	14:00				
Elementos Físico-químicos							Anexo I DL236/1998		DL306/2007			
DQA Valências	Parâmetros	Unidades	Método analítico *	Limite quantificação	Estimativa Incerteza	Limite de deteção	V.Recomendado	V.Admissível	V.Paramétrico	Resultado	Resultado	
Condições Térmicas	Temperatura	°C	PEFQ58ag.PC3 Ed nº 2 equivalente a SMEWW 2550 B,21ª Edição(Termometria)	2	0,5°C	1	22	25	---	24	23	
		mg/l C	PEFQ57ag.PC3 Ed nº7 (SMEWW 5310 B,21ª Edição) (Combustão e infravermelho)	1,5	16% 20%(LQ)	0,5	---	---	---	<1,5	<1,5	
Condições de Oxigenação	Oxigénio dissolvido	mg/l O ₂	PEFQ66ag.PC3 Ed nº3 equivalente a SMEWW 4500 OG, B,21ª Edição(Electrometria)	2	12% 20%(LQ)	0,7	---	---	---	4,9	5,4	
		%	PEFQ66ag.PC3 Ed nº3 equivalente a SMEWW 4500 OG, B,21ª Edição(Electrometria)	20	12% 20%(LQ)	7	70	---	70	58	62	
Salinidade	Condutividade	µS/cm	PEFQO2ag.PC3 Ed nº6 equivalente a SMEWW 2510 B,21ª Edição	20	7% 12%(LQ)	7	1000	---	2500	170	270	
		Escala de Sorensen	PEFQ01ag.PC3 Ed nº4		0,2 unidades de pH		≥ 6,5 e ≤ 8,5	---	≥ 6,5 e ≤ 9	7,5	7,6	
Estado de Acidificação	Alcalinidade	mg/l CaCO ₃	NP EN ISSO 9963-1:2000	20	6% 8%(LQ)	7	---	---	---	<20	94	
		mg/l CaCO ₃	PEFQ17ag.PC3 Ed nº3 equivalente a SMEWW 2340 C,21ª Edição	5	10% 10%(LQ)	2	---	---	---	30	88	
Nutrientes	Azoto Amoniacal	mg/l NH ₄ ⁺	ISO 11732:2005(FIA)	0,1	15% 23%(LQ)	0,03	0,05	---	0,5	<0,15	<0,15	
		mg/l NO ₃ ⁻	ISO 13395:1996(FIA)	2	13% 18%(LQ)	0,6	25	50	50	19	2,1	
	mg/l NO ₂	ISO 13395:1996(FIA)	0,05	16% 19%(LQ)	0,02	---	---	0,5	<0,05	<0,05		
	mg/l N	PEFQ76ag.PC3 Ed nº1	2,2	26% 35%(LQ)	-	---	---	---	4,7	<2,2		
	mg/l N	PEFQ21ag.PC3 Ed nº2	1,8	12% 20%(LQ)	1	1	---	---	---	<0,5	<0,5	
	mg/l P	PEFQ11ag.PC3 Ed nº5 equivalente a SMEWW 4500-P E,21ª Edição	0,03	11% 16%(LQ)	0,01	---	---	---	---	<0,03	<0,03	
	mg/l P ₂ O ₅	PEFQ11ag.PC3 Ed nº5 equivalente a SMEWW 4500-PE,21ª Edição	0,07	11% 16%(LQ)	0,02	0,4	---	---	---	<0,06	<0,06	
	Silica	mg/l SiO ₂	PEFQ34ag.PC3 Ed nº3	4,3	13% 17%	1,4	---	---	---	16	15	
	Cloretos	mg/l Cl	PEFQ18ag.PC3 Ed. Nº5	0,01	17% 19%(LQ)	0,003	200	---	250	41	31	
Características microbiológicas												
DQA Valências	Parâmetros	Unidades										
	Coliformes Totais	Nº/100 ml	PEMO9ag.PC3 Ed nº4 (ISO9308-1:2000)(filtração por membrana)	0	0,13 log10	-	50		0	0	0	
	Coliformes Fecais	Nº/100 ml	PEMO9ag.PC3 Ed nº4 (ISO9308-1:2000)(filtração por membrana)	0	0,13 log10	-	20		---	0	0	
	Escherichia coli	Nº/100 ml	PEMO9ag.PC3 Ed nº4 (ISO9308-1:2000)(filtração por membrana)	0	0,13 log10	0	---		0	0	0	
	Streptococos fecais	Nº/100 ml	ISSO 7899-2:2000(filtração por membrana)	0	0,12 log10	0	20		---	0	0	
	Salmonelas	Nº/5000 ml	VIDAS SLM AFNOR BIO 12/16-09/05 ou ISSO 19250:2010	-	-	pos	ausência em 5000ml		---	Neg./5 l	Neg./5 l	
Outras Substâncias												
DQA Valências	Parâmetros	Unidades										
Substâncias prioritárias	Cádmio dissolvido	mg/l	US EPA 200,8,CSN EN ISSO 17294-2 (ICP-MS)	0,0004	10%	0,00013	0,001	0,005	0,005	<0,00040	<0,00040	
		mg/l	US EPA 200,7,ISO11885, CSNEN 12506,US EPA 6010,SM 3120	0,005	10%	0,0017	---	0,05	0,025	0,0193	0,0057	
	Mercúrio dissolvido	mg/l	EN 1483:2007(Espectrometria de absorção atómica por vapor frio)	0,0003	23% 29%(LQ)	0,0001	0,0005	0,001	0,001	<0,0003	<0,0003	
		mg/l	ISO 11885:2007 (ICP-OES)	0,01	12% 20%(LQ)	0,0033	0,02	0,05	2	0,028	<0,010	
	Ferro dissolvido	mg/l	ISO 11885:2007 (ICP-OES)	0,01	10% 20%(LQ)	0,0033	0,1	0,3	0,2	0,133	0,013	
		mg/l	ISO 11885:2007 (ICP-OES)	0,01	11% 20%(LQ)	0,033	0,05	---	0,05	<0,010	<0,010	
	Zinco	mg/l	ISO 11885:2007 (ICP-OES)	0,01	11% 20%(LQ)	0,0033	0,5	3	---	0,03	<0,010	
Outros poluentes	Arsénio	mg/l	PEFQ52ag.PC3 Ed nº10 (SMEWW 3114 C,21ª Edição)	0,001	15% 23%(LQ)	0,0003	0,01	0,05	0,01	<0,001	0,005	
		mg/l	ISO 11885:2007 (ICP-OES)	0,01	13% 20%(LQ)	0,003	---	0,05	0,05	<0,010	<0,010	
	Bário	mg/l	ISO 11885:2007 (ICP-OES)	0,05	15% 20%(LQ)	0,02	---	0,1	---	<0,010	<0,010	
	Boro	mg/l	ISO 11885:2007 (ICP-OES)	0,03	12% 20%(LQ)	0,01	1	---	1	0,07	<0,05	
	Sulfatos	mg/l	PEF39ag.PC3 Ed nº9 (SMEWW 4500 SO4 E,21ª Edição)	15	13%	5	150	250	250	<0,03	<0,03	
		mg/l	PEFQ28ag.PC3 Ed nº8 equivalente a SMEWW 4500-CN E,21ª Edição(Espectrofotometria de absorção molecular)	0,01	17% 19%(LQ)	0,003	---	0,05	0,05	<0,03	<0,03	
	Cianetos	mg/l	PEFQ69ag.PC3 Ed nº1	0,001	15%	0,001	---	0,001	---	<0,010	<0,010	
Fenóis	µg/l	PEFQ55ag.PC3 Ed nº9 (EPA 524.2:1995)	1	16% 24%(LQ)	0,3	---	---	---	<0,10	<0,10		
Tricloroetileno	µg/l	PEFQ55ag.PC3 Ed nº9 (EPA 524.2:1995)	1	19% 26%(LQ)	0,3	---	---	---	<0,10	<0,10		
Tetracloroetileno	µg/l	PEFQ55ag.PC3 Ed nº9 (EPA 524.2:1995)	1	19% 26%(LQ)	0,3	---	---	---	<0,10	<0,10		
Hidrocarbonetos C10-C40	Hidrocarbonetos aromáticos e polinucleares	µg/l	CSN EN ISSO 9377-2,Z1, TNRCC METHOD 1006	50	-	17	---	---	---	<50	<50	
		µg/l	Cálculo:IT14.PC3 Ed.nº4	0,015 **	42%	0,05	---	0,2	0,1	<0,015	<0,015	

* Laboratório contratado: Quimiteste

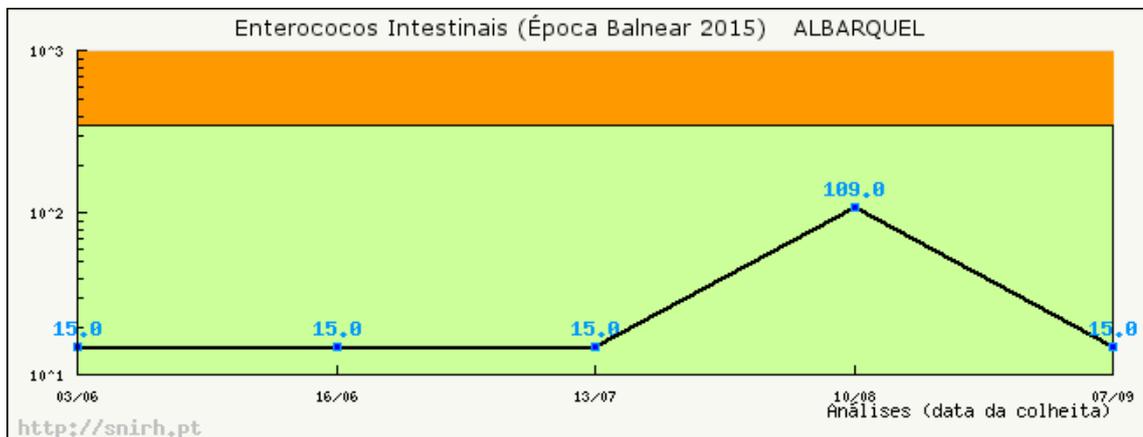
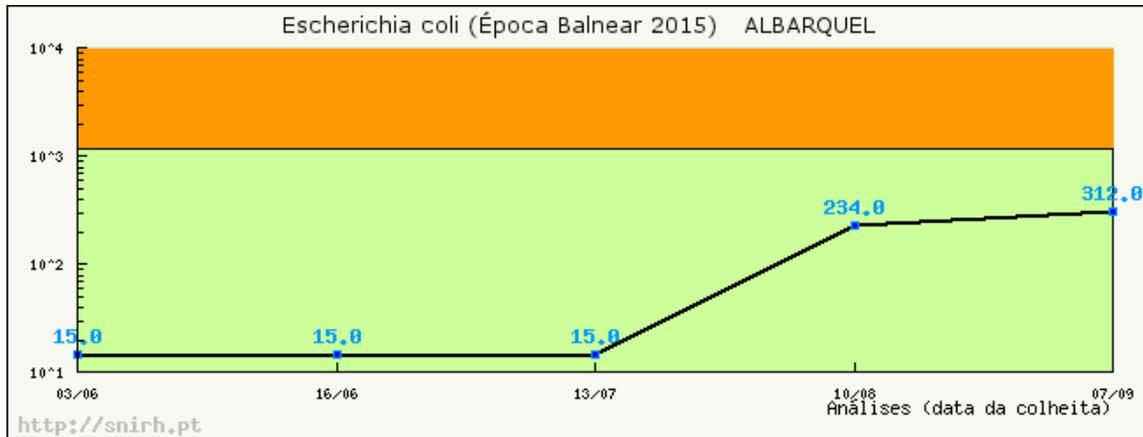
** LQ mais elevado

ANEXO 4

ÁGUAS BALNEARES



Albarquel



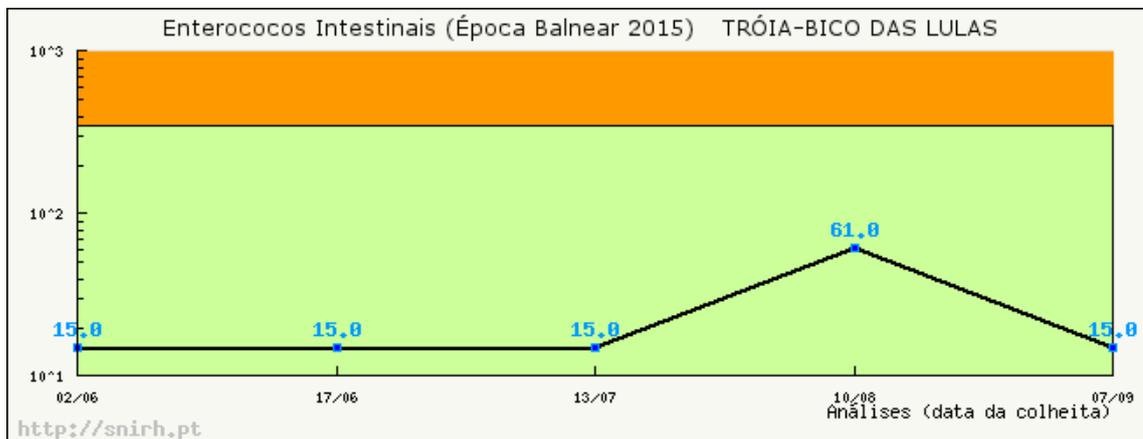
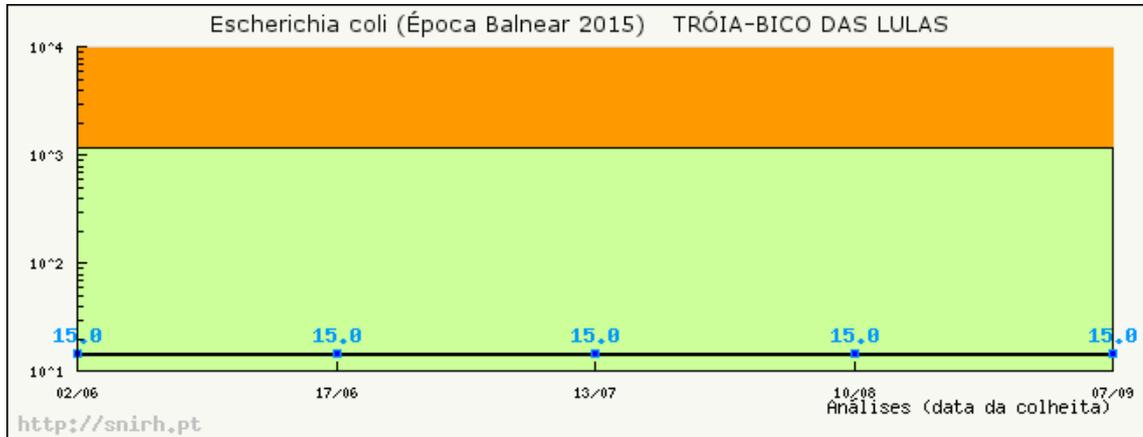
Os resultados obtidos para os parâmetros controlados (Escherichia coli e Enterococos intestinais), na época balnear de 2015 cumprem os valores limite aplicáveis.

Em relação ao Histórico das Classificações, a situação é a seguinte:

ANO	CLASSIFICAÇÃO
2014	EXCELENTE
2013	EXCELENTE
2012	EXCELENTE
2011	EXCELENTE
2010	BOA
2009	BOA
2008	ACEITÁVEL
2007	MÁ
2006	BOA

Desde 2009 que a classificação da qualidade da água desta praia é Boa e Excelente, nos anos mais recentes, sendo notória uma melhoria da mesma, a partir de 2007, ano em que obteve a classificação de Má.

Tróia - Bico das Lulas



Os resultados obtidos para os parâmetros controlados (Escherichia coli e Enterococos intestinais), na época balnear de 2015 cumprem os valores limite aplicáveis.

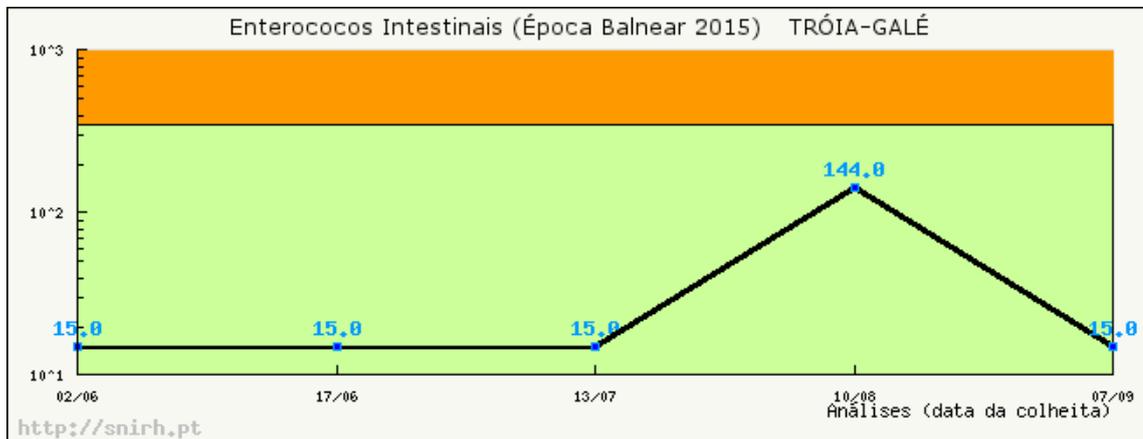
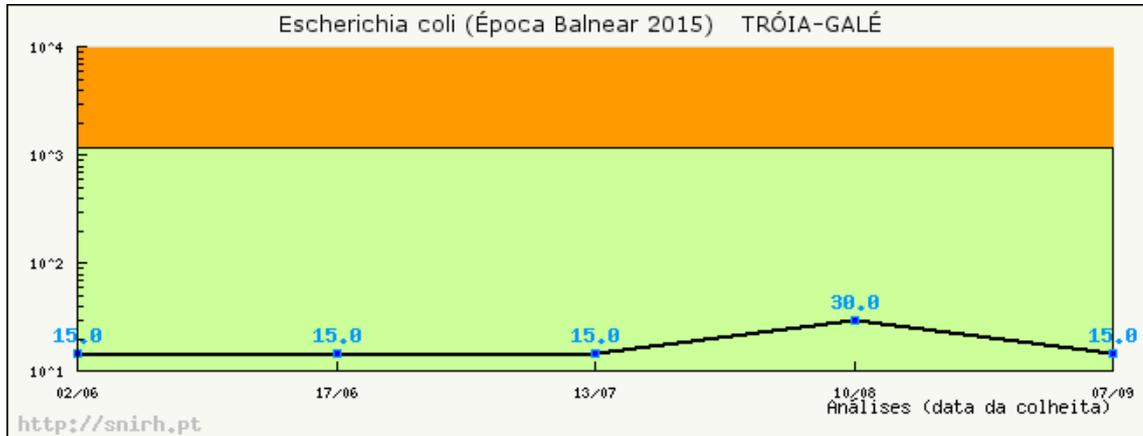
Em relação ao Histórico das Classificações, a situação é a seguinte:

ANO	CLASSIFICAÇÃO
2014	EXCELENTE
2013	EXCELENTE
2012	EXCELENTE
2011	EXCELENTE
2010	BOA
2009	BOA
2008	BOA
2007	BOA
2006	BOA

Desde 2006, a água desta praia apresenta qualidade Boa e Excelente, nas últimas épocas balneares.



Troia-Galé



Os resultados obtidos para os parâmetros controlados (Escherichia coli e Enterococos intestinais), na época balnear de 2015, cumprem os valores limite aplicáveis.

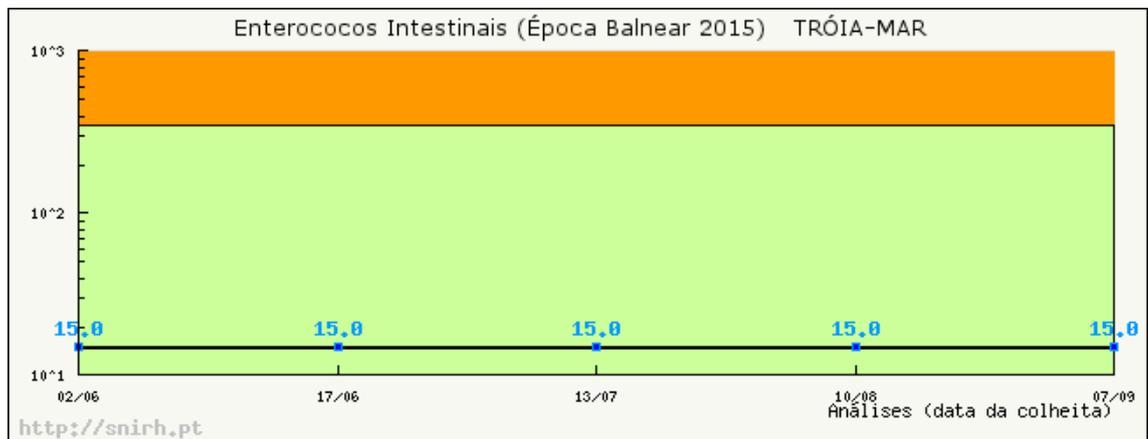
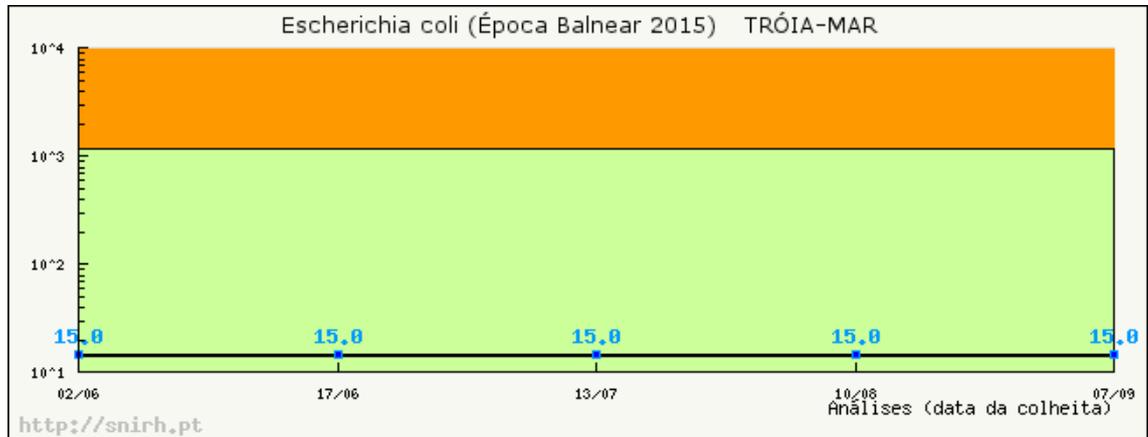
Em relação ao Histórico das Classificações, a situação é a seguinte:

ANO	CLASSIFICAÇÃO
2014	EXCELENTE
2013	EXCELENTE
2012	EXCELENTE
2011	EXCELENTE
2010	ACEITÁVEL
2009	BOA
2008	BOA
2007	BOA
2006	BOA

Desde 2006 até 2009 a água desta praia apresentou qualidade Boa. Em 2010, a qualidade foi Aceitável, sendo excelente a partir desse ano.



Tróia-Mar



Os resultados obtidos para os parâmetros controlados (Escherichia coli e Enterococos intestinais), na época balnear de 2015, cumprem os valores limite aplicáveis.

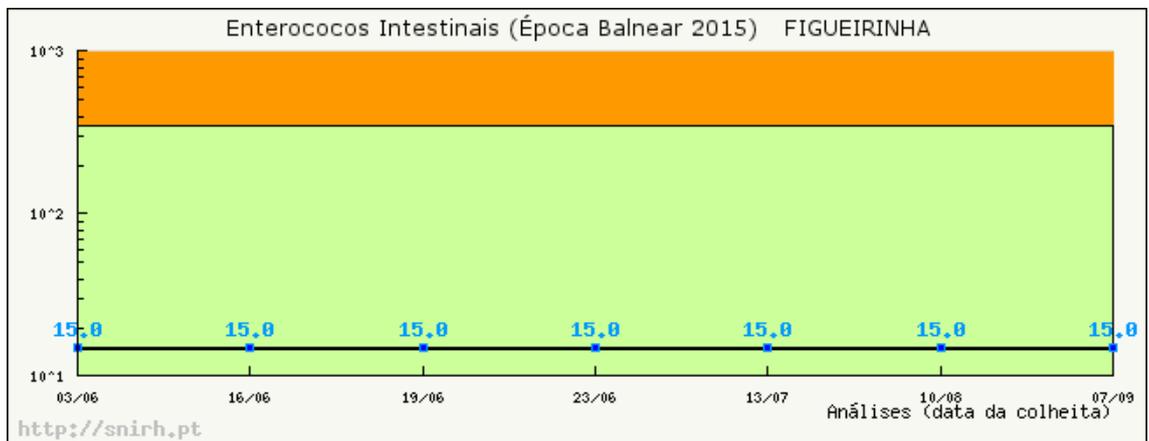
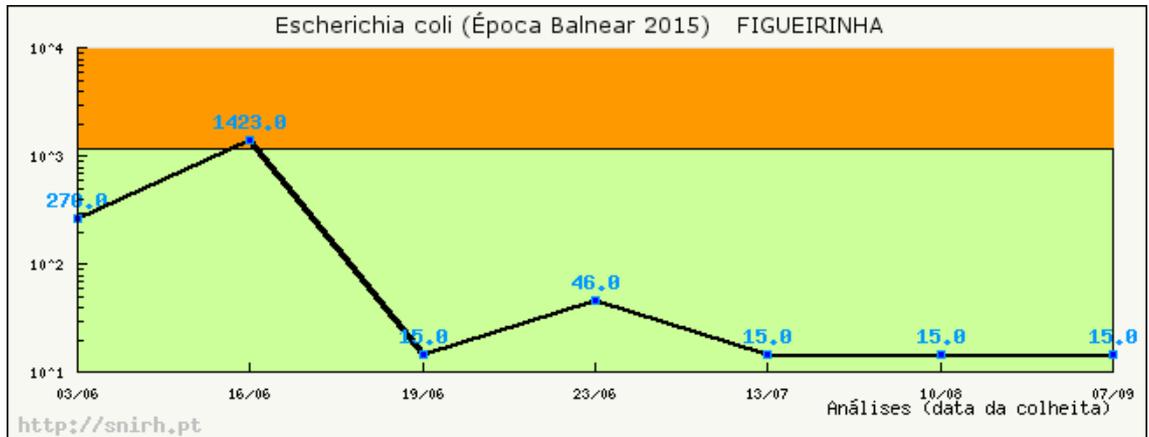
Em relação ao Histórico das Classificações, a situação é a seguinte:

ANO	CLASSIFICAÇÃO
2014	EXCELENTE
2013	EXCELENTE
2012	EXCELENTE
2011	EXCELENTE
2010	BOA
2009	BOA
2008	BOA
2007	BOA
2006	BOA

Desde 2006, a água desta praia apresenta qualidade Boa e Excelente, nas últimas épocas balneares.



Figueirinha



Os resultados obtidos para os parâmetros controlados (Escherichia coli e Enterococos intestinais), na época balnear de 2015, cumprem os valores limite aplicáveis.

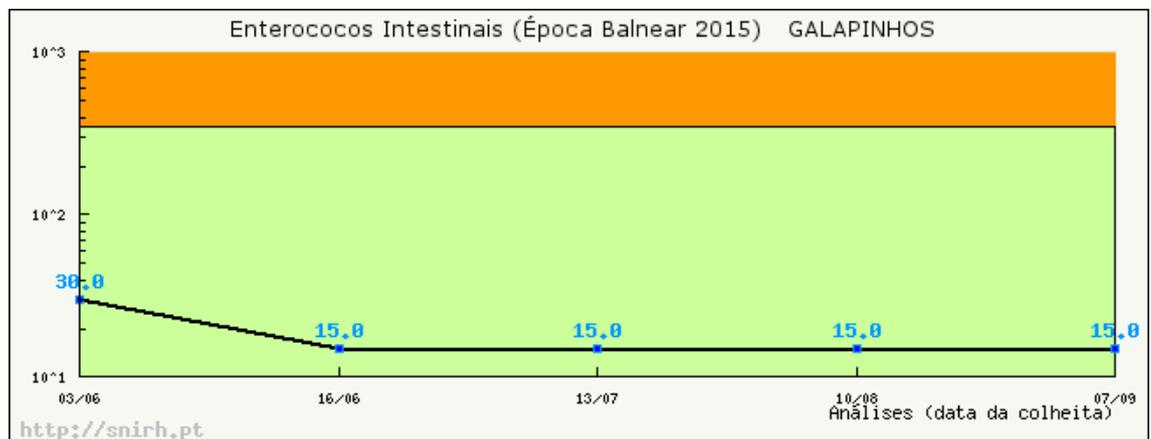
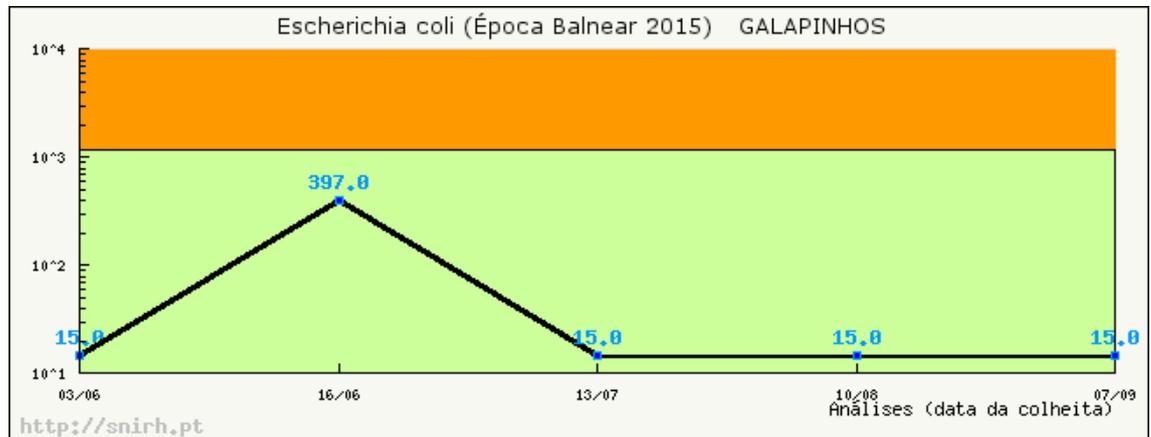
Em relação ao Histórico das Classificações, a situação é a seguinte:

ANO	CLASSIFICAÇÃO
2014	EXCELENTE
2013	EXCELENTE
2012	EXCELENTE
2011	EXCELENTE
2010	BOA
2009	BOA
2008	BOA
2007	BOA
2006	BOA

Desde 2006 que a classificação da qualidade da água desta praia é Boa e Excelente, nos últimos anos.



Galapinhos



Os resultados obtidos para os parâmetros controlados (Escherichia coli e Enterococos intestinais), na época balnear de 2015, cumprem os valores normativos aplicáveis.

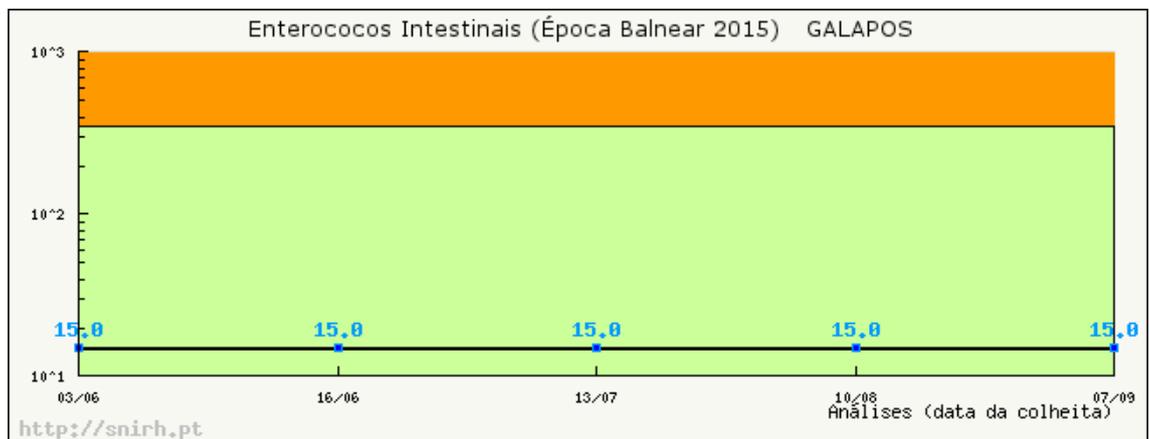
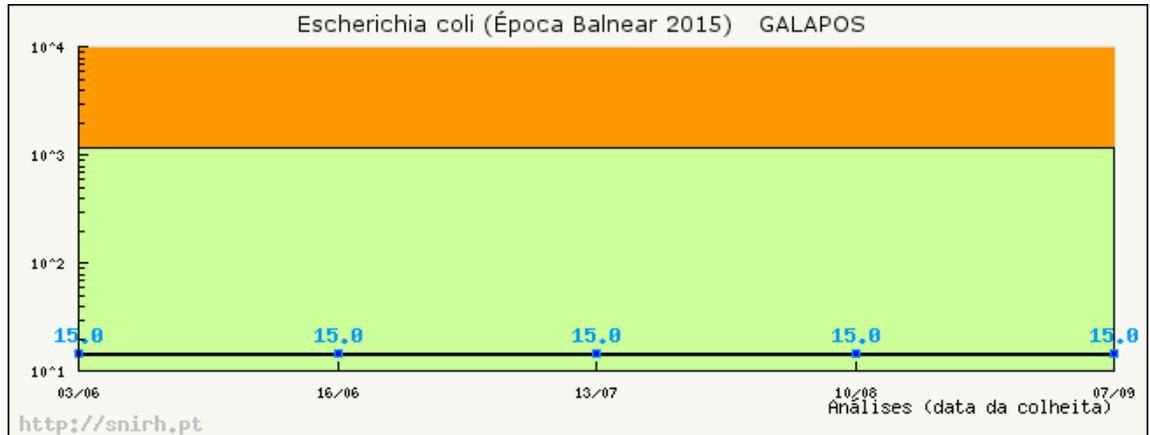
Em relação ao Histórico das Classificações, a situação é a seguinte:

ANO	CLASSIFICAÇÃO
2014	EXCELENTE
2013	EXCELENTE
2012	EXCELENTE
2011	BOA
2010	ACEITÁVEL
2009	BOA
2008	BOA
2007	BOA
2006	BOA

Desde 2006 que a classificação da qualidade da água desta praia é Boa e Excelente, com exceção do ano de 2010, em que obteve a classificação de Aceitável.



Galápos



Os resultados obtidos para os parâmetros controlados (Escherichia coli e Enterococos intestinais), na época balnear de 2015, cumprem os valores normativos aplicáveis.

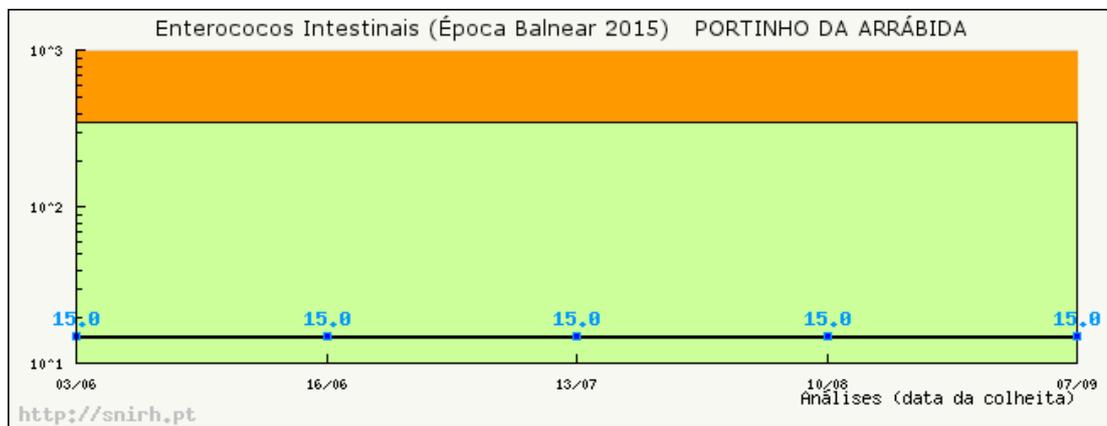
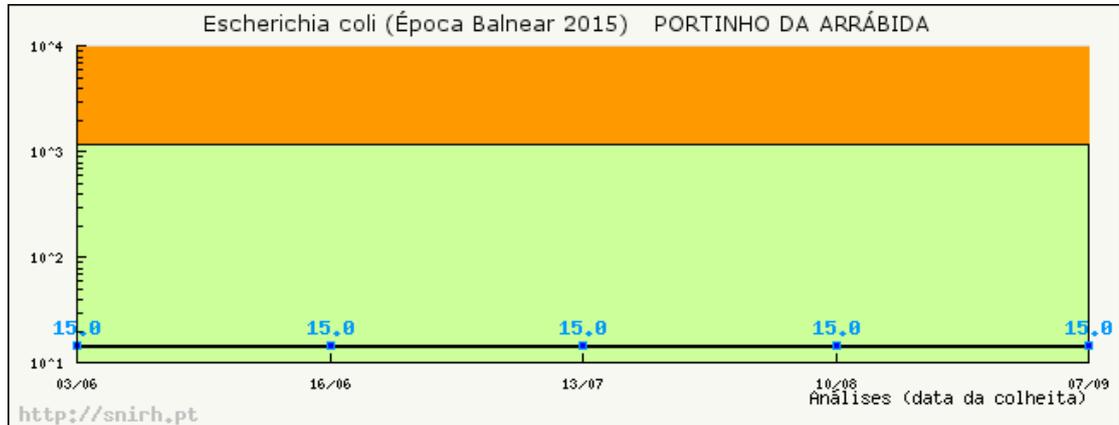
Em relação ao Histórico das Classificações, a situação é a seguinte:

ANO	CLASSIFICAÇÃO
2014	EXCELENTE
2013	EXCELENTE
2012	EXCELENTE
2011	EXCELENTE
2010	ACEITÁVEL
2009	BOA
2008	BOA
2007	BOA
2006	BOA

Desde 2006 que a classificação da qualidade da água desta praia é Boa e Excelente, com exceção do ano de 2010, em que obteve a classificação de Aceitável.



Portinho da Arrábida



Os resultados obtidos para os parâmetros controlados (Escherichia coli e Enterococos intestinais), na época balnear de 2015, cumprem os valores normativos aplicáveis.

Em relação ao Histórico das Classificações, a situação é a seguinte:

ANO	CLASSIFICAÇÃO
2014	EXCELENTE
2013	EXCELENTE
2012	EXCELENTE
2011	EXCELENTE
2010	BOA
2009	BOA
2008	BOA
2007	BOA
2006	BOA

Desde 2006, que a classificação da qualidade da água desta praia é Boa e Excelente.

ANEXO 5

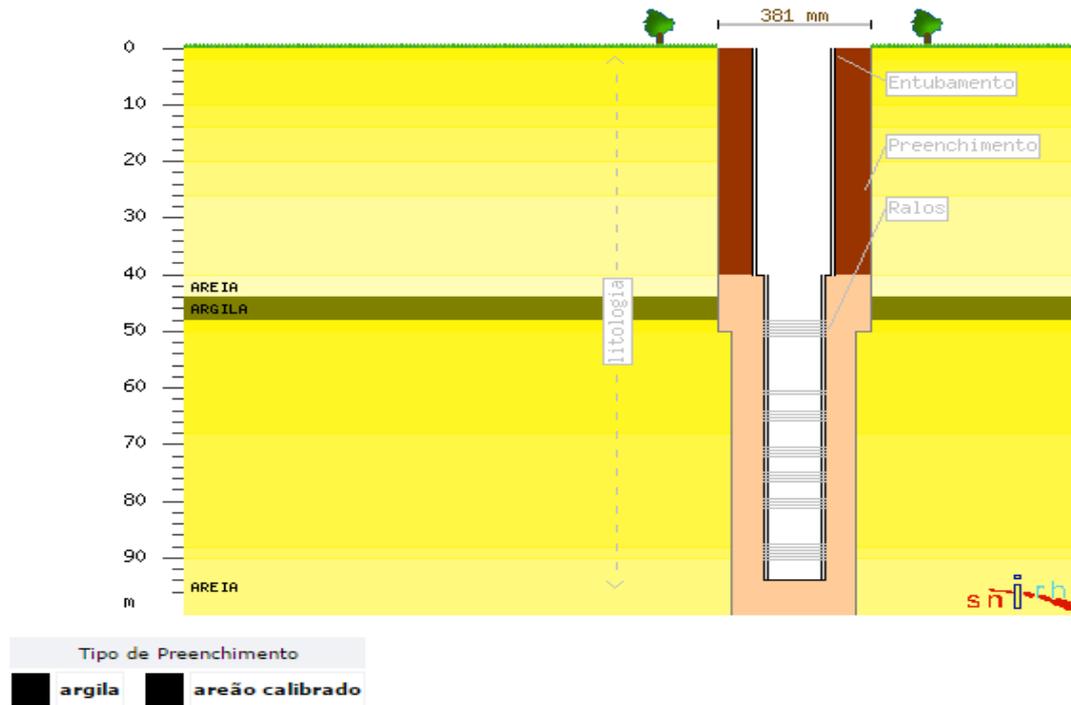
CARACTERÍSTICAS DOS PONTOS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA



Ponto de água/ Nº inventário	Rede	Tipo/Profundidade da perfuração	Localização (Concelho/freguesia/local)	Uso principal	Período de dados de qualidade/quantidade
466/21	Piezométrica	Furo vertical/268m	Setúbal/Sado/Mitrena-Moinho Novo		abril 1979 a novembro 2014
466/20	Piezométrica	Furo vertical	Setúbal/Sado/Mitrena-Moinho Novo		maio 1979 a fevereiro 1993
466/22	-	Furo vertical	Setúbal/Sado/Mitrena		Sem dados
466/28	-	Furo vertical	Setúbal/Sado		Sem dados
455/25	-	Furo vertical	Setúbal/Sado/Mitrena		Sem dados
455/27	-	Furo vertical	Setúbal/Sado		Sem dados
455/217	Piezométrica	Furo vertical	Setúbal/Sado/Herdade da Mitrena-Rapados		julho 1979 a janeiro 1993
455/216	Piezométrica	Poço	Setúbal/Sado/Herdade da Mitrena-Cajados		julho 1979 a janeiro de 1993
455/10	Piezométrica	Furo vertical	Setúbal/Sado/Herdade da Mitrena		maio 1979 a janeiro de 1993
455/8	Piezométrica	Furo vertical	Setúbal/Sado/Herdade da Mitrena		agosto 1980 a junho 1992
455/77	-	Furo vertical	Setúbal/São Sebastião/Herdade de Santas		Sem dados
455/40	Qualidade	Furo vertical 100m	Setúbal/São Sebastião/Santas	Abastecimento público	março 2000 a abril 2013 (com interrupções)
455/7	Qualidade	Furo vertical 185m	Setúbal/São Sebastião/Santas		abril 2013
455/19	-	Furo vertical	Setúbal/São Sebastião		Sem dados
454/285	-	Furo vertical	Setúbal/São Sebastião		Sem dados
455/5	-	Furo vertical	Setúbal/Sado		Sem dados
455/525	Qualidade	Furo vertical 251m	Setúbal/Sado/Faralhão	Abastecimento público	abril 2013 e outubro 2013
455/391	Qualidade	Furo vertical	Setúbal/Sado/Faralhão	Abastecimento público	abril 2013 e outubro 2013
455/68	-	Furo vertical	Setúbal/Sado		Sem dados
465/13	-	Poço	Grândola/Carvalhal		Sem dados
465/15	-	Poço	Grândola/Carvalhal		Sem dados
465/14	-	Poço	Grândola/Carvalhal		Sem dados
466/24	-	Poço	Grândola/Carvalhal		Sem dados
466/45	-	Furo vertical	Grândola/Carvalhal/Troia		Dados de 1 dia de observação de campo de nível piezométrico
466/44	-	Furo vertical	Grândola/Carvalhal		Sem dados
475/15	-	Furo vertical	Grândola/Carvalhal/Sta. Mónica		Sem dados

Ponto de água- 455/40 (Rede Qualidade- abastecimento público)

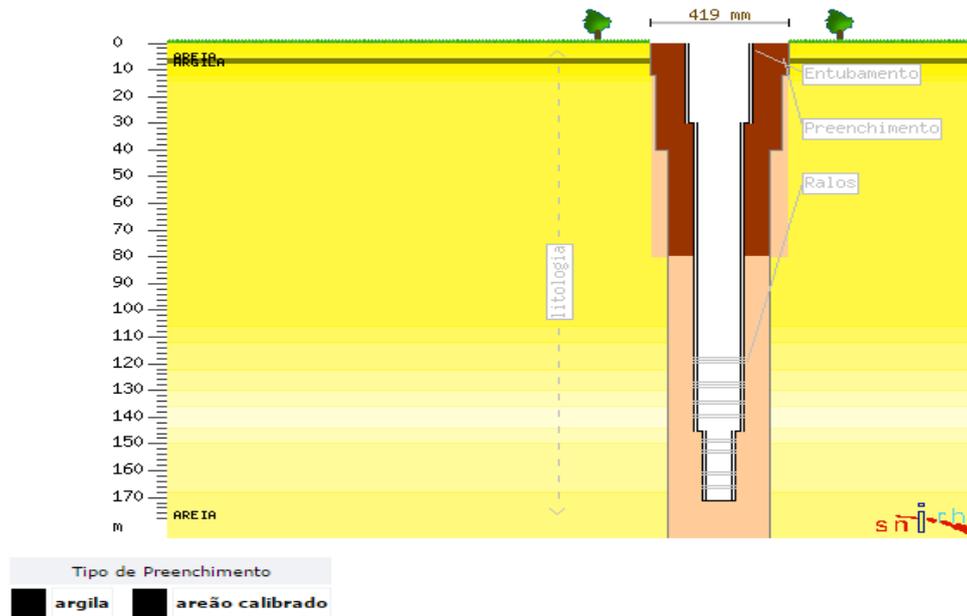
Litologia e Geometria



Isovalores médios de cloretos em 2013 (mg/l) – 68 (NQ- VMR- 200 mg/l)

Ponto de água- 455/7 (Rede Qualidade- abastecimento público)

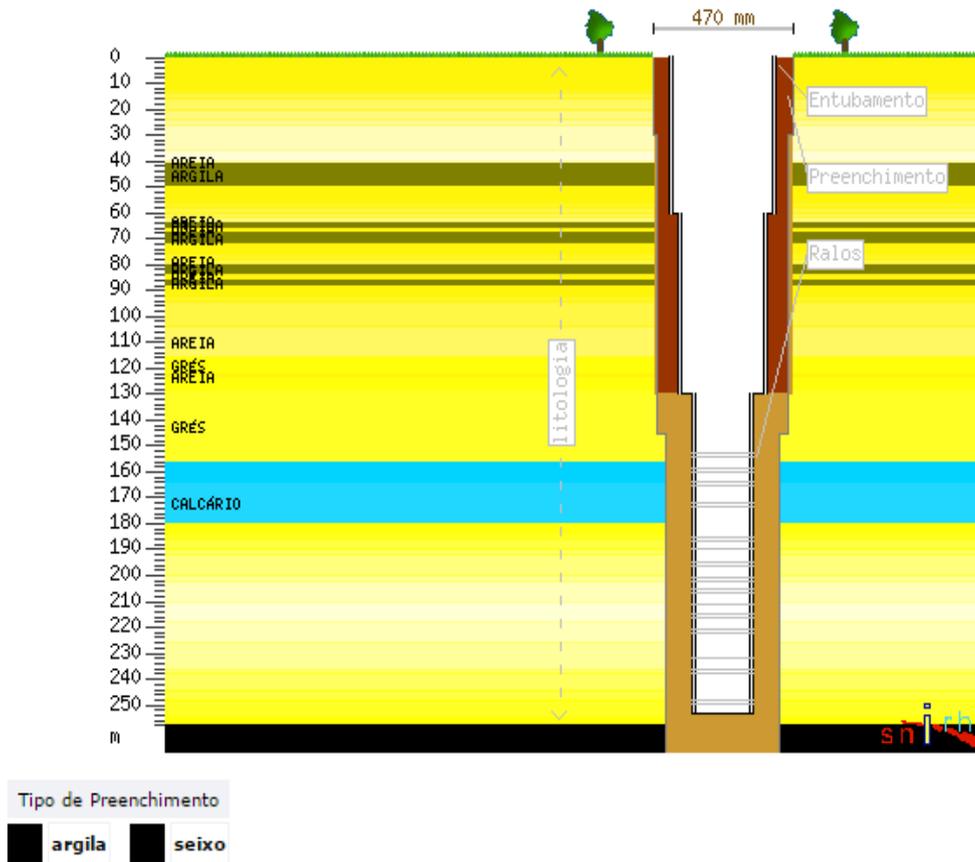
Litologia e Geometria



Isovalores médios de cloretos em 2013 (mg/l) – 25 (NQ- VMR- 200 mg/l)

Ponto de água- 466/21 (Rede Quantidade)

Litologia e Geometria





Ponto de água- 455/525 (Rede Qualidade- abastecimento público)

Litologia e Geometria

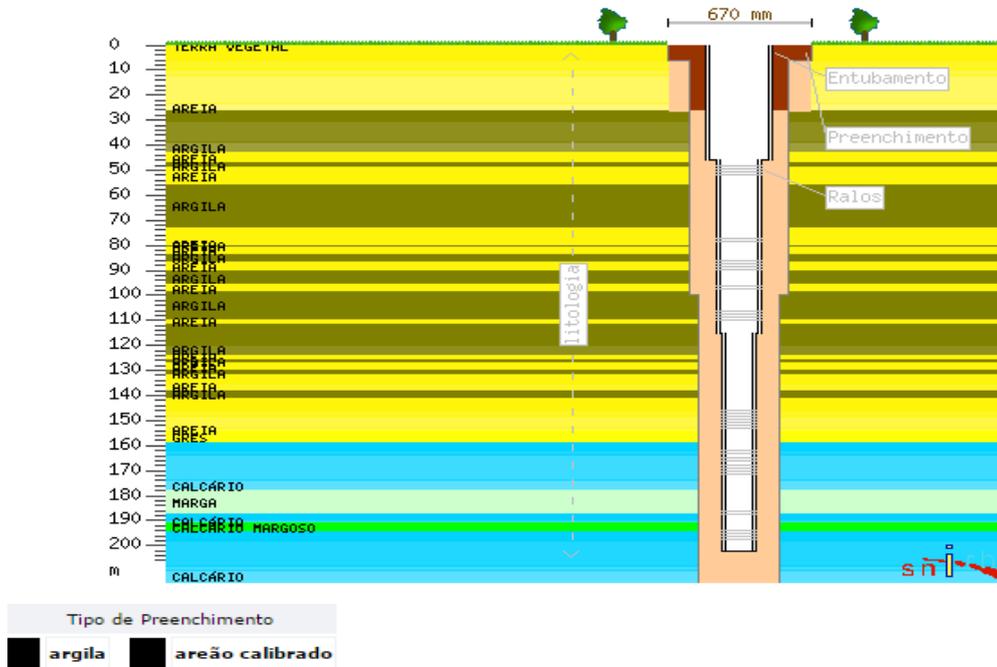


Tipo de Preenchimento	
 argila	 compactonite
 seixo calibrado	

Isovalores médios de cloretos em 2013 (mg/l) – 29,5 (NQ- VMR- 200 mg/l)

Ponto de água- 455/391 (Rede Qualidade- abastecimento público)

Litologia e Geometria

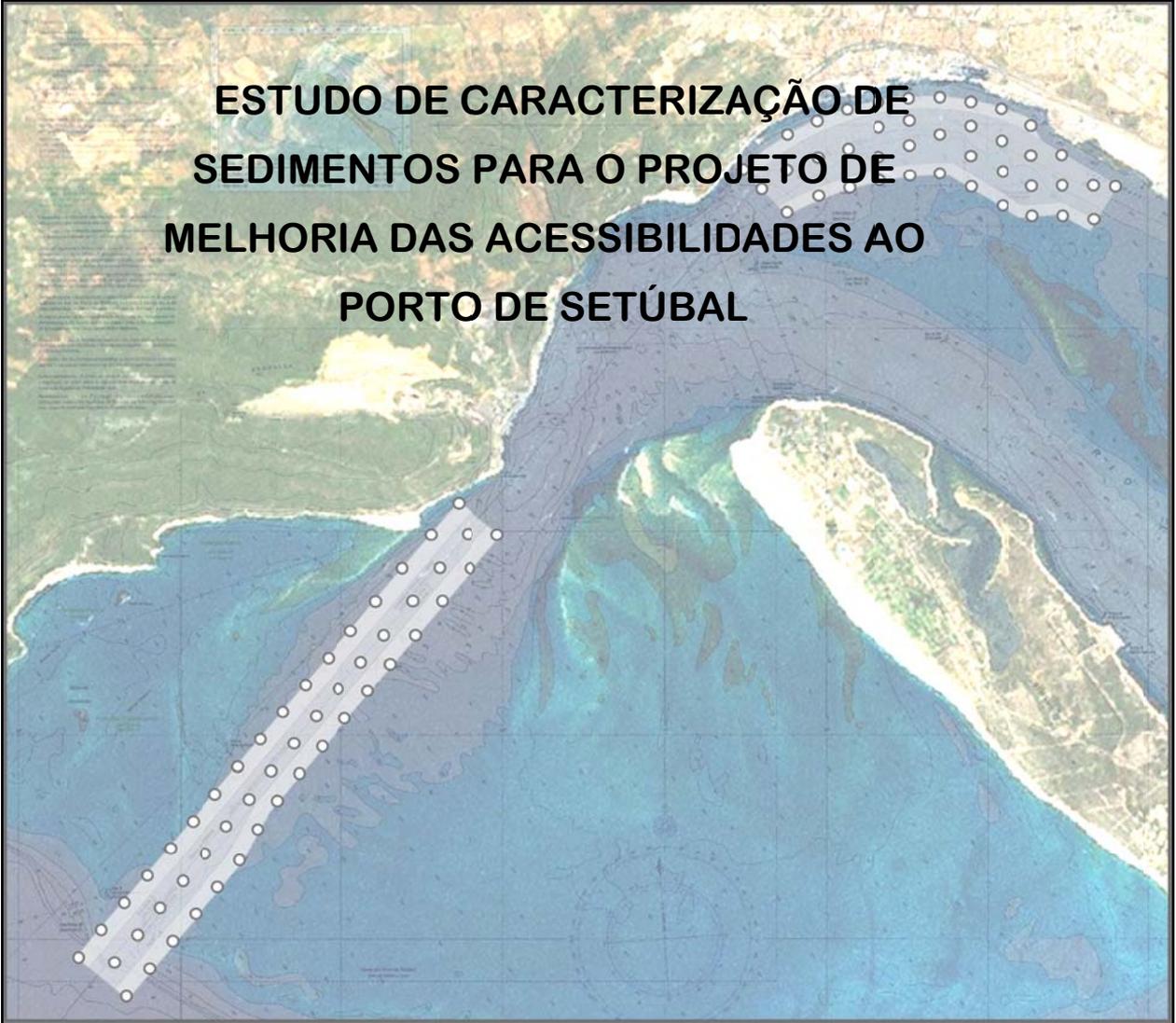


Isovalores médios de cloretos em 2013 (mg/l) – 39 (NQ- VMR- 200 mg/l)



ANEXO 6

ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO DOS SEDIMENTOS



**ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO DE
SEDIMENTOS PARA O PROJETO DE
MELHORIA DAS ACESSIBILIDADES AO
PORTO DE SETÚBAL**

Relatório Técnico

Abril de 2015

Equipa: Mário Mil-Homens, Miriam Tuaty Guerra, Isabelina Santos, António Pereira, Cristina Micaelo, Joana Raimundo, Maria José Gaudêncio, Miguel Caetano, Pedro Brito, Rui Silva, Rute Granja

Introdução

No âmbito do “Estudo de Caracterização de Sedimentos para o Projeto de Melhoria das Acessibilidades ao Porto de Setúbal”, o Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P. (IPMA), por solicitação da Administração dos Portos de Setúbal e Sesimbra, S.A. (APSS) procedeu à caracterização química e textural dos sedimentos superficiais, em fevereiro de 2015. A caracterização sedimentar inclui a classificação granulométrica, determinação dos elementos em traço (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni e Zn), hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs), compostos bifenilos policlorados (PCB), e hexaclorobenzeno (HCB).

Amostragem

A amostragem foi feita tendo por base as coordenadas dos 2 polígonos (a seguir designados como “Canal Norte” e “Canal Barra”) a dragar, fornecidas pela APSS. Foram recolhidas 89 (oitenta e nove) amostras de sedimento (figura 1, anexo 1), a 25 e 26 de fevereiro de 2015 a bordo do NI “DIPLODUS”. A colheita dos sedimentos foi efectuada com uma draga Smith-McIntyre de 0,1 m² de área de intervenção. As amostras foram preservadas a 4 °C até posterior tratamento laboratorial.

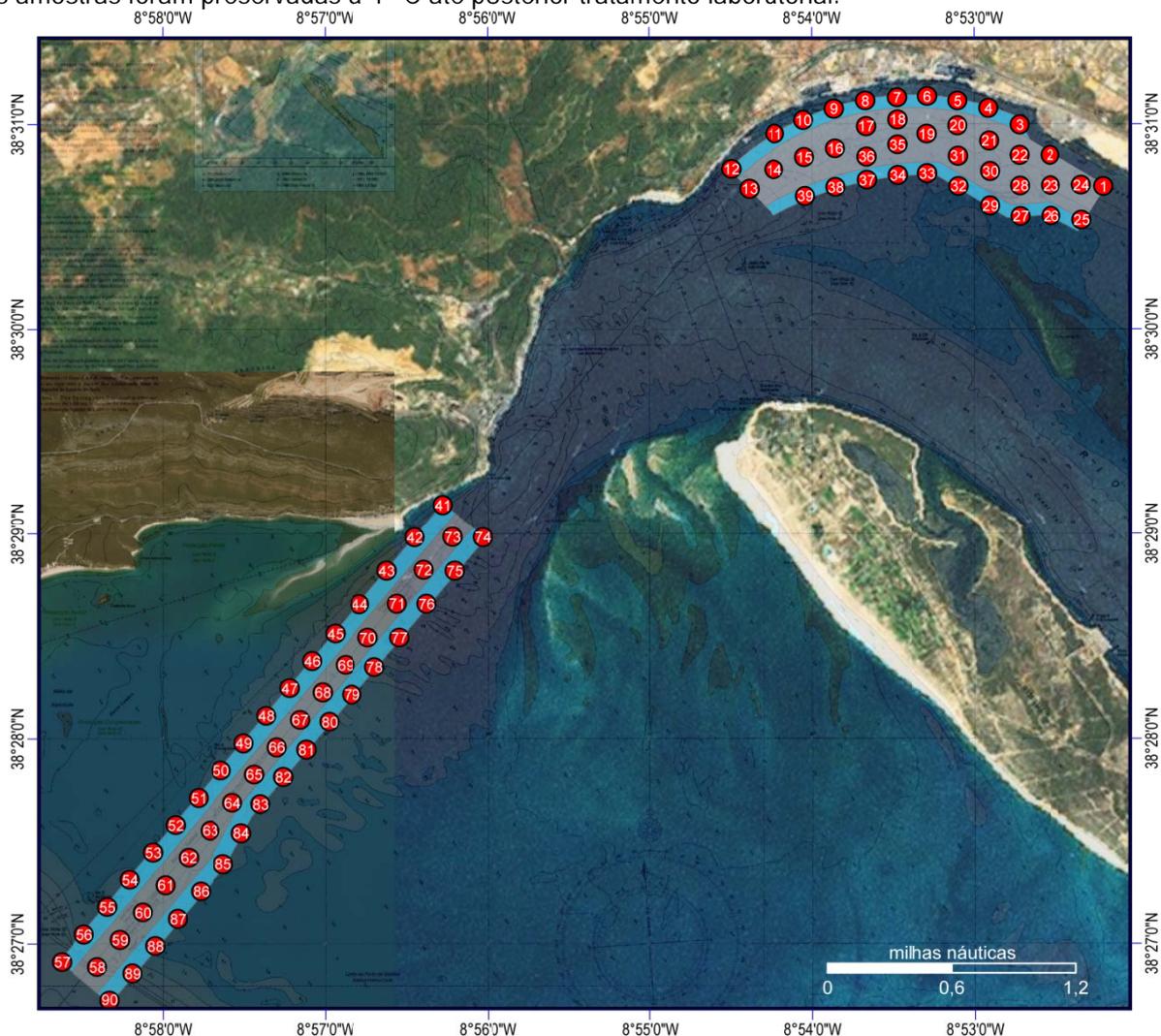


Figura 1. Esquema da localização das estações nas duas zonas definidas como Canal Norte e Canal Barra.

Métodos

Em laboratório as amostras foram divididas para a determinação da granulometria, teores de matéria orgânica total, sólidos, metais e compostos orgânicos. A porção destinada à determinação da granulometria, teores de matéria orgânica total e de sólidos foi seca em estufa a 100 °C. As porções destinadas às restantes análises foram secas a 40 °C. As amostras para quantificação de metais e contaminantes orgânicos foram peneiradas num crivo de 2 mm de malha e moídas. As concentrações de arsénio (As), cádmio (Cd), crómio (Cr), cobre (Cu), níquel (Ni), chumbo (Pb) e zinco (Zn) foram determinadas por espectrometria de massa acoplada a plasma induzido (ICP-MS; Thermo Elemental - X-series), enquanto que o Hg foi medido por decomposição térmica acoplada a espectrometria de absorção atómica (ET-AAS; Leco AMA 254 Mercury analyser).

Para determinação dos compostos orgânicos (PAH, PCB, HCB) os sedimentos foram sujeitos a diversos procedimentos analíticos. A quantificação destes compostos orgânicos foi efectuada por cromatografia acoplada a espectrometria de massa (GC-MS; Thermo DSQ) e por cromatografia gasosa com detector de captura de electrões (GC-ECD; Hewlett Packard 6890). Os 16 PAH determinados foram: acenaftileno (ANY), acenafteno (ANA), fluoreno (F), fenantreno (P), antraceno (A), fluoranteno (FL), pireno (PY), benzo[α]antraceno (Ba), criseno (C), benzo[β]fluoranteno (BBF), benzo[K]fluoranteno (BKF), benzo[e]pireno (BEP), benzo[α]pireno (BAP), dibenzo[α,h]antraceno (DBA), benzo[ghi]perileno (BPE), perileno (PER) e indeno[1,2,3- cd]pireno (IN). Os compostos organoclorados determinados foram os congêneres IUPAC CB26, CB52, CB101, CB118, CB138, CB153 e CB180.

Granulometria

As amostras de sedimento seco, com cerca de 100 g cada, foram processadas de acordo com o procedimento descrito por Gaudêncio et al. (1991): (i) lavagem através de um peneiro de 0,038 mm de malha quadrada para separação da fracção mais fina; (ii) secagem do resíduo de sedimento em estufa a 100 °C; (iii) peneiração por agitação num agitador mecânico da RETSCH através de uma coluna de 17 peneiros de malha quadrada da série ASTM (38 - 16000 μ m), para separação das partículas mais grosseiras; (iv) pesagem das fracções sedimentares retidas em cada peneiro. Foram traçadas as curvas cumulativas dos pesos dos resíduos de sedimento em cada peneiro. A partir das curvas cumulativas foram calculadas as medianas, i.e, o diâmetro das partículas de 50% da amostra e os dois quartis (Q1=25% e Q3=75%), necessários ao cálculo do coeficiente de triagem ($So = Q3/Q1$), que estima uma medida do grau de dispersão das partículas de sedimento. Os tipos sedimentares foram classificados com base nos perfis granulométricos obtidos, utilizando a escala geométrica de classificação das partículas sedimentares de Udden/Wentworth (Wentworth, 1922 em Bale & Kenny, 2005).

Teor em sólidos

O teor em sólidos dos sedimentos foi determinado pelo cociente entre o peso das amostras depois de secas em estufa a 100 °C até peso constante e o peso húmido das mesmas amostras, de acordo com Bale & Kenny (2005).

Teor em matéria orgânica total

O teor em matéria orgânica total dos sedimentos foi determinado pela diferença entre o peso das amostras previamente secas em estufa a 100 °C (cerca de 200 mg por amostra) e o peso das mesmas amostras depois de incineradas em mufla a 450 °C até peso constante, de acordo com Bale & Kenny (2005).

Metais

Para a determinação de As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn, as amostras de sedimento (cerca de 0,1 g) foram digeridas usando a metodologia EPA 3050B que consiste na adição de HNO₃ a 95 ± 5 °C durante 2h15min deixando evaporar até cerca de 2,5 mL de volume. Após arrefecer são adicionadas H₂O₂ (30%) e água ultra-pura Milli-Q a 95 ± 5 °C. O volume final é aferido com água ultra-pura Milli-Q até 50 mL. O controle de qualidade do método analítico é assegurado através da inclusão de 9 brancos de reagentes, de 6 amostras do material certificado de referência MESS-3 (*National Research Council of Canada*) e de 6 amostras em duplicado, tendo estas sido preparadas em simultâneo com as restantes amostras. As concentrações dos elementos estudados foram calculadas a partir de uma curva de calibração externa, com adição de padrão interno. Para a determinação de Hg a análise foi efectuada directamente no sedimento seco de acordo com o método descrito por Canário et al. (2005). O controle de qualidade do método analítico foi assegurado através da quantificação de 10 replicados do material certificado de referência MESS-3.

Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH)

Os PAH dos sedimentos foram extraídos num equipamento ASE da DIONEX, com uma mistura de hexano/acetona (1:1), após a adição de um padrão interno deuterado (SUPELCO), composto por d10-acenafteno, d10-fenantreno, d12-criseno, d12-perileno. Os extractos, depois de purificados em coluna, de sílica/alumina (1:1) foram injectados num GC-MS, operando em modo Selected Ion Monitoring, com coluna capilar J&W, DB5 (30 m). Os PAH foram identificados com base na comparação dos tempos de retenção e na razão dos iões (m/z) de uma solução padrão de referência internacional NIST 2260a, contendo os mesmos analitos. A quantificação foi efectuada pelo método do padrão interno, através de rectas de calibração com 9 concentrações dessa solução padrão.

Compostos organoclorados

Para a determinação de HCB e dos congéneres de PCB, os sedimentos foram extraídos em Soxhlet, com hexano durante 17h. Após purificação com Florisil e H₂SO₄, os extractos foram injectados num GC-ECD com coluna capilar DB-5 (J&W Scientific) de 60 m de comprimento. A quantificação dos vários compostos foi efectuada através de soluções padrão, utilizando retas de calibração e o método do padrão externo (Ferreira and Vale, 1995).

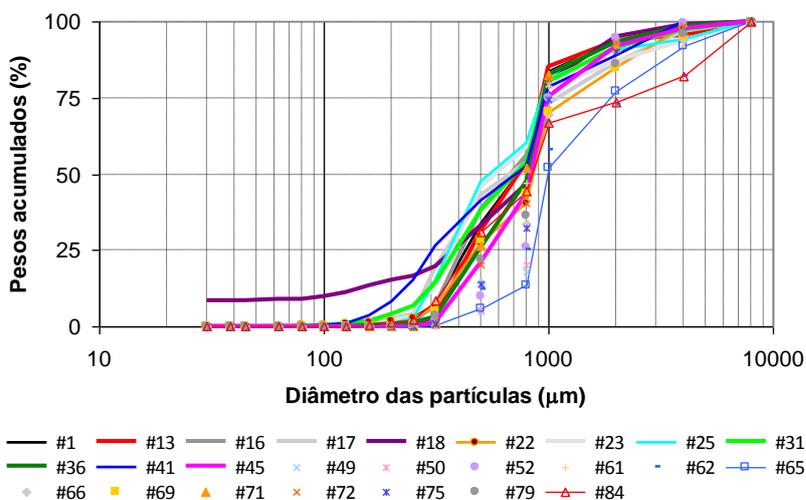
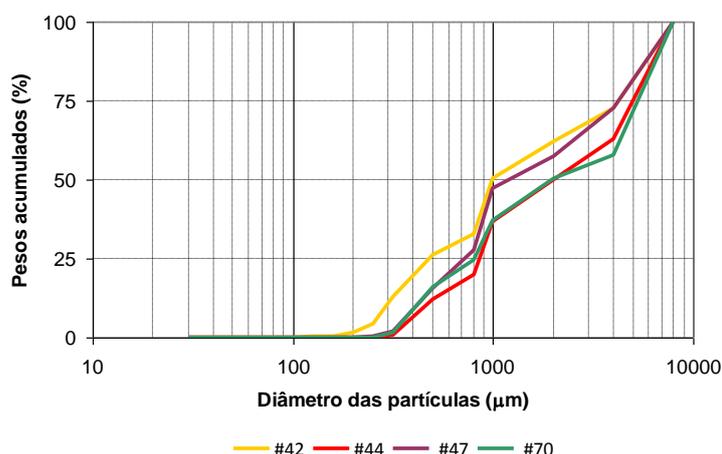
Análise e discussão dos resultados

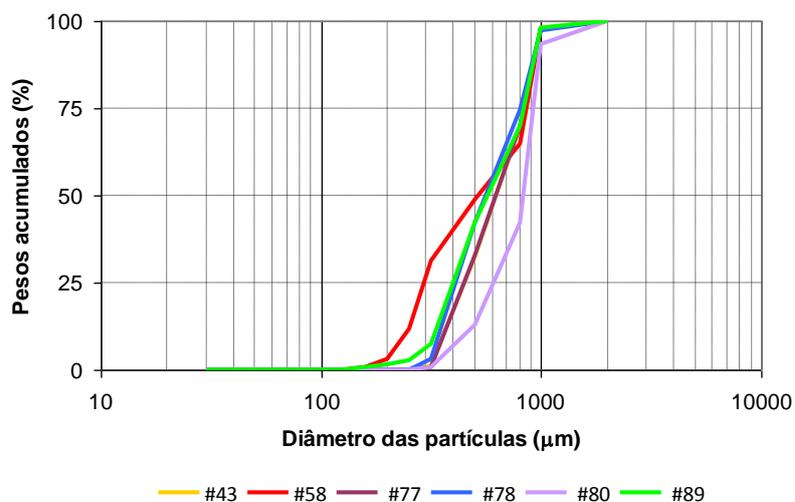
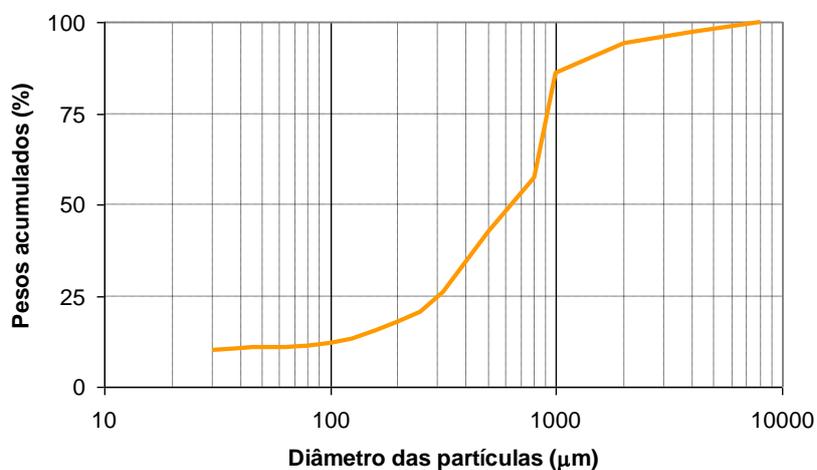
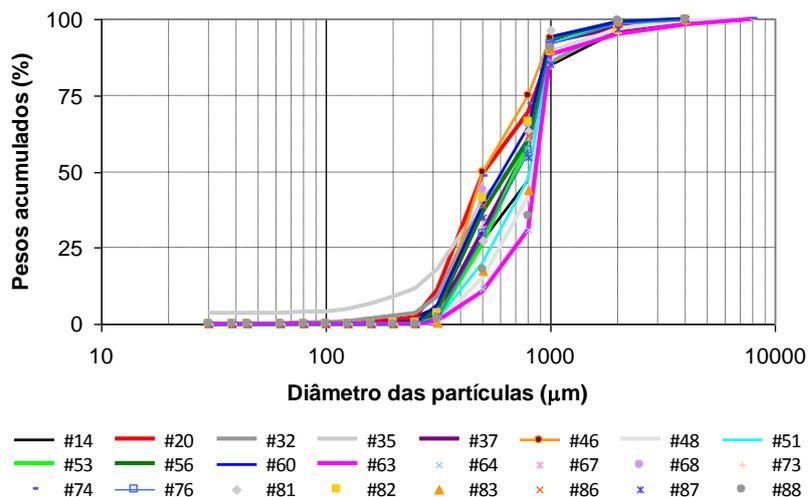
Classificação granulométrica dos sedimentos

Os dados referentes à classificação granulométrica dos sedimentos superficiais são apresentados, respectivamente, no Anexo 2 e nas figuras 2 a 12. No Canal Norte a granulometria é diversificada com predominância de areia, limpa ou formando várias combinações com elementos mais grosseiros, seixos e cascalho (principalmente constituído por fragmentos de conchas), e com partículas finas, isto é, silte e argila. No Canal da Barra as amostras são constituídas essencialmente por areias médias, grosseiras e cascalhos:

- As estações #1, #13, #16, #17, #18, #22, #23, #25, #31 e #36 são de **areia grossa cascalhenta**, de medianas entre 552 µm e 861 µm, com conteúdo de cascalho entre 5,1 e 13,7%, apresentando até 8,6% de partículas finas. Os valores do coeficiente de triagem de Trask (So: 1,4-1,8) apontam para sedimentos entre bem e medianamente calibrados (Figura 3).

- As estações #14, #20, #32, #35 e #37 são de **areia grossa ligeiramente cascalhenta**, bem a moderadamente calibradas (So: 1,4-1,6), com mediana entre 506 μm e 815 μm e uma percentagem, quer de cascalho, quer de partículas finas até a 4% (Figura 4).
- A estação #15 é de **areia grossa lodo-cascalhenta**, com mediana de 634 μm , apresenta um conteúdo de de 6 % de cascalho e 11 % de partículas finas, é um sedimento medianamente calibrado (So: 1,7) (Figura 5).
- As estações #27 e #39 são de **areia média** sem cascalho e com um teor de partículas finas até 4 %, bem calibrada (So: 1,3) e com mediana entre 339 μm e 383 μm (Figura 10).
- As estações #3, #12 e #26, são de **areia média cascalhenta** medianamente calibrada (So: 1,5-2,1). A mediana variou entre 276 μm e 456 μm , com um conteúdo de cascalho até 7 % e de partículas finas até 8 % (Figura 7).
- As estações #2, #8, #9, #21, #24, #28, #29, #30, #33, #34 e #38 são **areia média ligeiramente cascalhenta** com conteúdo de cascalho até 4,9% e de partículas finas até 9%. Estes sedimentos com mediana entre 268 μm e 499 μm variam de bem a medianamente calibrados (So: 1,3-1,6) (Figura 8).





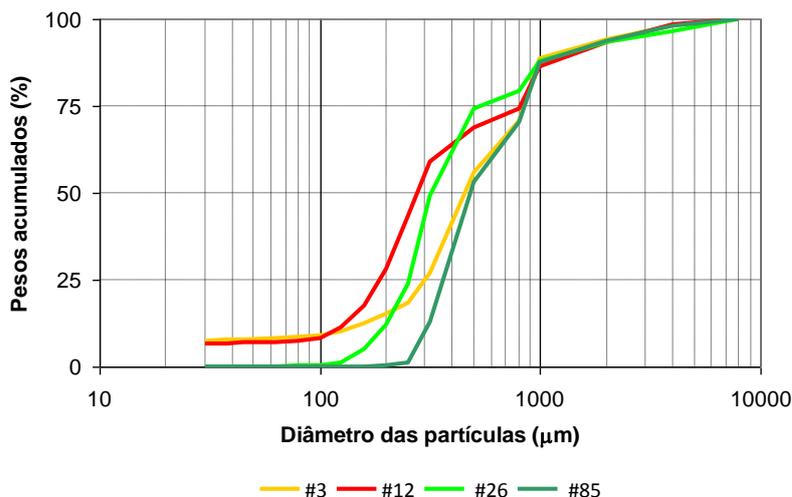


Figura 7 – Família de curvas acumulativas das frequências das diferentes classes granulométricas nas amostras de **areia média cascalhenta** colhidas nas duas áreas estudadas.

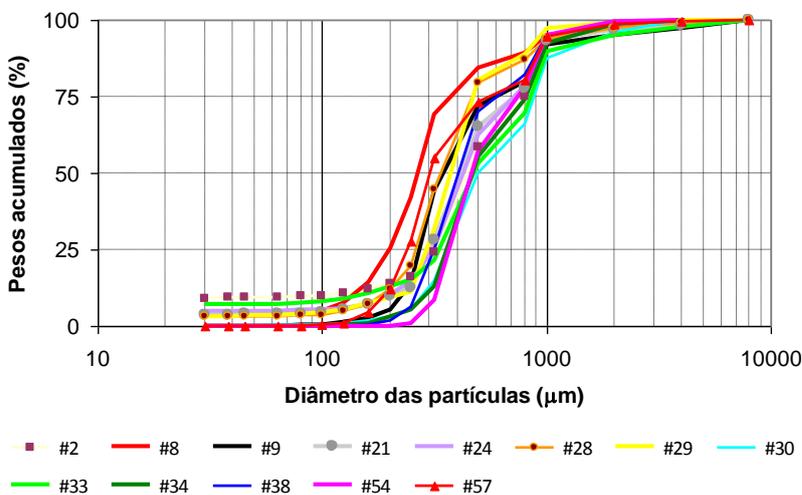


Figura 8 – Família de curvas acumulativas das frequências das diferentes classes granulométricas nas amostras de **areia média ligeiramente cascalhenta** colhidas nas duas áreas estudadas.

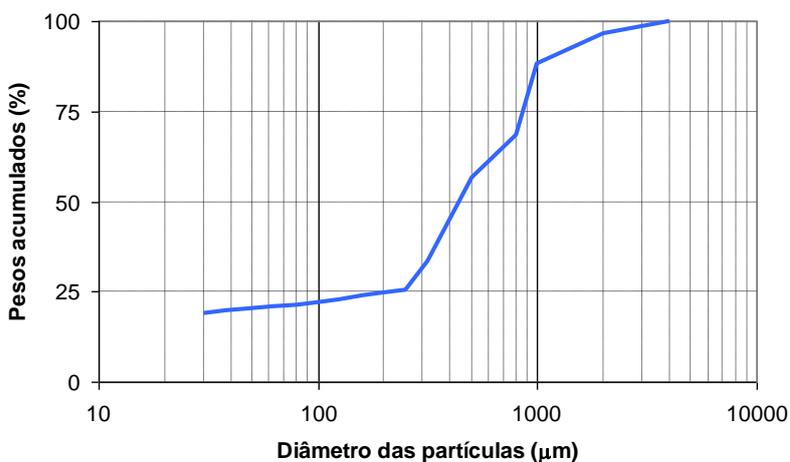


Figura 9 – Curva acumulativa das frequências das diferentes classes granulométricas na amostra de **areia média lodosa ligeiramente cascalhenta** colhida no estuário do Sado.

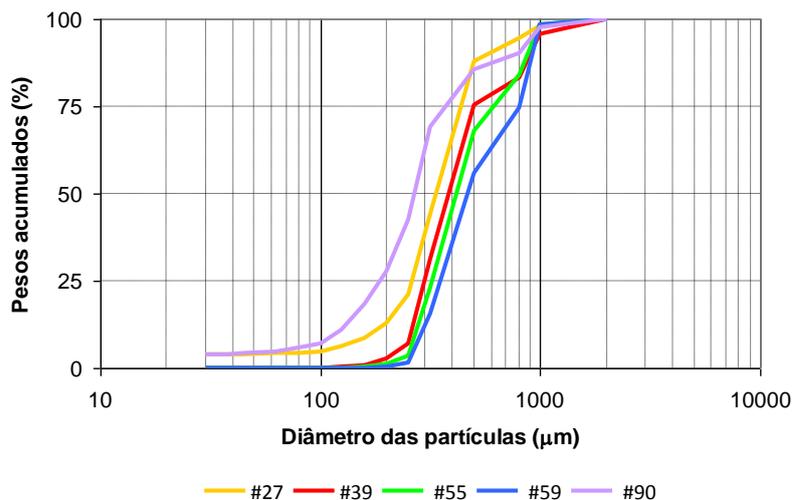


Figura 10 – Família de curvas acumulativas das frequências das diferentes classes granulométricas nas amostras de **areia média** colhidas nas 2 áreas estudadas.

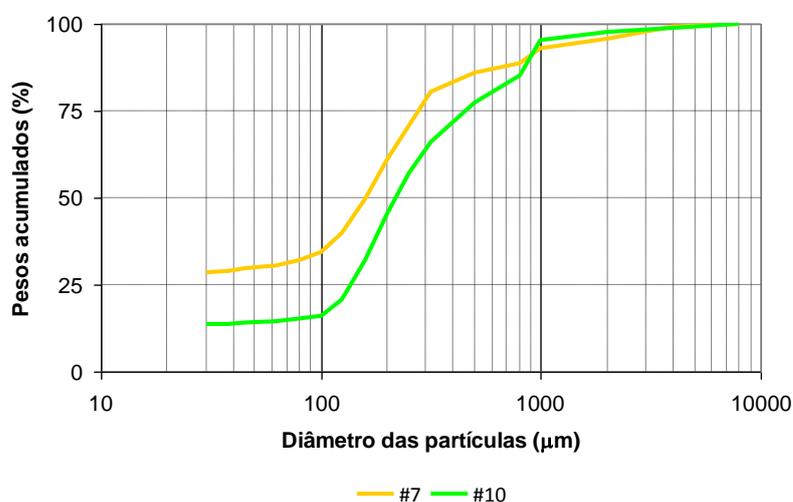


Figura 11 – Família de curvas acumulativas das frequências das diferentes classes granulométricas nas amostras de **areia fina lodosa ligeiramente cascalhenta** colhidas no estuário do Sado.

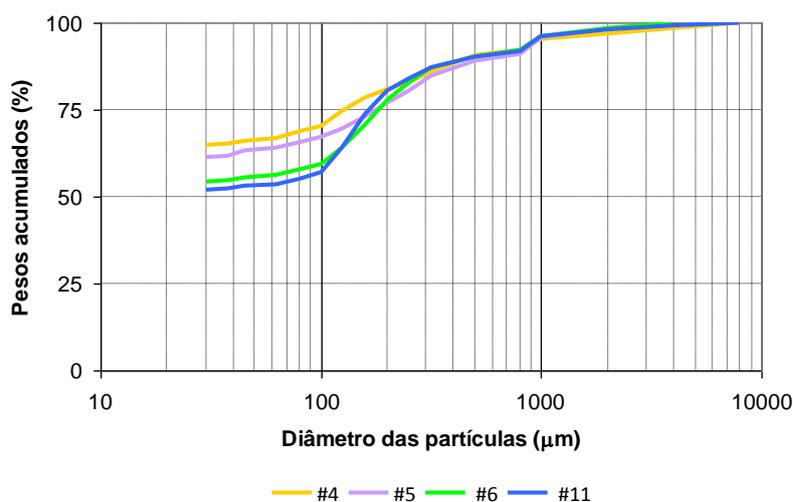


Figura 12 – Família de curvas acumulativas das frequências das diferentes classes granulométricas nas amostras de **Lodo arenoso ligeiramente cascalhento** colhidas no estuário do Sado.

Teor em sólidos

O teor em sólidos dos sedimentos analisados foi elevado, tendo variado entre 51% e 94%, como se pode observar no anexo 3. Estes valores são concordantes com os tipos sedimentares observados.

Teor em matéria orgânica total

Os teores em matéria orgânica total determinados variaram entre 0,1 e 5,8% (Anexo 2). Os valores mais baixos registaram-se nos sedimentos mais grosseiros sem partículas finas, e os mais elevados nos sedimentos finos com maior percentagem de partículas finas (fracção fina= silte + argila), tendo-se encontrado uma correlação significativa entre as duas variáveis ($r = 0,89$, $p < 0,01$; $n=89$), como é habitual em sedimentos marinhos (Bordovsky, 1965).

Concentrações de metais e compostos orgânicos

As concentrações em metais e compostos orgânicos nas amostras superficiais estudadas são apresentadas nos Anexos 4 e 5. As amostras superficiais na área do “Canal da Barra” apresentam concentrações nos diversos metais e compostos orgânicos inferiores ao limite da Classe 1 (Portaria 1450/2007), com excepção das amostras #80, #82 e #83 que apresentam concentrações em Cr de Classe 2. Na área “Canal do Norte” as amostras são caracterizadas por apresentarem maiores valores de fracção fina, apresentando concentrações em metais e compostos orgânicos que as classificam como classes 2 (Material dragado com contaminação vestigiária - pode ser imerso no meio aquático tendo em atenção as características do meio receptor e o uso legítimo do mesmo) e 3 (Material dragado ligeiramente contaminado - pode ser utilizado para terraplenos ou no caso de imersão necessita de estudo aprofundado do local de deposição e monitorização posterior do mesmo) conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Classificação das amostras de sedimentos superficiais de acordo com a Portaria 1450/2007 de 12 de Novembro.

Canal do Norte		Canal da Barra	
amostra	Classe	amostra	Classe
#1	1	#41	1
#2	3	#42	1
#3	1	#43	1
#4	2	#44	1
#5	3	#45	1
#6	3	#46	1
#7	2	#47	1
#8	1	#48	1
#9	1	#49	1
#10	1	#50	1
#11	2	#51	1
#12	2	#52	1
#13	1	#53	1
#14	1	#54	1
#15	1	#55	1
#16	1	#56	1
#17	1	#57	1
#18	2	#58	1
#19	1	#59	1
#20	1	#60	1
#21	1	#61	1
#22	1	#62	1
#23	1	#63	1
#24	1	#64	1
#25	1	#65	1
#26	1	#66	1
#27	1	#67	1
#28	1	#68	1
#29	1	#69	1
#30	2	#70	1
#31	1	#71	1
#32	2	#72	1
#33	1	#73	1
#34	1	#74	1
#35	1	#75	1
#36	2	#76	1
#37	1	#77	1
#38	1	#78	1
#39	1	#79	1
		#80	2
		#81	1
		#82	2
		#83	2
		#84	1
		#85	1
		#86	1
		#87	1
		#88	1
		#89	1
		#90	1

Considerações finais

A análise granulométrica das amostras de sedimentos superficiais analisadas classificou a maioria das amostras como areias médias a grossas. Apenas quatro amostras da área “Canal Norte” (#4, #5, #6 e #11) foram classificadas como “lodo arenoso ligeiramente cascalhento”. Os teores em sólidos de todas as amostras são elevados e os teores em matéria orgânica são baixos, com exceção das quatro amostras referidas anteriormente.

De acordo com o disposto na Portaria nº 1450/2007 de 12 de Novembro as amostras estudadas são classificadas como Classe 1, 2 e 3.

Referências

- Bale, A. J., Kenny, A. J., 2005. Sediment analysis and seabed classification. In: *Methods for the Study of Marine Benthos*. A. McIntyre & A. Eleftheriou (Eds.). Blackwell Science Ltd. (3rd Edition), pp. 43-86.
- Bordovsky, O.K., 1965. Accumulation of organic matter in bottom sediments. *Marine Geology*, 3: 33-82.
- Canário, J., Vale, C., Caetano, M., 2005. Distribution of monomethylmercury and mercury in surface sediments of the Tagus Estuary (Portugal). *Marine Pollution Bulletin*, 50(10): 1142-1145.
- Ferreira, A.M., Vale, C., 1995. The importance of runoff to DDT and PCB inputs to the Sado estuary and Ria Formosa. *Netherland Journal of Aquatic Ecology*, 29(3-4): 211-216.
- Gaudêncio, M.J., Guerra, M.T., Glémarec, M., 1991. Recherches biosédimentaires sur la zone maritime de l'estuaire du Tage, Portugal: données préliminaire, In: Elliott, M., Ducrottoy, JP. (Eds), *Estuaries and coasts: spatial and temporal inter-comparisons*. ECSA 19 Symposium, Caen 1989, pp. 11-16.
- Martins, M., Ferreira, A.M., Vale, C., 2008. The influence of *Sarcocornia fruticosa* on retention of PAHs in salt marsh sediments (Sado estuary, Portugal). *Chemosphere*, 71(8): 1599-1606.

Anexo 1. Coordenadas das estações (em graus decimais).

Estação	Área	Latitude (Norte)	Longitude (Oeste)	Estação	Área	Latitude (Norte)	Longitude (Oeste)
#1	canal norte	38,51157	-8,87007	#41	canal barra	38,48570	-8,93793
#2	canal norte	38,51413	-8,87549	#42	canal barra	38,48303	-8,94079
#3	canal norte	38,51659	-8,87867	#43	canal barra	38,48032	-8,94368
#4	canal norte	38,51795	-8,88182	#44	canal barra	38,47758	-8,94645
#5	canal norte	38,51852	-8,88498	#45	canal barra	38,47519	-8,94900
#6	canal norte	38,51890	-8,88811	#46	canal barra	38,47297	-8,95134
#7	canal norte	38,51881	-8,89130	#47	canal barra	38,47074	-8,95367
#8	canal norte	38,51853	-8,89450	#48	canal barra	38,46852	-8,95601
#9	canal norte	38,51790	-8,89769	#49	canal barra	38,46630	-8,95834
#10	canal norte	38,51698	-8,90080	#50	canal barra	38,46408	-8,96068
#11	canal norte	38,51585	-8,90378	#51	canal barra	38,46186	-8,96302
#12	canal norte	38,51300	-8,90827	#52	canal barra	38,45964	-8,96535
#13	canal norte	38,51140	-8,90644	#53	canal barra	38,45741	-8,96769
#14	canal norte	38,51294	-8,90386	#54	canal barra	38,45519	-8,97002
#15	canal norte	38,51397	-8,90071	#55	canal barra	38,45297	-8,97236
#16	canal norte	38,51467	-8,89760	#56	canal barra	38,45075	-8,97469
#17	canal norte	38,51649	-8,89443	#57	canal barra	38,44853	-8,97703
#18	canal norte	38,51703	-8,89125	#58	canal barra	38,44811	-8,97338
#19	canal norte	38,51583	-8,88813	#59	canal barra	38,45033	-8,97105
#20	canal norte	38,51655	-8,88497	#60	canal barra	38,45255	-8,96871
#21	canal norte	38,51531	-8,88175	#61	canal barra	38,45477	-8,96637
#22	canal norte	38,51411	-8,87864	#62	canal barra	38,45699	-8,96404
#23	canal norte	38,51165	-8,87546	#63	canal barra	38,45921	-8,96183
#24	canal norte	38,51167	-8,87231	#64	canal barra	38,46144	-8,95949
#25	canal norte	38,50886	-8,87226	#65	canal barra	38,46375	-8,95727
#26	canal norte	38,50918	-8,87544	#66	canal barra	38,46597	-8,95494
#27	canal norte	38,50916	-8,87859	#67	canal barra	38,46819	-8,95260
#28	canal norte	38,51163	-8,87862	#68	canal barra	38,47041	-8,95026
#29	canal norte	38,51001	-8,88165	#69	canal barra	38,47264	-8,94793
#30	canal norte	38,51281	-8,88167	#70	canal barra	38,47486	-8,94559
#31	canal norte	38,51407	-8,88495	#71	canal barra	38,47764	-8,94262
#32	canal norte	38,51159	-8,88492	#72	canal barra	38,48037	-8,93985
#33	canal norte	38,51264	-8,88810	#73	canal barra	38,48308	-8,93696
#34	canal norte	38,51249	-8,89121	#74	canal barra	38,48305	-8,93385
#35	canal norte	38,51497	-8,89124	#75	canal barra	38,48032	-8,93671
#36	canal norte	38,51401	-8,89440	#76	canal barra	38,47761	-8,93960
#37	canal norte	38,51211	-8,89433	#77	canal barra	38,47487	-8,94237
#38	canal norte	38,51151	-8,89753	#78	canal barra	38,47248	-8,94492
#39	canal norte	38,51081	-8,90064	#79	canal barra	38,47025	-8,94726
				#80	canal barra	38,46803	-8,94959
				#81	canal barra	38,46578	-8,95197
				#82	canal barra	38,46356	-8,95430
				#83	canal barra	38,46134	-8,95664
				#84	canal barra	38,45899	-8,95860
				#85	canal barra	38,45648	-8,96045
				#86	canal barra	38,45426	-8,96278
				#87	canal barra	38,45204	-8,96512
				#88	canal barra	38,44982	-8,96745
				#89	canal barra	38,44760	-8,96979
				#90	canal barra	38,44537	-8,97212

Anexo 2. Valores percentuais das fracções granulométricas, mediana (μm), coeficiente de triagem (S_o) e classificação dos tipos sedimentares

Estação	Seixos (4000-8000)	Cascalho (2000-4000)	Areia muito grossa 1 (1000-2000)	Areia grossa 2 (500-1000)	Areia média 3 (250-500)	Areia fina 4 (125-250)	Areia muito fina 5 (63-125)	Areia (1+2+3+4+5)	Silte (38-63)	Argila (< 38)	Fracção fina (silte+ argila)	Mediana	S_o	Tipo sedimentar
#1	1,92	4,27	10,58	49,56	30,92	2,42	0,30	93,8	0,02	0,01	0,03	739	1,5	Areia grossa cascalhenta
#2	0,83	1,98	4,46	34,31	42,54	5,13	1,39	87,8	0,19	9,17	9,36	446	1,6	Areia média ligeiramente cascalhenta
#3	1,85	4,17	5,26	32,94	37,6	8,1	2,17	86,1	0,22	7,69	7,91	456	1,7	Areia média cascalhenta
#4	1,48	1,62	1,73	4,56	7,88	7,99	8,67	30,8	1,02	65,05	66,07	<38	-	Lodo arenoso ligeiramente cascalhento
#5	0,63	1,09	2,44	6,91	8,29	11,23	6,32	35,2	1,30	61,79	63,09	<38	-	Lodo arenoso ligeiramente cascalhento
#6	0	1,49	2,32	5,83	7,65	18,84	8,33	43,0	0,94	54,6	55,54	<38	-	Lodo arenoso ligeiramente cascalhento
#7	0,85	3,31	2,90	6,90	15,17	31,21	9,94	66,1	0,88	28,84	29,72	161	-	Areia fina lodosa ligeiramente cascalhenta
#8	1,20	1,30	2,23	10,70	42,64	34,47	3,70	93,7	0,14	3,62	3,76	268	1,4	Areia média ligeiramente cascalhenta
#9	2,73	2,14	3,26	20,10	57,96	12,48	1,18	95,0	0,08	0,07	0,15	348	1,5	Areia média ligeiramente cascalhenta
#10	1,28	0,88	2,66	17,88	20,36	36,09	6,80	83,8	0,35	13,70	14,05	219	1,8	Areia fina lodosa ligeiramente cascalhenta
#11	0,80	1,20	1,92	6,00	5,92	20,11	10,97	44,9	0,75	52,33	53,08	<38	-	Lodo arenoso ligeiramente cascalhento
#12	1,69	5,05	6,80	17,57	25,51	32,24	4,20	86,3	0,17	6,77	6,94	276	2,1	Areia média cascalhenta
#13	4,29	2,00	8,57	53,71	31,14	0,26	0,03	93,7	0	0	0,00	736	1,4	Areia grossa cascalhenta
#14	0,54	3,41	11,42	57,41	24,8	2,16	0,25	96,0	0,01	0	0,01	815	1,4	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#15	2,61	3,36	8,09	43,34	21,95	7,55	2,43	83,4	0,30	10,37	10,67	634	1,7	Areia grossa lodosa cascalhenta
#16	1,2	5,25	10,91	44,28	36,52	1,34	0,43	93,5	0,04	0,03	0,07	682	1,5	Areia grossa cascalhenta
#17	3,26	10,41	13,25	30,16	38,82	3,05	0,88	86,2	0,11	0,06	0,17	678	1,8	Areia grossa cascalhenta
#18	1,04	4,03	14,66	46,96	16,62	5,51	2,57	86,3	0,19	8,42	8,61	817	1,6	Areia grossa cascalhenta
#19	0	3,57	8,03	31,88	30,89	2,71	2,87	76,4	0,37	19,68	20,05	439	2,0	Areia média lodosa ligeiramente cascalhenta
#20	0	3,81	7,32	39,41	47,24	1,60	0,52	96,1	0,06	0,04	0,10	506	1,5	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#21	1,71	1,39	3,79	27,94	52,62	7,30	1,42	93,1	0,12	3,71	3,83	414	1,5	Areia média ligeiramente cascalhenta
#22	1,95	13,23	14,9	42,38	24,82	1,94	0,61	84,7	0,07	0,10	0,17	861	1,6	Areia grossa cascalhenta
#23	6,47	6,75	8,90	31,94	42,42	3,39	0,13	86,8	0	0	0,00	581	1,6	Areia grossa cascalhenta
#24	0	1,20	4,11	32,12	47,76	9,10	0,72	93,8	0,11	4,88	4,99	427	1,5	Areia média ligeiramente cascalhenta
#25	5,78	3,77	9,22	33,89	44,73	2,55	0,06	90,5	0	0	0,00	552	1,6	Areia grossa cascalhenta
#26	3,36	3,26	5,32	13,94	50,11	22,73	1,19	93,3	0,05	0,04	0,09	321	1,5	Areia média cascalhenta
#27	0	0	1,82	10,23	66,99	14,81	2,16	96,0	0,14	3,85	3,99	339	1,3	Areia média
#28	0,78	2,11	3,16	14,43	59,99	14,81	1,61	94,0	0,11	3,00	3,11	339	1,3	Areia média ligeiramente cascalhenta
#29	0,18	0,72	1,97	16,88	68,98	5,86	2,03	95,7	0,16	3,22	3,38	375	1,3	Areia média ligeiramente cascalhenta
#30	0	3,90	8,77	37,24	44,73	4,35	0,84	95,9	0,10	0,07	0,17	499	1,6	Areia média ligeiramente cascalhenta
#31	2,54	5,86	11,55	41,82	31,50	6,02	0,67	91,6	0,03	0,01	0,04	713	1,6	Areia grossa cascalhenta
#32	0	2,26	11,93	44,97	37,34	2,64	0,72	97,6	0,06	0,08	0,14	648	1,5	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#33	2,29	2,69	5,13	36,89	37,98	6,26	1,58	87,8	0,15	7,03	7,18	478	1,6	Areia média ligeiramente cascalhenta
#34	0	1,54	5,95	37,25	49,77	5,19	0,29	98,5	0,01	0	0,01	472	1,5	Areia média ligeiramente cascalhenta
#35	0	3,14	7,54	49,51	28,05	6,95	1,2	93,3	0,07	3,54	3,61	661	1,6	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#36	1,30	5,60	10,62	56,59	24,60	1,07	0,2	93,1	0,02	0	0,02	814	1,4	Areia grossa cascalhenta
#37	1,44	1,41	4,66	62,16	29,60	0,7	0,03	97,2	0	0	0,00	695	1,4	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#38	0	0,94	3,98	24,99	63,91	6,07	0,11	99,1	0	0	0,00	407	1,4	Areia média ligeiramente cascalhenta
#39	0	0	4,38	20,13	68,45	6,81	0,22	99,9	0,01	0	0,01	383	1,3	Areia média

Continuação Anexo 2

Estação	Seixos (4000-8000)	Cascalho (2000-4000)	Areia muito grossa 1 (1000-2000)	Areia grossa 2 (500-1000)	Areia média 3 (250-500)	Areia fina 4 (125-250)	Areia muito fina 5 (63-125)	Areia (1+2+3+4+5)	Silte (38-63)	Argila (< 38)	Fracção fina (silte+ argila)	Mediana	So	Tipo sedimentar
#41	0	11,11	10,44	37,14	26,04	14,21	1,03	88,9	0,02	0,01	0,03	723	1,8	Areia grossa cascalhenta
#42	27,41	10,6	11,64	24,15	21,99	3,99	0,21	62,0	0,01	0,00	9,36	996	3,0	Cascalho arenoso
#43	0	0	2,04	65,67	32,25	0,04	0	100	0,00	0,00	7,91	624	1,4	Areia grossa
#44	37,12	13,04	13,03	24,83	11,87	0,11	0	49,8	0,00	0,00	66,07	2017	2,4	Cascalho arenoso
#45	2,38	5,74	16,43	54,16	21,14	0,11	0,04	91,9	0,00	0,00	63,09	838	1,4	Areia grossa cascalhenta
#46	0	0,78	5,58	43,92	49,68	0,04	0	99,2	0,00	0,00	55,54	503	1,4	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#47	27,22	15,42	10,14	31,69	15,25	0,26	0,02	57,4	0,00	0,00	29,72	1209	2,4	Cascalho arenoso
#48	0,47	2,74	8,04	73,43	15,27	0,05	0	96,8	0,00	0,00	3,76	832	1,3	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#49	0,37	5,72	22,55	66,45	4,88	0,03	0	93,9	0,00	0,00	0,15	915	1,2	Areia grossa cascalhenta
#50	3,35	3,88	13,25	74,07	5,39	0,06	0	92,8	0,00	0,00	14,05	895	1,1	Areia grossa cascalhenta
#51	0	1,42	6,62	71,86	19,95	0,15	0	98,6	0,00	0,00	53,08	810	1,3	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#52	0,46	4,97	19,61	64,89	9,66	0,39	0,02	94,6	0,00	0,00	6,94	893	1,1	Areia grossa cascalhenta
#53	0	1,18	5,25	67,09	26,32	0,16	0	98,8	0,00	0,00	0,00	701	1,4	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#54	0	0,29	4,48	38,24	56,32	0,67	0	99,7	0,00	0,00	0,01	468	1,4	Areia média ligeiramente cascalhenta
#55	0	0	1,49	30,52	64,44	3,49	0,06	100	0,00	0,00	10,67	416	1,4	Areia média
#56	0	1,07	5,00	57,37	36,19	0,32	0,05	98,9	0,00	0,00	0,07	650	1,4	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#57	0,38	1,11	4,02	21,48	45,55	26,36	1,07	98,5	0,02	0,01	0,17	303	1,5	Areia média ligeiramente cascalhenta
#58	0	0	2,46	48,90	37,07	11,48	0,09	100	0,00	0,00	8,61	520	1,7	Areia grossa
#59	0	0	1,69	42,49	54,37	1,43	0,02	100	0,00	0,00	20,05	468	1,5	Areia média
#60	0	0,83	4,78	55,16	38,93	0,30	0	99,2	0,00	0,00	0,10	610	1,5	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#61	7,88	4,57	8,49	48,19	30,06	0,79	0,02	87,6	0,00	0,00	3,83	817	1,5	Areia grossa cascalhenta
#62	17,79	9,52	15,05	45,36	12,19	0,09	0	72,7	0,00	0,00	0,17	949	1,7	Areia grossa cascalhenta
#63	1,98	2,82	6,87	77,36	10,88	0,08	0,01	95,2	0,00	0,00	0,00	862	1,2	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#64	0	3,37	10,31	74,55	11,73	0,04	0	96,6	0,00	0,00	4,99	864	1,2	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#65	7,9	15,19	24,77	46,33	5,78	0,03	0	76,9	0,00	0,00	0,00	988	1,5	Areia grossa cascalhenta
#66	5,73	8,30	16,26	55,17	14,50	0,04	0	86,0	0,00	0,00	0,09	886	1,4	Areia grossa cascalhenta
#67	0	1,40	7,34	59,7	31,51	0,05	0	98,6	0,00	0,00	3,99	670	1,4	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#68	0	1,85	8,56	45,58	43,84	0,15	0,02	98,2	0,00	0,00	3,11	570	1,5	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#69	5,14	10,27	14,02	42,45	27,89	0,23	0	84,6	0,00	0,00	3,38	845	1,6	Areia grossa cascalhenta
#70	42,19	7,42	13,28	21,02	15,97	0,11	0,01	50,4	0,00	0,00	0,17	1960	2,5	Cascalho arenoso
#71	3,11	5,50	9,01	55,78	26,57	0,03	0	91,4	0,00	0,00	0,04	773	1,4	Areia grossa cascalhenta
#72	1,53	5,18	12,07	61,12	20,05	0,04	0,01	93,3	0,00	0,00	0,14	844	1,3	Areia grossa cascalhenta
#73	0,84	3,75	10,75	50,47	34,14	0,04	0,01	95,4	0,00	0,00	7,18	682	1,4	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#74	1,47	0,77	5,45	44,03	48,24	0,04	0	97,8	0,00	0,00	0,01	517	1,5	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#75	2,95	6,89	15,8	60,51	13,84	0,01	0	90,2	0,00	0,00	3,61	879	1,2	Areia grossa cascalhenta
#76	0	1,49	6,50	62,50	29,47	0,04	0	98,5	0,00	0,00	0,02	708	1,4	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#77	0	0	2,22	64,86	32,88	0,04	0	100	0,00	0,00	0,00	621	1,4	Areia grossa
#78	0	0	2,79	54,83	42,33	0,05	0	100	0,00	0,00	0,00	559	1,4	Areia grossa
#79	4,21	9,58	19,63	44,46	21,88	0,23	0,01	86,2	0,00	0,00	0,01	884	1,6	Areia grossa cascalhenta
#80	0	0	6,75	80,31	12,87	0,04	0,03	100	0,00	0,00	0,03	828	1,2	Areia grossa
#81	0	0,58	3,04	69,17	26,97	0,24	0	99,4	0,00	0,00	9,36	672	1,3	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#82	0	3,68	7,04	48,08	40,67	0,51	0,02	96,3	0,00	0,00	7,91	590	1,5	Areia grossa ligeiramente cascalhenta

Continuação Anexo 2

Estação	Seixos (4000-8000)	Cascalho (2000-4000)	Areia muito grossa 1 (1000-2000)	Areia grossa 2 (500-1000)	Areia média 3 (250-500)	Areia fina 4 (125-250)	Areia muito fina 5 (63-125)	Areia (1+2+3+4+5)	Silte (38-63)	Argila (< 38)	Fracção fina (silte+ argila)	Mediana	So	Tipo sedimentar
#83	0	1,41	8,46	72,83	17,25	0,05	0	98,6	0,00	0,00	0,00	824	1,3	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#84	18,01	8,40	6,97	35,56	28,96	1,95	0,15	73,6	0,00	0,00	0,00	846	2,3	Areia grossa cascalhenta
#85	2,13	4,18	6,09	34,28	52,04	1,24	0,04	93,7	0,00	0,00	0,00	481	1,5	Areia média cascalhenta
#86	0	1,02	9,02	50,97	38,82	0,14	0,03	99,0	0,00	0,00	0,00	628	1,5	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#87	0	3,26	11,51	50,45	34,71	0,06	0,01	96,7	0,00	0,00	0,00	718	1,5	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#88	0	0,51	8,95	72,57	17,79	0,18	0	99,5	0,00	0,00	0,00	849	1,2	Areia grossa ligeiramente cascalhenta
#89	0	0	1,95	55,94	39,26	2,72	0,13	100	0,00	0,00	0,00	572	1,4	Areia grossa
#90	0	0	2,41	12,10	43,02	31,51	6,60	95,6	0,39	3,97	4,36	267	1,4	Areia média

Anexo 3. Valores percentuais dos sólidos e da matéria orgânica total (MOT) determinados nas amostras de sedimentos superficiais analisadas.

Estação	Sólidos (%)	MOT (%)	Estação	Sólidos (%)	MOT (%)
#1	81	1,2	#47	84	0,5
#2	80	1,2	#48	75	0,5
#3	76	0,5	#49	82	1,3
#4	51	5,8	#50	86	0,5
#5	61	4,1	#51	81	0,4
#6	63	4,1	#52	83	0,5
#7	69	2,7	#53	78	0,3
#8	79	1,3	#54	78	0,7
#9	81	0,9	#55	81	0,4
#10	75	2,0	#56	81	0,4
#11	59	4,3	#57	73	1,3
#12	73	3,0	#58	71	0,9
#13	80	0,3	#59	80	0,4
#14	82	0,6	#60	88	0,6
#15	75	1,7	#61	82	0,7
#16	81	1,2	#62	90	0,6
#17	79	1,5	#63	81	0,3
#18	68	2,9	#64	82	0,4
#19	70	2,4	#65	89	0,5
#20	76	1,7	#66	80	0,8
#21	82	1,1	#67	80	0,5
#22	73	1,3	#68	83	0,3
#23	82	0,9	#69	83	0,5
#24	80	0,9	#70	79	0,6
#25	85	0,8	#71	82	0,4
#26	80	0,6	#72	81	0,7
#27	83	0,7	#73	81	0,5
#28	81	1,1	#74	82	0,6
#29	81	0,7	#75	89	0,5
#30	67	3,2	#76	82	0,4
#31	83	0,5	#77	80	0,3
#32	79	1,4	#78	79	0,4
#33	81	2,0	#79	79	0,7
#34	81	1,0	#80	81	0,6
#35	82	1,1	#81	80	0,3
#36	80	0,8	#82	84	0,6
#37	81	0,9	#83	81	0,6
#38	81	0,8	#84	86	1,0
#39	79	0,7	#85	81	0,4
#41	79	0,9	#86	79	0,5
#42	79	0,7	#87	81	0,6
#43	94	0,1	#88	82	0,6
#44	81	1,0	#89	78	0,5
#45	79	0,5	#90	77	1,1
#46	82	0,5			

Anexo 4. Concentrações de As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn e Hg ($\mu\text{g g}^{-1}$) nos sedimentos superficiais amostrados em fevereiro de 2015.

amostra	As ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cd ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cr ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cu ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Ni ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Pb ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Zn ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Hg ($\mu\text{g g}^{-1}$)
#1	3,2	<LQ1	17	4,7	1,5	3,0	13	0,014
#2	17	0,07	28	29	13	27	158	1,9
#3	3,8	<LQ1	19	11	3,8	6,5	29	0,052
#4	18	0,16	37	66	21	44	253	1,3
#5	26	0,24	42	58	23	54	299	2,0
#6	19	0,15	30	44	17	33	207	1,8
#7	12	0,05	21	63	10	24	123	0,71
#8	2,5	<LQ1	17	6,6	1,9	3,8	15	0,029
#9	1,9	<LQ1	22	4	1,3	2,8	9,4	0,021
#10	5,6	<LQ1	17	12	5,4	6,8	31	0,061
#11	17	0,07	45	43	19	30	187	1,1
#12	6,0	0,01	13	10	5,4	8,2	47	0,12
#13	2,2	<LQ1	34	1,4	0,7	1,3	2,9	0,004
#14	3,6	<LQ1	36	3,9	2,0	3,1	3,5	0,015
#15	4,5	<LQ1	20	12	4,8	7,2	36	0,064
#16	1,3	<LQ1	23	5,4	1,7	3,5	14	0,026
#17	3,1	<LQ1	18	12	4,4	5,5	25	0,072
#18	6,8	<LQ1	18	12	5,9	10	123	0,051
#19	5,4	<LQ1	23	30	10	13	82	0,16
#20	2,0	<LQ1	20	5,0	2,1	2,5	9,6	0,027
#21	1,8	<LQ1	19	5,2	1,5	2,7	29	0,018
#22	5,2	<LQ1	34	35	11	15	91	0,1
#23	1,6	<LQ1	31	1,8	1,3	1,1	0,9	0,006
#24	2,3	<LQ1	26	0,9	1,1	1,2	0,8	0,005
#25	0,7	<LQ1	22	2,3	1,1	2,0	12	0,016
#26	2,0	<LQ1	17	4,9	1,7	2,7	13	0,030
#27	1,2	<LQ1	16	6,3	2,4	3,1	16	0,037
#28	2,7	<LQ1	19	6,1	2,5	4,4	15	0,033
#29	2,1	<LQ1	21	6,2	3,3	2,6	12	0,034
#30	1,1	<LQ1	21	4,9	2,5	2,8	10	0,018
#31	3,0	<LQ1	27	5,1	3,0	2,9	6,1	0,025
#32	3,6	<LQ1	21	8,9	5,2	5,9	36	0,52
#33	2,6	<LQ1	28	2,8	2,0	3,9	2,4	0,017
#34	0,4	<LQ1	25	9,3	3,9	12	32	0,046
#35	6,2	<LQ1	24	11	4,7	6,6	32	0,049
#36	0,2	<LQ1	21	1,3	1,1	1,1	6,5	<0,005
#37	2,2	<LQ1	28	0,9	1,0	1,0	3,1	<0,005
#38	2,3	<LQ1	19	1,4	1,5	1,9	7,4	0,007
#39	1,7	0,02	13	4,0	1,6	2,6	9,3	0,022
#41	1,1	0,02	12	2,0	3,6	2,3	10	0,010
#42	1,4	<LQ1	18	2,8	2,4	2,7	15	0,006
#43	0,3	<LQ1	32	0,3	0,9	0,5	3,5	<0,005
#44	1,0	0,01	24	0,6	1,5	0,9	3,1	<0,005
#45	1,3	<LQ1	40	0,9	1,5	1,1	3,5	<0,005
#46	0,8	0,00	34	0,3	0,4	0,8	1,9	<0,005
#47	0,7	<LQ1	34	0,3	1,1	0,6	1,6	<0,005
#48	0,7	0,02	30	0,3	0,7	0,6	6,2	<0,005
#49	0,4	<LQ1	33	0,4	1,1	0,4	1,1	<0,005

LQ1 – 0,6 $\mu\text{g L}^{-1}$

Continuação Anexo 4

amostra	As ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cd ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cr ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cu ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Ni ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Pb ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Zn ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Hg ($\mu\text{g g}^{-1}$)
#50	0,3	<LQ1	31	0,3	0,8	0,4	3,0	<0,005
#51	0,4	<LQ1	29	0,1	0,6	0,5	3,7	<0,005
#52	0,4	<LQ1	27	0,4	2,3	0,5	0,5	<0,005
#53	0,4	<LQ1	28	0,2	0,5	0,5	1,8	<0,005
#54	0,4	<LQ1	22	0,5	1,6	0,6	0,1	<0,005
#55	0,5	<LQ1	30	0,2	1,1	0,7	1,3	<0,005
#56	0,5	0,03	28	0,3	1,4	1,0	9,4	<0,005
#57	0,6	0,02	9,9	1,3	2,7	1,6	9,7	0,008
#58	0,5	<LQ1	20	0,8	2,9	0,9	4,5	<0,005
#59	0,6	0,01	26	1,4	0,8	0,8	3,4	<0,005
#60	0,5	0,04	32	0,6	0,9	0,7	6,7	<0,005
#61	0,6	0,01	33	0,4	0,8	1,0	10	<0,005
#62	0,6	0,02	38	0,2	0,8	0,6	4,4	<0,005
#63	0,5	0,03	42	0,3	0,7	0,8	7,5	<0,005
#64	0,4	0,04	40	0,3	0,4	0,9	7,6	<0,005
#65	0,8	0,02	40	0,4	0,8	0,8	3,7	<0,005
#66	1,0	0,02	33	0,6	0,9	1,0	6,5	<0,005
#67	0,9	0,01	33	0,3	0,6	0,8	2,0	<0,005
#68	1,2	<LQ1	31	0,8	2,4	1,0	5,8	<0,005
#69	0,9	0,01	26	0,4	0,6	1,1	5,7	<0,005
#70	0,9	0,02	27	0,2	0,7	0,9	9,6	<0,005
#71	0,9	0,04	33	0,4	0,7	0,9	10	<0,005
#72	1,2	0,04	37	0,5	0,8	1,0	8,1	<0,005
#73	1,3	0,02	35	0,7	0,8	2,5	7,6	<0,005
#74	0,9	0,03	35	0,5	0,5	0,9	9,6	<0,005
#75	0,9	0,04	33	0,4	0,5	1,0	9,1	<0,005
#76	0,6	0,03	29	1,4	0,4	0,9	28	<0,005
#77	1,0	0,09	37	0,5	0,8	1,6	17	<0,005
#78	1,0	0,07	44	0,3	0,6	0,9	6,6	<0,005
#79	1,1	<LQ1	35	0,4	0,6	0,7	5,6	<0,005
#80	1,2	0,01	67	0,6	1,1	0,7	2,8	<0,005
#81	1,1	0,01	44	0,3	0,7	0,7	5,3	<0,005
#82	0,8	0,01	57	0,9	1,2	0,6	4,5	<0,005
#83	0,8	<LQ1	57	0,4	1,1	0,9	1,7	<0,005
#84	0,7	0,01	49	0,6	1,1	1,0	2,6	<0,005
#85	0,6	<LQ1	39	0,4	0,9	0,7	4,6	<0,005
#86	0,6	<LQ1	43	2,8	0,9	0,8	3,2	<0,005
#87	0,6	<LQ1	45	0,4	0,7	0,5	3,4	<0,005
#88	0,6	<LQ1	35	0,3	0,5	0,4	1,0	<0,005
#89	0,8	0,01	39	0,7	0,8	0,9	5,3	0,020
#90	1,4	0,07	21	6,5	3,2	15	91	0,038
Classe 1	< 20	< 1	< 50	< 35	< 30	< 50	< 100	< 0,5
Classe 2	20 - 50	1 - 3	50 - 100	35 - 150	30 - 75	50 - 150	100 - 600	0,5 - 1,5
Classe 3	50 - 100	3 - 5	100 - 400	150 - 300	75 - 125	150 - 500	600 - 1000	1,5 - 3

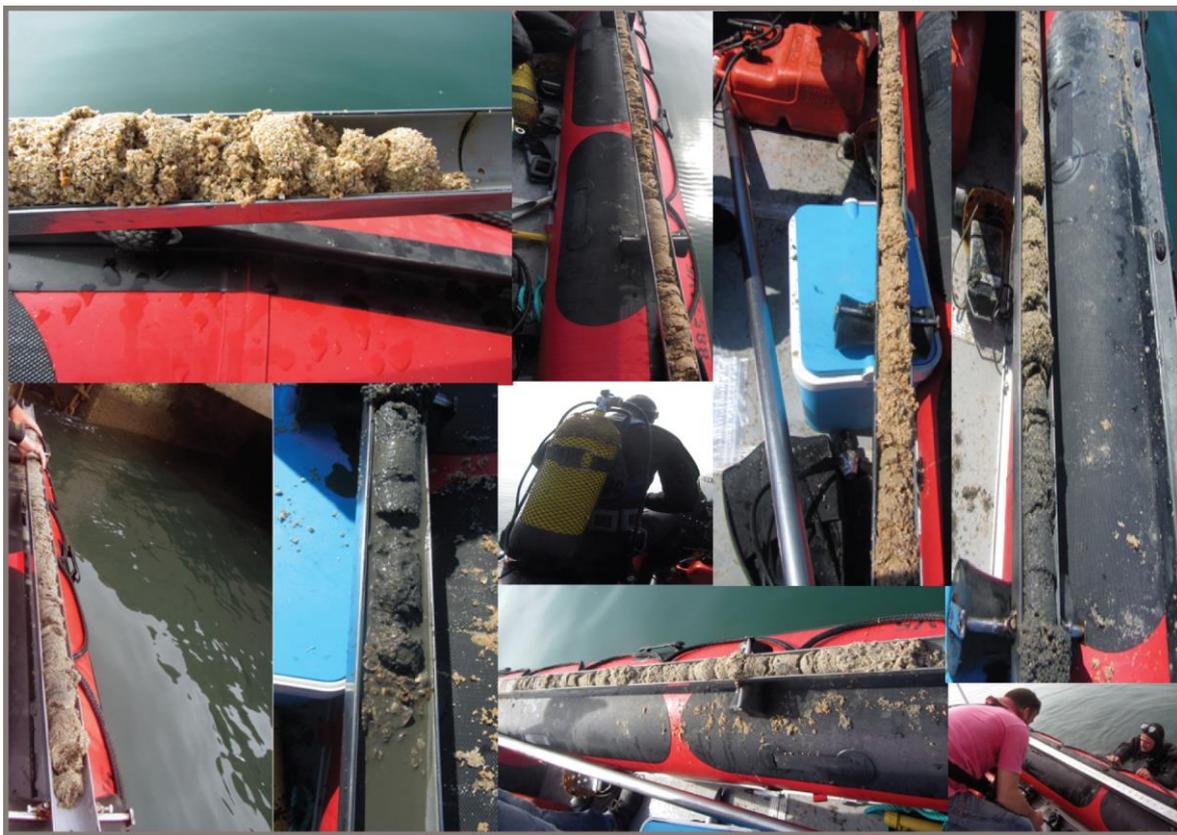
Anexo 5. Concentrações de tPCB, tPAH e HCB (ng g⁻¹) nos sedimentos superficiais amostrados em fevereiro de 2015.

amostra	tPCB (ng g ⁻¹)	tPAH (ng g ⁻¹)	HCB (ng g ⁻¹)
#1	0,29	12	0,05
#2	4,7	138	0,09
#3	4,6	85	0,06
#4	12	802	0,1
#5	16	2438	0,05
#6	7,0	849	0,07
#7	5,2	1789	0,05
#8	0,61	57	0,1
#9	6,4	36	0,04
#10	0,71	112	<0,01
#11	0,39	1248	0,09
#12	4,1	490	0,04
#13	<0,01	21	0,02
#14	0,24	26	0,03
#15	1,7	256	0,05
#16	1,0	34	0,1
#17	1,3	102	0,07
#18	4,1	666	0,03
#19	5,5	134	0,1
#20	0,47	13	<0,01
#21	0,44	28	<0,01
#22	0,16	138	<0,01
#23	0,00	4,7	<0,01
#24	0,17	2,4	<0,01
#25	0,31	3,8	<0,01
#26	0,09	22	<0,01
#27	0,28	20	<0,01
#28	0,52	85	<0,01
#29	0,91	35	<0,01
#30	0,23	559	<0,01
#31	0,52	19	<0,01
#32	0,48	31	<0,01
#33	0,32	32	<0,01
#34	0,04	85	<0,01
#35	0,15	37	<0,01
#36	0,23	716	<0,01
#37	<0,01	2,7	<0,01
#38	0,86	1,5	<0,01
#39	0,62	39	<0,01
#41	0,26	6,8	<0,01
#42	0,18	4,9	<0,01
#43	0,15	1,4	<0,01
#44	0,23	2,9	<0,01
#45	0,25	1,8	<0,01
#46	0,22	2,6	<0,01
#47	0,20	4,8	<0,01
#48	0,24	1,1	<0,01
#49	0,21	0,4	<0,01
#50	1,9	2,6	<0,01
#51	1,3	0,4	<0,01
#52	1,7	0,4	<0,01
#53	2,0	0,3	<0,01
#54	1,7	0,4	<0,01
#55	1,3	0,4	<0,01
#56	0,02	0,4	<0,01
#57	1,8	23	<0,01
#58	0,03	0,4	<0,01
#59	1,4	0,3	<0,01
#60	1,2	0,3	<0,01
#61	1,3	3,4	<0,01
#62	1,1	0,3	<0,01

Continuação Anexo 4

amostra	tPCB (ng g⁻¹)	tPAH (ng g⁻¹)	HCB (ng g⁻¹)
#63	1,4	0,3	<0,01
#64	0,65	0,3	<0,01
#65	1,0	0,4	<0,01
#66	1,0	44	<0,01
#67	0,02	0,3	<0,01
#68	1,2	0,3	<0,01
#69	0,89	1,0	<0,01
#70	0,92	0,3	<0,01
#71	0,93	0,3	<0,01
#72	0,87	0,2	<0,01
#73	0,87	0,3	<0,01
#74	0,87	0,2	<0,01
#75	0,88	0,0	<0,01
#76	1,0	0,0	<0,01
#77	0,88	0,0	<0,01
#78	1,4	0,0	<0,01
#79	1,1	0,0	<0,01
#80	1,0	0,3	<0,01
#81	1,2	0,3	<0,01
#82	1,3	0,2	<0,01
#83	1,4	0,0	<0,01
#84	1,2	0,0	<0,01
#85	2,0	0,0	<0,01
#86	0,09	0,0	<0,01
#87	0,04	0,0	<0,01
#88	0,36	0,0	<0,01
#89	0,42	0,0	<0,01
#90	1,37	49	<0,01
Classe 1	< 5	< 300	< 0,5
Classe 2	5 - 25	300 - 2000	0,5 - 2,5
Classe 3	25 - 100	2000 - 6000	2,5 - 10

Caraterização dos Sedimentos em profundidade para o projeto de melhoria das acessibilidades ao Porto de Setúbal



Relatório Técnico
Agosto de 2015

Equipa: Mário Mil-Homens, Miguel Caetano, Cristina Micaelo, Isabelina Santos, Joana Raimundo, Pedro Brito, Rute Granja, Rui Silva

Introdução

No âmbito do programa de “Estudo de Caracterização de Sedimentos em Profundidade para o Projeto de Melhoria das Acessibilidades ao Porto de Setúbal”, o Instituto Português do Mar e da Atmosfera, I.P. (IPMA), por solicitação da Administração dos Portos de Setúbal e Sesimbra, S.A. (APSS) procedeu à caracterização química dos sedimentos em profundidade. A caracterização das colunas sedimentares envolveu a determinação dos elementos em traço (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni e Zn) e de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAHs), compostos bifenilos policlorados (PCB), e hexaclorobenzeno (HCB).

Amostragem

Tendo por base os resultados da avaliação de qualidade das amostras superficiais, procedeu-se à colheita de 5 cores de sedimentos (fig. 1, Tabela 1):

- 1) quatro cores colhidos no “Canal Norte” (contemplando a área estuarina) coincidentes com as localizações das estações 2 e 6 (estações classificadas como classe 3) e das estações 18 e 36 (estações classificadas como classe 2).
- 2) um core colhido no “Canal Barra” (área marinha) na localização da estação 82 (estação classificada como classe 2).

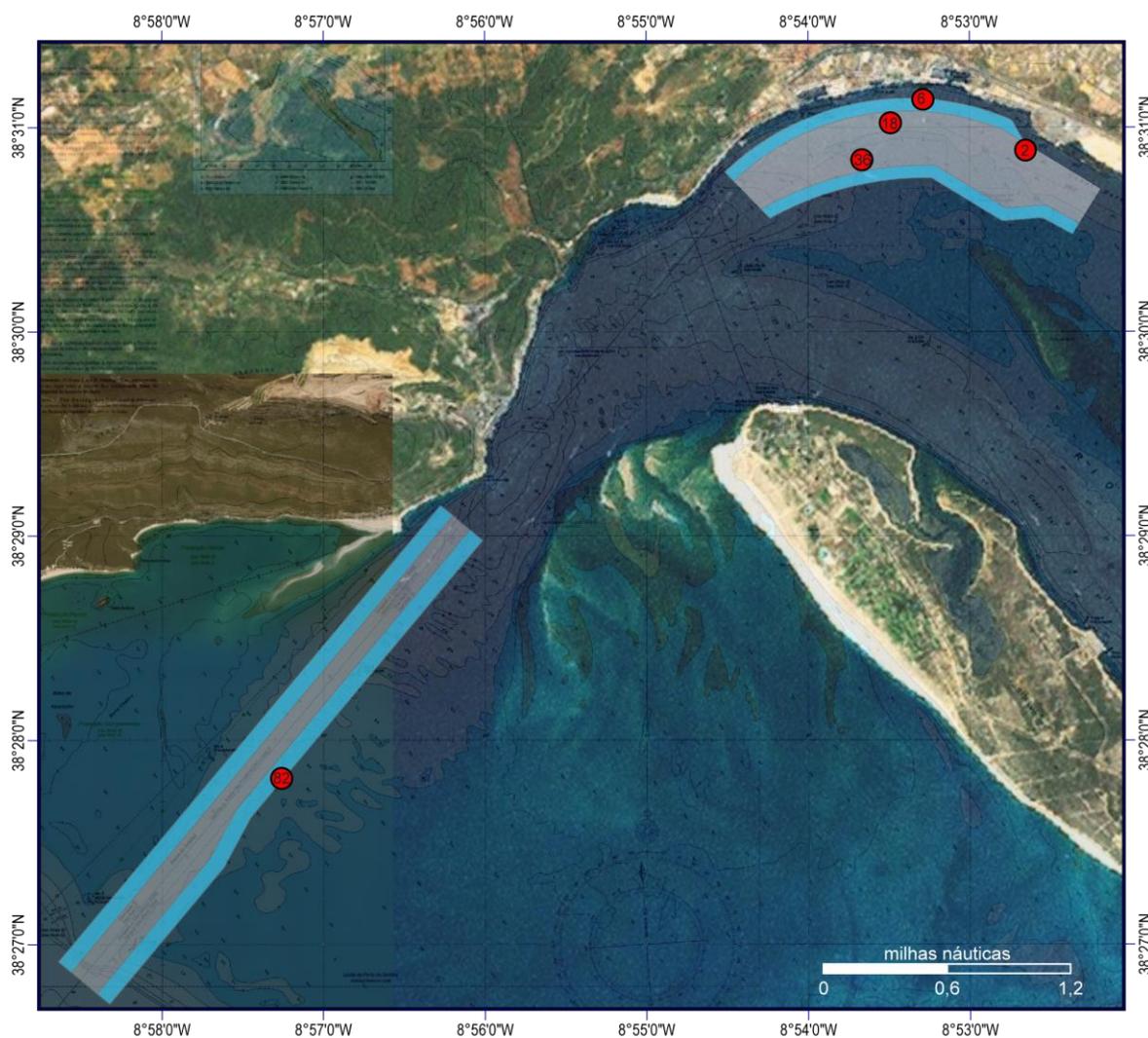


Figura 1. Esquema da localização das estações nas duas zonas definidas como Canal Norte e Canal Barra.

Métodos

Em laboratório as amostras foram divididas para a determinação dos elementos em traço e compostos orgânicos. As porções destinadas às restantes análises foram secas a 40 °C. As amostras para quantificação de metais foram peneiradas num peneiro de 2 mm de malha quadrada e moídas. As concentrações de arsénio (As), cádmio (Cd), crómio (Cr), cobre (Cu), níquel (Ni), chumbo (Pb) e zinco (Zn) foram determinadas por espectrometria de massa acoplada a plasma induzido (ICP-MS; Thermo Elemental - X-series), enquanto que o Hg foi medido por decomposição térmica acoplada a espectrometria de absorção atómica (ET-AAS; Leco AMA 254 Mercury analyser).

Para determinação dos compostos orgânicos (PAH, PCB, HCB) os sedimentos foram sujeitos a diversos procedimentos analíticos. A quantificação destes compostos orgânicos foi efectuada por cromatografia acoplada a espectrometria de massa (GC-MS; Thermo DSQ) e por cromatografia gasosa com detector de captura de electrões (GC-ECD; Hewlett Packard 6890). Os 16 PAHs determinados foram: acenaftileno (ANY), acenafteno (ANA), fluoreno (F), fenantreno (P), antraceno (A), fluoranteno (FL), pireno (PY), benzo[α]antraceno (Ba), criseno (C), benzo[β]fluoranteno (BBF), benzo[K]fluoranteno (BKF), benzo[e]pireno (BEP), benzo[α]pireno (BAP), dibenzo[α,h]antraceno (DBA), benzo[*ghi*]perileno (BPE), perileno (PER) e indeno[1,2,3-*cd*]pireno (IN). Os compostos organoclorados determinados foram os congéneres IUPAC CB26, CB52, CB 101, CB CB118, CB138, CB153 e CB 180.

Elementos em traço

Para a determinação de As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn, as amostras de sedimentos (cerca de 0,1 g) foram digeridas usando a metodologia EPA 3050B que consiste na adição de HNO₃ a 95 ± 5 °C durante 2h 15 min deixando evaporar até cerca de 2,5 mL de volume. Após deixar arrefecer são adicionadas H₂O₂ (a 30%) e água ultra-pura Milli-Q a 95 ± 5 °C. O volume final é aferido com água ultra-pura Milli-Q a 50 mL. O controle de qualidade do método analítico é assegurado através da inclusão de 5 brancos de reagentes e de 5 amostras do material certificado de referência MESS-3 (*National Research Council of Canada*) preparadas em simultâneo com as restantes amostras estudadas (Tabela 1). A justificação para o facto dos valores obtidos para a maioria dos elementos estudados encontrar-se abaixo dos valores certificados está associada com a utilização de uma digestão ácida que não assegurou a decomposição total da amostra. As concentrações dos elementos estudados foram calculadas a partir de uma curva de calibração externa, com adição de padrão interno. Para a determinação de Hg a análise foi efectuada directamente no sedimento seco de acordo com o método descrito por Canário et al. (2005). O controle de qualidade do método analítico foi assegurado através da quantificação de 6 replicados do material certificado de referência MESS-3 (Tabela 2).

Tabela 2. Valores certificados e obtidos para os elementos estudados no MESS-3.

Elemento	Valor certificado \pm incerteza expandida	Valor medido (média \pm desvio padrão)
As ($\mu\text{g g}^{-1}$)	21,2 \pm 1,1	17,5 \pm 1,1
Cd ($\mu\text{g g}^{-1}$)	0,24 \pm 0,01	0,23 \pm 0,01
Cr ($\mu\text{g g}^{-1}$)	105 \pm 4	256,7 \pm 2,8
Cu ($\mu\text{g g}^{-1}$)	32,2 \pm 2	28,4 \pm 1,8
Ni ($\mu\text{g g}^{-1}$)	46,9 \pm 2,2	36,7 \pm 3,2
Pb ($\mu\text{g g}^{-1}$)	21,1 \pm 0,7	17,0 \pm 1,7
Zn ($\mu\text{g g}^{-1}$)	159 \pm 8	133 \pm 15
Hg ($\mu\text{g g}^{-1}$)	0,091 \pm 0,009	0,090 \pm 0,001

Hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (PAH)

Os PAH dos sedimentos foram extraídos num equipamento ASE da DIONEX, com uma mistura de hexano/acetona (1:1), após a adição de um padrão interno deuterado (SUPELCO), composto por d10-acenafteno, d10-fenantreno, d12-criseno, d12-perileno. Os extractos depois de purificados em coluna de sílica/alumina (1:1) foram injectados num GC-MS, operando em modo Selected Ion Monitoring, com coluna capilar J&W, DB5 (30 m) e amostrador automático. Os PAH foram identificados com base na comparação dos tempos de retenção e na razão dos iões (m/z) de uma solução padrão de referência internacional NIST 2260a, contendo os mesmos analitos. A quantificação foi efectuada pelo método do padrão interno, através de rectas de calibração com 9 concentrações dessa solução padrão (Martins et al., 2008).

Compostos organoclorados

Para a determinação de HCB e dos congéneres de PCB, os sedimentos foram extraídos em Soxhlet, com hexano durante 17 h. Após purificação com Florisil e H₂SO₄, os extractos foram injectados num GC-ECD com amostrador automático e coluna capilar DB-5 (J&W Scientific) de 60 m de comprimento. A quantificação dos vários compostos foi efectuada através de soluções padrão, utilizando retas de calibração e o método do padrão externo (Ferreira and Vale, 1995).

Análise e discussão dos resultados

Concentrações de elementos em traço e compostos orgânicos

As concentrações em elementos em traço e compostos orgânicos nas amostras de sedimentos estudadas são apresentadas nas Tabelas 3 (estação 2), 4 (estação 6), 5 (estação 18), 6 (estação 36) e 7 (estação 82). Nestas tabelas encontram-se também representadas as três primeiras classes de classificação de materiais dragados conforme com o disposto na Portaria nº 1450/2007 de 12 de Novembro.

De um modo geral os sedimentos estudados são maioritariamente constituídos por areia, com excepção dos 40 primeiros centímetros do core 36 constituídos maioritariamente por sedimentos silto-argilosos. As partículas sedimentares mais finas apresentam uma elevada superfície específica da qual resulta uma grande afinidade com os elementos em traço e contaminantes orgânicos tais como Hg, Zn, Cd, Cu e PAHs, respectivamente.

Os sedimentos analisados são classificados predominantemente como classe 2 (Material dragado com contaminação vestigiária - pode ser imerso no meio aquático tendo em atenção as características do meio receptor e o uso legítimo do mesmo) devido às concentrações em Cr. A origem de valores elevados de Cr em sedimentos arenosos pode estar associada à presença de minerais pesados (por exemplo piroxenas e anfíbolos) resultantes da erosão e meteorização de formações do complexo intrusivo de Sines composto por rochas ígneas básicas e intermédias (por exemplo gabros, dioritos e sienitos), tendo por isso mesmo uma origem essencialmente litogénica (Mil-Homens et al., 2014). O transporte destes minerais é associado a processos de deriva litoral de S para N associado a eventos de alta energia de SW (Jesus et al., 2007; Miranda et al., 2007).

Tabela 3. Concentrações de As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn e Hg em ($\mu\text{g g}^{-1}$) e de tPCB, tPAH e HCB em (ng g^{-1}) nos sedimentos do core 2.

Profundidade (cm)	As ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cd ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cr ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cu ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Ni ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Pb ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Zn ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Hg ($\mu\text{g g}^{-1}$)	tPCB (ng g^{-1})	tPAH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	Classe
(0-10)	1,9	0,01	58	2,7	3,7	2,5	21	0,027	0,15	29	<LD	2
(10-20)	1,8	0,02	36	3,7	3,8	3,4	24	0,093	0,30	25	<LD	1
(20-40)	0,46	<LQ	36	2,3	4,9	2,0	8,2	0,021	<LD	48	<LD	1
(40-60)	1,3	0,01	39	1,1	3,6	1,1	2,3	0,005	0,15	<LD	<LD	1
(60-80)	1,9	0,01	76	1,8	5,5	1,5	37	0,003	<LD	<LD	<LD	2
(80-100)	1,4	0,02	46	1,4	3,9	1,3	4,8	0,003	<LD	2	<LD	1
(100-120)	1,2	0,01	44	1,0	3,3	1,0	2,6	0,003	0,16	<LD	<LD	1
(120-140)	1,0	0,03	45	1,2	3,0	0,90	4,4	0,004	<LD	<LD	<LD	1
(140-160)	1,2	0,01	54	1,3	3,7	1,1	3,9	0,004	0,11	2	<LD	2
(160-180)	1,3	0,03	47	1,8	4,3	1,4	5,7	0,004	<LD	<LD	<LD	1
Classe 1	< 20	< 1	< 50	< 35	< 30	< 50	< 100	< 0,5	< 5	< 300	< 0,5	1
Classe 2	20 - 50	1 - 3	50 - 100	35 - 150	30 - 75	50 - 150	100 - 600	0,5 - 1,5	5 - 25	300 - 2000	0,5 - 2,5	2
Classe 3	50 - 100	3 - 5	100 - 400	150 - 300	75 - 125	150 - 500	600 - 1000	1,5 - 3	25 - 100	2000 - 6000	2,5 - 10	3

LD – limite de detecção

Tabela 4. Concentrações de As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn e Hg em ($\mu\text{g g}^{-1}$) e de tPCB, tPAH e HCB em (ng g^{-1}) nos sedimentos do core 6.

Profundidade (cm)	As ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cd ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cr ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cu ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Ni ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Pb ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Zn ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Hg ($\mu\text{g g}^{-1}$)	tPCB (ng g^{-1})	tPAH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	Classe
(0-10)	1,7	0,02	44	1,6	5,0	3,3	4,5	0,005	0,02	1	1,3	2
(10-20)	1,6	0,03	38	1,3	3,4	2,5	6,0	0,004	0,02	2	1,0	2
(20-40)	1,8	0,02	58	1,8	3,4	2,3	7,7	0,005	0,02	<LD	<LD	2
(40-60)	1,7	0,01	64	1,6	3,4	2,7	4,4	0,006	0,02	15	<LD	2
(60-80)	1,3	0,01	53	1,2	2,6	1,2	2,3	0,003	0,02	1	<LD	2
(80-100)	1,5	0,01	69	1,3	2,6	2,7	3,9	0,003	0,02	192	<LD	2
(100-120)	1,5	0,01	43	1,0	2,2	0,80	15	0,002	0,05	1	<LD	1
(120-140)	1,6	0,01	56	1,2	2,4	1,7	3,9	0,002	0,05	<LD	<LD	2
(140-160)	1,7	0,02	50	1,1	2,5	0,94	7,5	0,002	0,05	1	<LD	1
(160-180)	1,7	0,01	56	1,1	2,5	1,0	6,7	0,004	0,05	<LD	<LD	2
(180-200)	1,6	0,01	49	1,3	2,9	4,7	4,6	0,004	0,05	1	<LD	1
Classe 1	< 20	< 1	< 50	< 35	< 30	< 50	< 100	< 0,5	< 5	< 300	< 0,5	1
Classe 2	20 - 50	1 - 3	50 - 100	35 - 150	30 - 75	50 - 150	100 - 600	0,5 - 1,5	5 - 25	300 - 2000	0,5 - 2,5	2
Classe 3	50 - 100	3 - 5	100 - 400	150 - 300	75 - 125	150 - 500	600 - 1000	1,5 - 3	25 - 100	2000 - 6000	2,5 - 10	3

LD – limite de detecção

Tabela 5. Concentrações de As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn e Hg em ($\mu\text{g g}^{-1}$) e de tPCB, tPAH e HCB em (ng g^{-1}) nos sedimentos do core 18.

Profundidade (cm)	As ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cd ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cr ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cu ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Ni ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Pb ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Zn ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Hg ($\mu\text{g g}^{-1}$)	tPCB (ng g^{-1})	tPAH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	Classe
(0-10)	0,66	0,03	69	1,3	3,2	0,87	12	0,0011	0,29	<LD	0,06	2
(10-20)	0,63	0,02	55	1,3	3,4	0,86	11	0,0025	4,7	<LD	0,09	2
(20-40)	0,86	0,03	60	3,0	4,1	1,2	14	0,0035	4,6	1	0,06	2
(40-60)	0,62	0,02	71	1,3	3,3	0,78	20	<LD	12	<LD	0,1	2
(60-80)	0,74	0,01	69	1,1	3,0	0,83	3,2	<LD	16	<LD	0,05	2
(80-100)	0,63	0,01	63	1,1	3,2	0,70	9,9	<LD	7,0	<LD	0,07	2
(100-120)	0,64	0,02	63	1,2	3,2	0,52	7,0	<LD	<LD	<LD	<LD	2
(120-140)	0,86	0,02	63	1,4	4,6	1,3	6,4	<LD	0,02	<LD	<LD	2
(140-160)	0,65	0,01	57	1,1	2,8	0,59	7,6	<LD	<LD	<LD	<LD	2
(160-180)	0,67	0,02	87	1,1	4,0	0,97	5,0	<LD	0,36	<LD	0,4	2
(180-200)	0,81	0,01	71	1,5	4,4	0,94	8,6	<LD	1,5	<LD	<LD	2
Classe 1	< 20	< 1	< 50	< 35	< 30	< 50	< 100	< 0,5	< 5	< 300	< 0,5	1
Classe 2	20 - 50	1 - 3	50 - 100	35 - 150	30 - 75	50 - 150	100 - 600	0,5 - 1,5	5 - 25	300 - 2000	0,5 - 2,5	2
Classe 3	50 - 100	3 - 5	100 - 400	150 - 300	75 - 125	150 - 500	600 - 1000	1,5 - 3	25 - 100	2000 - 6000	2,5 - 10	3

LD – limite de detecção

Tabela 6. Concentrações de As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn e Hg em ($\mu\text{g g}^{-1}$) e de tPCB, tPAH e HCB em (ng g^{-1}) nos sedimentos do core 36.

Profundidade (cm)	As ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cd ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cr ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cu ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Ni ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Pb ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Zn ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Hg ($\mu\text{g g}^{-1}$)	tPCB (ng g^{-1})	tPAH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	Classe
(0-10)	4,5	0,06	30	13	6,5	13	46	0,096	2,3	1839	<LD	2
(10-20)	6,7	0,10	66	15	8,8	12	71	0,24	2,5	138	<LD	2
(20-40)	4,0	0,05	28	5,2	4,6	6,3	31	0,066	0,18	340	<LD	2
(40-60)	2,1	0,03	37	2,4	3,1	2,8	13	0,011	0,12	7,2	<LD	1
(60-80)	1,5	<LQ	59	0,86	2,4	0,90	1,3	0,002	0,35	<LD	<LD	2
(80-100)	1,4	0,01	51	0,83	3,4	0,58	<LQ	0,002	0,11	<LD	<LD	2
(100-120)	1,2	0,04	48	0,55	3,2	0,54	<LQ	0,002	0,09	<LD	<LD	1
(120-140)	1,2	0,01	56	0,74	2,9	0,62	0,20	0,002	0,07	<LD	<LD	2
(140-160)	1,1	0,02	47	0,66	2,9	0,59	0,64	0,002	0,09	<LD	<LD	1
(160-180)	1,0	0,01	42	0,57	2,5	1,0	<LQ	0,001	0,07	<LD	<LD	1
(180-200)	1,1	0,02	52	0,99	2,9	0,82	4,0	0,001	0,04	<LD	<LD	2
Classe 1	< 20	< 1	< 50	< 35	< 30	< 50	< 100	< 0,5	< 5	< 300	< 0,5	1
Classe 2	20 - 50	1 - 3	50 - 100	35 - 150	30 - 75	50 - 150	100 - 600	0,5 - 1,5	5 - 25	300 - 2000	0,5 - 2,5	2
Classe 3	50 - 100	3 - 5	100 - 400	150 - 300	75 - 125	150 - 500	600 - 1000	1,5 - 3	25 - 100	2000 - 6000	2,5 - 10	3

LD – limite de detecção

Tabela 7. Concentrações de As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn e Hg em ($\mu\text{g g}^{-1}$) e de tPCB, tPAH e HCB em (ng g^{-1}) nos sedimentos do core 82.

Profundidade (cm)	As ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cd ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cr ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Cu ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Ni ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Pb ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Zn ($\mu\text{g g}^{-1}$)	Hg ($\mu\text{g g}^{-1}$)	tPCB (ng g^{-1})	tPAH (ng g^{-1})	HCB (ng g^{-1})	Classe
(0-10)	1,0	0,01	77	0,90	3,0	0,81	4,7	0,001	0,2	<LD	<LD	2
(10-20)	1,0	0,01	89	1,3	3,2	0,95	5,7	0,001	1	<LD	<LD	2
(20-40)	0,95	<LQ	75	1,1	2,8	0,66	5,5	0,001	<LD	<LD	0,47	2
(40-60)	0,93	0,01	82	1,2	3,4	1,05	7,0	0,001	<LD	<LD	<LD	2
(60-80)	0,78	<LQ	75	0,92	3,1	0,58	2,9	0,002	<LD	<LD	<LD	2
(80-100)	0,66	0,01	75	0,95	3,0	0,58	3,4	0,001	0,04	<LD	<LD	2
(100-120)	0,41	0,03	38	0,87	1,8	0,45	7,2	0,001	0,02	<LD	<LD	1
(120-140)	0,54	0,01	85	0,80	2,5	0,51	3,0	<LD	0,02	<LD	<LD	2
(140-160)	0,73	0,01	42	0,74	1,8	0,50	2,8	<LD	0,02	<LD	<LD	1
(160-180)	0,55	<LQ	53	0,71	2,2	0,61	5,8	<LD	0,02	<LD	<LD	2
Classe 1	< 20	< 1	< 50	< 35	< 30	< 50	< 100	< 0,5	< 5	< 300	< 0,5	1
Classe 2	20 - 50	1 - 3	50 - 100	35 - 150	30 - 75	50 - 150	100 - 600	0,5 - 1,5	5 - 25	300 - 2000	0,5 - 2,5	2
Classe 3	50 - 100	3 - 5	100 - 400	150 - 300	75 - 125	150 - 500	600 - 1000	1,5 - 3	25 - 100	2000 - 6000	2,5 - 10	3

LD – limite de detecção

Considerações finais

Em conformidade com a Portaria nº 1450/2007 de 12 de Novembro, os sedimentos analisados são classificados como Classe 1 e 2, esta última condicionada pelas concentrações de Cr.

Referências

Canário, J., Vale, C., Caetano, M., 2005. Distribution of monomethylmercury and mercury in surface sediments of the Tagus Estuary (Portugal). *Marine Pollution Bulletin*, 50(10): 1142-1145.

Ferreira, A.M., Vale, C., 1995. The importance of runoff to DDT and PCB inputs to the Sado estuary and Ria Formosa. *Netherland Journal of Aquatic Ecology*, 29(3-4): 211-216.

Jesus, C.C., Miranda, P., Rocha, F., Oliveira, A., 2007. Fine-fraction mineralogy and geochemistry of beach sediments of SW Portugal as markers of sedimentary dynamics. *Journal of Coastal Research*(SI 50): 990-994.

Martins, M., Ferreira, A.M., Vale, C., 2008. The influence of *Sarcocornia fruticosa* on retention of PAHs in salt marsh sediments (Sado estuary, Portugal). *Chemosphere*, 71(8): 1599-1606.

Mil-Homens, M., Vale, C., Raimundo, J., Pereira, P., Brito, P., Caetano, M., 2014. Major factors influencing the elemental composition of surface estuarine sediments: The case of 15 estuaries in Portugal. *Marine Pollution Bulletin*, 84(1-2): 135-146.

Miranda, P., Jesus, C.C., Bernardes, C., Rocha, F., 2007. Interpreting beach sedimentary dynamics between Troia and Sines (SW Portugal) using heavy minerals and textural analyses. *Journal of Coastal Research*(SI 50): 599-603.

ANEXO 7

RELATÓRIOS DE MEDIÇÃO DO RUÍDO

RELATÓRIO DE ENSAIO(S) DE AVALIAÇÃO ACÚSTICA

Medição dos níveis de pressão sonora
nível sonoro médio de longa duração

Proman / Lisboa

24 /02/2016

EnviEstudos, S.A.
Sede: Av. 25 de Abril, 43ª - 2ª Dto., 2800-303 Almada – N.I.P.C.: 504 307 797
Capital Social: 50.000 Euros – Matriculada na C.R.C. Almada sob o n.º 504 307 797



Índice

1	OBJECTIVOS	4
2	EQUIPA TÉCNICA	5
3	EQUIPAMENTOS	6
4	DADOS DE BASE PARA A AVALIAÇÃO ACÚSTICA	7
	4.1.1 Classificação da área em estudo	7
	4.1.2 Caracterização acústica da envolvente e da instalação.....	7
	4.1.3 Representatividade da medição.....	7
5	AVALIAÇÃO ACÚSTICA	9
6	ANÁLISE DA CONFORMIDADE.....	10

FICHA TÉCNICA

EMPRESA / ESTABELECEMENTO	Nome: Proman
	Contacto(s): Eng ^a Ana Paula Mendes
	Morada:
	Horário de funcionamento detalhado:

ENTIDADE RESPONSÁVEL PELAS MEDIÇÕES	Nome: EnviEstudos, S.A.
	Morada: Avenida 25 de Abril, n.º43-A, 2º Dto., 2800-303 Almada.
	Responsável da Avaliação: Eduardo Mourinho
	Técnico(s) da Medição: Rui Ferreira

DADOS ESPECÍFICOS DA MEDIÇÃO	Data das medições: 27, 28 e 28 de Janeiro de 2016	Data do relatório: 24/02/2016	
	Local do ensaio: Envolvente ao Porto de Setúbal		
	Ensaios realizados:	– Medição do nível sonoro contínuo equivalente de longa duração	
	Equipamentos utilizados:	Sonómetro Rion-NA-27. N.º. 11042324	Testo 435-2. N.º de série: 01316464
		Calibrador Rion-NC-74. N.º. 51241398,	
	Ensaio realizado de acordo com:	Norma NP ISO 1996:2011, partes 1 e 2,	
Os resultados são interpretados de acordo com os limites estabelecidos nos artigos 11º e 13º do RGR.			

RESULTADOS	Da avaliação realizada foram obtidos os seguintes resultados:				
			Ponto de medição		
			P1	P2	P3
	Níveis de pressão sonora dBA	Período Diurno	65,2	62,4	45,1
		Período Entardecer	64,5	59,2	44,6
		Período Nocturno	59,2	54,8	45,3
Valores limite de exposição <small>valores dados em dB(A)</small>	L diurno – entardecer - nocturno	65,2	64,5	59,2	
	Lnocturno	67,5	63,6	51,5	
Os resultados obtidos são representativos do normal funcionamento da actividade ruidosa permanente em estudo. As condições de normal funcionamento durante o período de avaliação são da total responsabilidade da empresa / estabelecimento avaliado. A avaliação de conformidade legal apresentada não considera as incertezas associadas aos ensaios.					

1 OBJECTIVOS

Este trabalho teve como objectivo avaliar o nível de cumprimento do Regulamento Geral do Ruído (RGR) relativamente à emissão de ruído para no exterior do Porto de Setúbal, durante o seu normal funcionamento.

De acordo com RGR, a instalação e o exercício de actividades ruidosas permanentes em zonas mistas, nas envolventes das zonas sensíveis ou mistas ou na proximidade dos receptores sensíveis isolados, encontram-se obrigadas a cumprir os requisitos:

- “valores limite de exposição”.

Valores limite de exposição (conforme artigo 11º do RGR)

O exercício de actividades ruidosas permanentes não pode contribuir para o incumprimento dos valores limite de exposição constantes da tabela seguinte.

Tipo de zona / receptor	L _{DEN} [dB(A)]	L _N [dB(A)]	Observações
Não classificada	63	53	A delimitação e a disciplina das zonas sensíveis e das zonas mistas é, de acordo com o nº2, do Artigo 6º, do RGR, responsabilidade dos municípios.
Mista	65	55	-
Sensível	55	45	-

O RGR prevê várias situações de excepção, desenvolvidas no capítulo 6 “Análise de conformidade”, se aplicável à presente avaliação.

2 EQUIPA TÉCNICA

A equipa técnica responsável pelo trabalho contou com os seguintes elementos:

Responsavel (responsável da avaliação)

Engº Eduardo Mourinho

Licenciado em Engenharia do Ambiente

Tecnico1 (técnico da medição)

Engº Rui Ferreira

Licenciado em Engª Mecânica

3 EQUIPAMENTOS

A realização deste trabalho envolveu a utilização dos seguintes equipamentos:

Sonómetro

Sonómetro integrador da classe de precisão 1, equipado com banco de filtros de terços de oitava.

Marca Rion, modelo NA-27. N.º de série: 11042324.

Resolução de 0,1 dB e alcance de medição de 20 a 140 dB.

Calibrador acústico

Calibrador Rion, modelo NC-74. N.º de série: 51241398.

Sistema de medição (sonómetro mais calibrador) aprovado - de acordo com o Despacho de Aprovação de Modelo n.º245.70.03.3.23 (DR - III série).

Termohigrómetro e Anemómetro

Equipamento Testo 435-2. N.º de série: 01316464.

4 DADOS DE BASE PARA A AVALIAÇÃO ACÚSTICA

A envolvente acústica das instalações analisadas, assim como os pontos de medição considerados nesta avaliação, são apresentados na planta da figura 1.

Os resultados das medições (correspondendo às memórias do sonómetro) assim como outros dados de campo são apresentados no Anexo I – “*Dados considerados para os cálculos da avaliação acústica*”.

4.1.1 CLASSIFICAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

A área em estudo tem uma ocupação que sugere uma classificação mista pois coexistem habitações e indústria e serviços no mesmo local.

4.1.2 CARACTERIZAÇÃO ACÚSTICA DA ENVOLVENTE E DA INSTALAÇÃO

As principais fontes de ruído identificadas na área em estudo são:

- Tráfego rodoviário na estrada da Graça, Avenida Jaime Rebelo e Avenida Belo Horizonte,
- Tráfego ferroviário na linha de acesso ao porto e linha suburbana de Setúbal
- Ruído proveniente da Empresa Tersado
- Ruído proveniente da Empresa Sadopor
- Ruído de origens naturais

4.1.3 REPRESENTATIVIDADE DA MEDIÇÃO

DescricaoRepresentatividade.

A amostragem contemplou várias medições em dias distintos, por ponto de medição e período de referência, garantindo a representatividade do período de um ano, no âmbito do critério “dos valores limite de exposição”. Foi feita a extrapolação para um nível sonoro de longa duração, pela consideração das variações meteorológicas anuais sobre os níveis sonoros obtidos nas amostras parciais recolhidas.

Planta



5 AVALIAÇÃO ACÚSTICA

As sínteses de resultados com verificação do critério de incomodidade e verificação dos valores limite de exposição são apresentadas nas tabelas seguintes.

Os valores que representem uma não conformidade, caso existam, são escritos a “vermelho”.

Síntese de resultados e verificação dos valores limite de exposição						
Ponto de medição	L_{diurno} obtido	L_{entardecer} obtido	L_{nocturno}		L_{diurno-entardecer-nocturno}	
			obtido	permitido	obtido	permitido
P1	65,2	64,5	59,2	55	67,5	65
P2	62,4	59,2	54,8	55	63,6	65
P3	45,1	44,6	45,3	55	51,5	65

Nota: Valores apresentados em dB(A)

6 ANÁLISE DA CONFORMIDADE

Comparando os resultados obtidos com os valores permitidos, conclui-se que a os valores medidos para o ponto 1 está acima do disposto no Regulamento Geral do Ruído, os restantes pontos encontram-se dentro dos limites para zonas mistas.

ANEXO 8

LISTA DE ESPÉCIES DE ICTIOFAUNA

Tabela 1 – Espécies de peixes referenciadas para o estuário do Sado (S) e para o Parque Marinho Professor Luiz Saldanha, zona costeira da Arrábida (A):

Referências:

S1 – Sobral (1993); S2 – Lopes da Cunha (1994); S3 – Sobral & Gomes (1997); S4 - Cabral (1999); S5 – Cabral et al. (2012); S6 – Raimundo et al. (2012); S7 - Melo et al. (2014); A1 – Henriques et al. (1999); A2 – Almada et al. (2000); A3 – Cunha et al. (2014); A4 - Sousa (2014)

Família	Nome científico	Nome comum	Ocorrência	Fenologia	Estatuto de Conservação	Ref's
Alopiidae	<i>Alopias superciliosus</i>	Raposo	Sado	-	EN – Em Perigo	S6
Ammodytidae	<i>Gymnammodytes semisquamatus</i>	-	Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2
	<i>Hyperoplus anceolatus</i>	Galeota-maior	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	Enguia	Sado	MC	EN – Em Perigo*	S1; S2; S3; S4
	<i>Eutrigla gurnardus</i>	Cabra-morena	Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S4
Atherinidae	<i>Atherina boyeri</i>	Peixe-rei	Sado	R	DD – Informação Insuficiente*	S2
	<i>Atherina presbyter</i>	Peixe-rei	Arrábida e Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S1; S3; S4; A1; A2
Balistidae	<i>Balistes capricus</i>	Cangulo	Arrábida	-	DD – Informação Insuficiente	A4
	<i>Balistes carolinensis</i>	Peixe-porco	Arrábida	-	DD – Informação Insuficiente	A1; A2
Batrachoididae	<i>Halobatrachus didactylus</i>	Charroco	Arrábida e Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S3; S4; S5; A1; A2; A4
Belonidae	<i>Belone belone</i>	Peixe-agulha	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S3; S4; A1; A2
Blenniidae	<i>Coryphoblennius galerita</i>	Caboz-marachomba	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Lipophrys canevei</i>	Caboz	Arrábida	-	-	A1; A2
	<i>Lipophrys pholis</i>	Caboz	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Lipophrys trigloides</i>	Caboz	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Parablennius gattorugine</i>	Marachomba-babosa	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2; S3; S4; A1; A2
	<i>Parablennius incognitus</i>	Caboz	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Parablennius pilicornis</i>	Marachomba	Arrábida e Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S2; A1; A2
	<i>Parablennius rouxi</i>	Marachomba	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S4; A1; A2
	<i>Parablennius sanguinolentus</i>	Caboz	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Salarias pavo</i>	Caboz-de-crista	Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S3
Bothidae	<i>Amoglossus imperialis</i>	Carta-imperial	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A4
	<i>Amoglossus laterna</i>	Carta-do-mediterrâneo	Arrábida e Sado	MJ	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S4; A3; A4
	<i>Amoglossus thori</i>	Carta-pontuada	Arrábida e Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S2, A4
	<i>Bothus podas</i>	Carta-de-olhos-grandes	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2; A1; A2; A4



Familia	Nome científico	Nome comum	Ocorrência	Fenologia	Estatuto de Conservação	Ref's
Callionymidae	<i>Callionymus lyra</i>	Peixe-pau-lira	Arrábida e Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S3; S4; A1; A2; A4
	<i>Callionymus maculatus</i>	Peixe-pau-malhado	Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S4
	<i>Callionymus reticulatus</i>	Peixe-pau-listado	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2; S4; A1; A2
	<i>Callionymus risso</i>	Peixe-pau	Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S2
Carangidae	<i>Naucrates ductor</i>	Peixe-piloto	Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2
	<i>Trachurus trachurus</i>	Carapau	Arrábida e Sado	MJ	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S3; S4; A3; A4
	<i>Trachurus mediterraneus</i>	Carapau	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1
	<i>Trachurus picturatus</i>	Chicharro	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1, A4
Carcharhinidae	<i>Carcharhinus plumbeus</i>	Tubarão-corre-costa	Arrábida	-	EN - Em Perigo	A2
Centracanthidae	<i>Spicara</i> sp.	Trombeiro	Arrábida	-	-	A1; A2
Citharidae	<i>Citharus linguatula</i>	Carta-de-bico	Arrábida e Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S2; A3, A4
Clupeidae	<i>Alosa fallax</i>	Savelha	Sado	MA	VU – Vulnerável*	S1; S2; S3; S5
	<i>Sardina pilchardus</i>	Sardinha	Arrábida e Sado	MJ	NT – Quase Ameaçado	S1; S2; S3; S4; A1; A2; A4
	<i>Sardinella aurita</i>	Sardinha	Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2
Congridae	<i>Conger conger</i>	Congro	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2; S4; A3, A4
Cottidae	<i>Taurulus bubalis</i>	Peixe-diabo	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2; A1; A2
Dasyatidae	<i>Dasyatis pastinaca</i>	Uge	Arrábida e Sado	MO	VU – Vulnerável	S1; S2; A3; A4
Engraulidae	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Biqueirão	Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S3; S4
Gadidae	<i>Micromesistius poutassou</i>	Verdinho	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A3; A4
	<i>Pollachius pollachius</i>	Badejo/ Juliana	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; A1; A2
	<i>Trisopterus luscus</i>	Faneca	Arrábida e Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S2; S3; S6; A1; A2; A4
Gobiesocidae	<i>Apletodon dentatus</i>	Pegador	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Diplecogaster bimaculata</i>	Pegador	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Lepadogaster candolii</i>	Pegador	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Lepadogaster lepadogaster</i>	Pegador	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
Gobiidae	<i>Aphia minuta</i>	Caboz-transparente	Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S2
	<i>Deltentosteus quadrimaculatus</i>	Caboz	Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S2
	<i>Gobius auratus</i>	Caboz	Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S2
	<i>Gobius cobitis</i>	Caboz	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Gobius cruentatus</i>	Caboz-de-lábio	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Gobius gasteveni</i>	Caboz	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Gobius niger</i>	Caboz-negro	Arrábida e Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S3; S4; A1; A2



Família	Nome científico	Nome comum	Ocorrência	Fenologia	Estatuto de Conservação	Ref's
Gobiidae (cont.)	<i>Gobius paganellus</i>	Caboz-da-rocha	Arrábida e Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S2; S4; A1; A2
	<i>Gobius xanthocephalus</i>	Caboz	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Gobiusculus flavescens</i>	Caboz	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	Caboz	Arrábida e Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S2; A1; A2
	<i>Pomatoschistus microps</i>	Caboz-comum	Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S2; S4
	<i>Pomatoschistus minutus</i>	Caboz-da-areia	Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S2; S3; S4
	<i>Pomatoschistus pictus</i>	Caboz	Arrábida e Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S2; A1; A2
	<i>Thorogobius ephippiatus</i>	Caboz	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
Labridae	<i>Centrolabrus exoletus</i>	Bodião-da-rocha	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2; 4; A1; A2
	<i>Coris julis</i>	Bodião-judia	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Ctenolabrus rupestres</i>	Bodião-rupestre	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2; 4; A1; A2
	<i>Labrus bergyllta</i>	Bodião-manchado	Arrábida e Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S2; S3; A1; A2
	<i>Labrus mixtus</i>	Bodião-canário	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Symphodus bailloni</i>	Bodião	Arrábida e Sado	MJ	LC – Pouco Preocupante	S2; 4; A1; A2; A4
	<i>Symphodus cinereus</i>	Bodião-cinzentos	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2; 4; A1; A2
	<i>Symphodus melops</i>	Bodião-vulgar	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S3; S4; A1; A2
	<i>Symphodus ocellatus</i>	Bodião-de-pinta	Arrábida e Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S2; A1
	<i>Symphodus roissali</i>	Bodião	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Symphodus rostratus</i>	Bodião	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Symphodus mediterraneus</i>	Bodião	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1
Lophiidae	<i>Lophius budegassa</i>	Tamboril-preto	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A4
Lophiidae	<i>Lophius piscatorius</i>	Tamboril	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A3
Macroramphosidae	<i>Macroramphosus scolopax</i>	Apára-lápis	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2; A4
Merlucciidae	<i>Merluccius merluccius</i>	Pescada	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2; S6; A3; A4
Molidae	<i>Mola mola</i>	Peixe-lua	Arrábida	-	DD – Informação Insuficiente	A1; A2
Moronidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Robalo-legítimo	Arrábida e Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S3; S5; A1; A2; A4
	<i>Dicentrarchus punctatus</i>	Robalo	Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S1
Mugilidae	<i>Chelon labrosus</i>	Tainha-negrão	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2; A4
	<i>Liza aurata</i>	Tainha-garrento	Arrábida e Sado	MJ	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S3; S4; A1; A2; A4
	<i>Liza ramada</i>	Tainha-fataça	Arrábida e Sado	MC	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S4; S5; A1; A2
	<i>Liza saliens</i>	Tainha-de-salto	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A4
	<i>Mugil cephalus</i>	Tainha-olhalvo	Arrábida e Sado	MJ	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S4; A1; A4
Mullidae	<i>Mullus surmuletus</i>	Salmonete-legítimo	Arrábida e Sado	MJ	DD – Informação Insuficiente	S1; S2; S3; S4; S5; A1; A2; A4
Muraenidae	<i>Muraena helena</i>	Moreia	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2



Família	Nome científico	Nome comum	Ocorrência	Fenologia	Estatuto de Conservação	Ref's
Myliobatidae	<i>Pteromylaeus bovinus</i>	Ratão-bispo	Arrábida	-	CR - Criticamente ameaçada	A3; A4
	<i>Myliobatis aquila</i>	Ratão-águia	Arrábida e Sado	MO	VU – Vulnerável	S1; S2; S3; S4; S5; A1; A4
Phycidae	<i>Ciliata mustela</i>	Laibeque-de-cinco barbilhos	Arrábida e Sado	MJ	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S3; S4; A1; A2
	<i>Gaidropsarus mediterraneus</i>	Abrótea-da-poça	Arrábida	MO	LC – Pouco Preocupante	S2; A1; A2
	<i>Gaidropsarus vulgaris</i>	Abrótea-da-poça	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; A1; A2
	<i>Phycis phycis</i>	Abrótea	Arrábida	-	DD – Informação Insuficiente	A1; A2, A4
Pleuronectidae	<i>Platichthys flesus</i>	Solha-das-pedras	Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S3; S4
Pomacentridae	<i>Chromis chromis</i>	Castanheta	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
Rajidae	<i>Raja brachyura</i>	Raia	Arrábida e Sado	MO	NT – Quase Ameaçado	S2; A4
	<i>Raja clavata</i>	Raia-lenga	Arrábida e Sado	-	NT – Quase Ameaçado	S1; S2; S6; A3; A4
	<i>Raja miraletus</i>	Raia-de-quatro-olhos	Arrábida e Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S6; A3; A4
	<i>Raja naevus</i>	Raia-de-dois-olhos	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A3
	<i>Raja undulata</i>	Raia-curva	Arrábida e Sado	MJ	NT – Quase Ameaçado	S2; S3; S4; A1; A4
	<i>Rostroraja alba</i>	Raia-branca	Arrábida	-	CR - Criticamente ameaçada	A3; A4
Sciaenidae	<i>Argyrosomus regius</i>	Corvina	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A3; A4
Scombridae	<i>Scomber japonicus</i>	Cavala	Arrábida	-	-	A1; A2; A4
	<i>Scomber scombrus</i>	Sarda	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A3, A4
Scophthalmidae	<i>Scophthalmus maximus</i>	Pregado	Arrábida	-	VU - Vulnerável	A3, A4
	<i>Scophthalmus rhombus</i>	Rodovalho	Arrábida e Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; A1; A4
	<i>Zeugopterus punctatus</i>	Rodovalho-bruxa	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Zeugopterus regius</i>	Bruxa	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
Scorpaenidae	<i>Scorpaena notata</i>	Rascasso-escorpião	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2; S3; S4; A1; A2; A4
	<i>Scorpaena porcus</i>	Rascasso-de-pintas	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2; S4; S6; A1; A2, A4
	<i>Scorpaena scrofa</i>	Rascasso-vermelho	Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S4
Scyliorhinidae	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Pata-roxa	Arrábida e Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S6; A4
Serranidae	<i>Serranus atricauda</i>	Serrano-de-rola	Arrábida	-	DD – Informação Insuficiente	A1; A2
	<i>Serranus cabrilla</i>	Serrano-alecrim	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S4; A1; A2, A4
	<i>Serranus hepatus</i>	Serrano-ferreiro	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2; S4; A1; A2, A4
Soleidae	<i>Buglossidium luteum</i>	Língua-de-gato	Arrábida e Sado	V	LC – Pouco Preocupante	S2; S4; A1
	<i>Dicologlossa cuneata</i>	Língua	Arrábida e Sado	MJ	LC – Pouco Preocupante	S2; S4; A3, A4
	<i>Dicologlossa hexophthalma</i>	Língua	Sado	MO	-	S4
	<i>Microchirus azevia</i>	Azevia	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S4; A3; A4
	<i>Microchirus boscanion</i>	Azevia-marginada	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A3; A4



Família	Nome científico	Nome comum	Ocorrência	Fenologia	Estatuto de Conservação	Refs
Soleidae (cont.)	<i>Microchirus ocellatus</i>	Azevia-de-malhas	Arrábida e Sado	MO	DD – Informação Insuficiente	S4; A3; A4
	<i>Microchirus variegatus</i>	Azevia-raiada	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A4
	<i>Monochirus hispidus</i>	Cascarra	Arrábida e Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S4; A1
	<i>Pegusa lascaris</i>	Linguado-da-areia	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2; S4; A3; A4
	<i>Solea senegalensis</i>	Linguado-do-Senegal	Arrábida e Sado	V	DD – Informação Insuficiente	S1; S2; S3; S4; S5; A1; A2; A4
	<i>Solea solea</i>	Linguado-legítimo	Arrábida e Sado	V	DD – Informação Insuficiente	S1; S2; S4; S5; S6; A4
	<i>Synaptura lusitanica</i>	Linguado-português	Arrábida e Sado	MO	DD – Informação Insuficiente	S4; S5; A1; A2; A4
	<i>Synapturichthys kleinii</i>	Linguado-turco	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A4
Sparidae	<i>Boops boops</i>	Boga-do-mar	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2; S3; S4; A1; A2; A4
	<i>Diplodus annularis</i>	Sargo-alcorraz	Arrábida e Sado	MJ	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S4; S5; S6; A1; A2
	<i>Diplodus bellottii</i>	Sargo-do-Senegal	Arrábida e Sado	V	LC – Pouco Preocupante	S4; S5; A1; A2
	<i>Diplodus cervinus</i>	Sargo-veado	Arrábida e Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S2; A1; A2
	<i>Diplodus puntazzo</i>	Sargo-bicudo	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	S2; A1; A2
	<i>Diplodus sargus</i>	Sargo-legítimo	Arrábida e Sado	MJ	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S4; S5; A1; A2; A4
	<i>Diplodus vulgaris</i>	Sargo-safia	Arrábida e Sado	MJ	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S3; S4; S5; A1; A2; A4
	<i>Lithognathus momyrus</i>	Ferreira	Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2
	<i>Oblada melanura</i>	Judia	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Pagellus acame</i>	Besugo	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S1; S4; S6; A1; A2; A4
	<i>Pagellus bogaraveo</i>	Goraz	Arrábida e Sado	-	NT – Quase Ameaçado	S2; S3; A3; A4
	<i>Pagrus auriga</i>	Pargo-sêmola	Arrábida e Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S2; A1; A2
	<i>Pagrus pagrus</i>	Pargo-legítimo	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2; S4; A1; A2; A4
	<i>Sarpa salpa</i>	Salema	Arrábida e Sado	MJ	LC – Pouco Preocupante	S2; S4; A1; A2
	<i>Sparus aurata</i>	Dourada	Arrábida e Sado	MJ	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S3; S4; S5; A1; A2
	<i>Spondylisoma cantharus</i>	Choupa	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S3; S4; S5; A1; A2; A4
Stromateidae	<i>Stromateus fiatola</i>	Pampo	Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S2
Syngnathidae	<i>Entelurus aequoreus</i>	Marinha	Arrábida e Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S2; A1; A2; A4
	<i>Hippocampus guttulatus</i>	Cavalo-marinho	Arrábida e Sado	R	DD – Informação Insuficiente	S2; S7; A1
	<i>Hippocampus hippocampus</i>	Cavalo-marinho	Arrábida e Sado	R	DD – Informação Insuficiente	S1; S2; S3; S4; A1; A2; A4
	<i>Nerophis lumbiciformis</i>	Marinha	Arrábida e Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S2; A1; A4



Família	Nome científico	Nome comum	Ocorrência	Fenologia	Estatuto de Conservação	Ref's
Syngnathidae (cont.)	<i>Nerophis ophidion</i>	Marinha	Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S2
	<i>Syngnathus abaster</i>	Marinha	Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S2; S3; S4
	<i>Syngnathus acus</i>	Marinha-comum	Arrábida e Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S4; S7; A1; A2
	<i>Syngnathus typhle</i>	Marinha	Arrábida e Sado	R	LC – Pouco Preocupante	S2; A1
Tetraodontidae	<i>Sphoeroides marmoratus</i>	Peixe-balão	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Sphoeroides spengleri</i>	Peixe-balão	Sado	MO	-	S2; S3
Torpedinidae	<i>Torpedo marmorata</i>	Tremelga-marmoreada	Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S5
	<i>Torpedo torpedo</i>	Tremelga	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S3; S4; S5; A3; A4
Trachinidae	<i>Echiichthys vipera</i>	Peixe-aranha	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
	<i>Trachinus draco</i>	Peixe-aranha	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A4
Triakidae	<i>Galeorhinus galeus</i>	Cação-pema-moça	Arrábida	-	VU – Vulnerável	A3
	<i>Mustelus mustelus</i>	Cação	Arrábida e Sado	MO	VU – Vulnerável	S1; S2; S5; A3; A4
Triglidae	<i>Aspitrigla cuculus</i>	Cabrinha	Arrábida e Sado	-	-	S6, A4
	<i>Chelidonichthys lucerna</i>	Cabra-cabaço	Arrábida e Sado	MO	LC – Pouco Preocupante	S1; S2; S3; S5; S4; A3; A4
	<i>Chelidonichthys obscurus</i>	Cabra-de-bandeira	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A4
	<i>Lepidorhombus boscii</i>	Areiro-quatro-manchas	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A3; A4
	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	Areiro	Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S6
	<i>Lepidotrigla cavillone</i>	Ruivo	Sado	-	LC – Pouco Preocupante	S6
	<i>Lepidotrigla dieuzeidei</i>	-	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A3, A4
	<i>Trigloporus lastoviza</i>	Cabra-riscada	Arrábida e Sado	-	DD – Informação Insuficiente	S2; A1; A2; A4
Tripterygiidae	<i>Tripterygion delaisi</i>	Caboz	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A1; A2
Uranoscopidae	<i>Uranoscopus scaber</i>	-	Arrábida	-	LC – Pouco Preocupante	A3
Zeidae	<i>Zeus faber</i>	Peixe-galo	Arrábida	-	DD – Informação Insuficiente	A2; A4

Referências bibliográficas

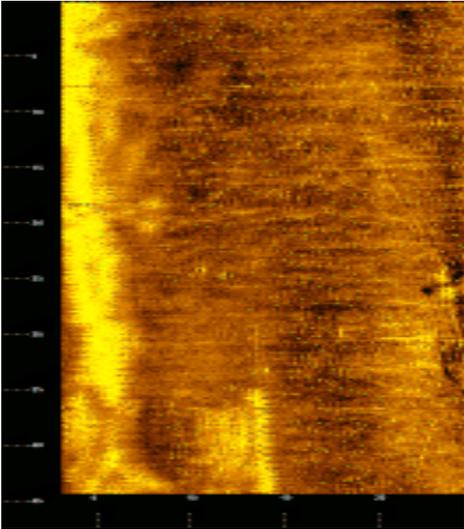
- Almada, V., Gonçalves, E., & Henriques, M. (2000). *Inventariação e ecologia da ictiofauna do substrato rochoso da costa Arrábida/Espichel*. Relatório Final. 264 pp.
- BIOMARES (2014). Implementação do Parque Marinho Professor Luiz Saldanha (Parque Natural da Arrábida): Ponto de situação realizado no âmbito do Projeto de conservação e gestão BIOMARES. 20 pp.
- Borges, R., Vaz, J., Serrão, E. A., & Gonçalves, E. J. (2009). Short-term temporal fluctuations of very-nearshore larval fish assemblages at the Arrábida Marine Park (Portugal). *Journal of Coastal Research*, SI 56: 376-380.
- Cabral, H., Laborde, M., Gamito, R., Ferreira, P., & Solanou, M. (2012). Caracterização da actividade da pesca no estuário do Sado e avaliação de potenciais impactos na população de roazes. Relatório Final. 46 pp.
- Cabral, H.N. (1999). Ictiofauna do estuário do Sado. Relatórios científicos e Técnicos. Instituto de Investigação das Pescas e do Mar, nº47, 30 pp.
- Cabral, M. J., J. Almeida, P.R. Almeida, T. Dellinger, N. Ferrand de Almeida, M. E. Oliveira, J. M. Palmeirim, A., Queiroz, L., Rogado, L., & Santos, M. (2005). Livro Vermelho dos Vertebrados de Portugal. Instituto de Conservação da Natureza. Lisboa.
- Cunha, A. H., Erzini, K., Serrão, E. A., Gonçalves, E., Borges, R., Henriques, M., Guerra, M., Duarte, C., Marbá, N., & Fonseca, M. (2014). Biomares, a LIFE project to restore and manage the biodiversity of Prof. Luiz Saldanha Marine Park. *Journal of Coastal Conservation*, 18(6), 643–655.
- Froese, R., & Pauly, D. (2015). FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (08/2015).
- Henriques M., Gonçalves E.J., & Almada V.C. (1999). The conservation of littoral fish communities: a case study at Arrábida coast (Portugal). In Almada, V.C., Oliveira, R.F., & Gonçalves, E.J. (Eds). *Behaviour and Conservation of Littoral Fishes*. Lisboa: Instituto Superior de Psicologia Aplicada, pp. 473-519.
- IUCN (2015). European Red List of Marine Fishes, IUCN Global Species Programme IUCN European Regional Office European Red List of Marine Fishes. Luxembourg: Publications Office of the European Union. 90 pp.
- Lopes da Cunha, P. (1994). Estrutura e Dinâmica da Ictiofauna do Estuário do Sado. Tese de Doutoramento. Universidade de Lisboa. 397 pp.
- Melo, R., Cabral, H., Mendes, R. N., Pais, M. P., Batista, M., & Henriques, S. (2014). Cavalos-marinhos e ervas-marinhas no Estuário do Sado. Relatório Final. 34 pp.
- OSPAR (2008). Case reports for the OSPAR list of threatened and/or declining species and habitats. *Biodiversity Series* 358, 261.
- Raimundo, J., Caetano, M., Micaelo, C., Silva, R., Brito, P., Anes, B., Mendes, R., & Santos, I. (2012). Estudo de monitorização da qualidade das águas no local de imersão de dragados e acumulação no biota. Relatório Final. 16 pp.
- Sobral, D. V. (1993). Peixes do estuário do Sado. *Estudos de Biologia e Conservação da Natureza*, 11. 26 pp.
- Sobral, D., & Gomes, J. (1997). Peixes litorais. Lisboa: ICN, Estuário do Sado. 54 pp.
- Sousa, I. (2014). Recursos Vivos da Costa da Arrábida – Estudo do Efeito Reserva nas Comunidades Marinhas de Substratos Móveis no Parque Marinho Professor Luiz Saldanha. 94 pp.



ANEXO 9

ANOMALIAS DETETADAS PELO SONAR DE VARRIMENTO LATERAL

Alvo 1

Imagem do Alvo	Descrição
	<p>Localização do Alvo: 133519.1349/ 172406.4321 Carta Militar de Portugal: 454 Altura do Alvo: 0.31 Metros Comprimento do Alvo: 7.11 Metros Sombra do Alvo: 0.99 Metros Largura do Alvo: 0.99 Metros</p> <p>Descrição do Alvo: Foi identificado nos trabalhos de geofísica uma forma alongada, sendo indeterminado a sua origem. O mergulho confirmou que se trata de um rasto deixado pela dragagem. No local detectam-se algumas espécies vegetais marítimas.</p>
 <p data-bbox="683 1749 911 1771">Foto subaquática da área</p>	

Alvo 2

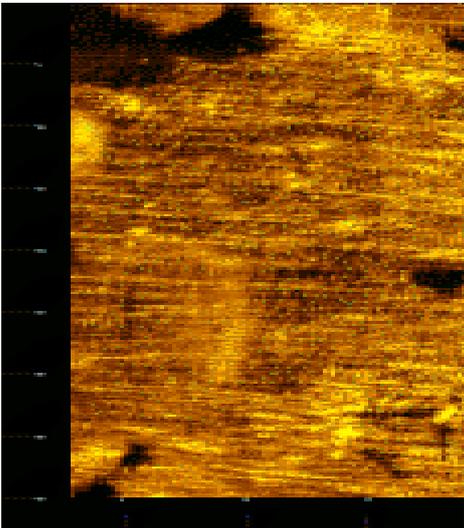
Imagem do Alvo	Descrição
	<p>Localização do Alvo: 132891.6663/ 172249.6791 Carta Militar de Portugal: 454 Altura do Alvo: 0.34 Metros Comprimento do Alvo: 1.69 Metros Sombra do Alvo: 2.44 Metros Largura do Alvo: 4.28 Metros</p> <p>Descrição do Alvo: Foi identificado nos trabalhos de geofísica uma forma rectangular, sendo indeterminado a sua origem. O mergulho confirmou que se trata de uma rocha. No local detectam-se algumas rochas à superfície.</p>



Foto subaquática da área

Alvo 3

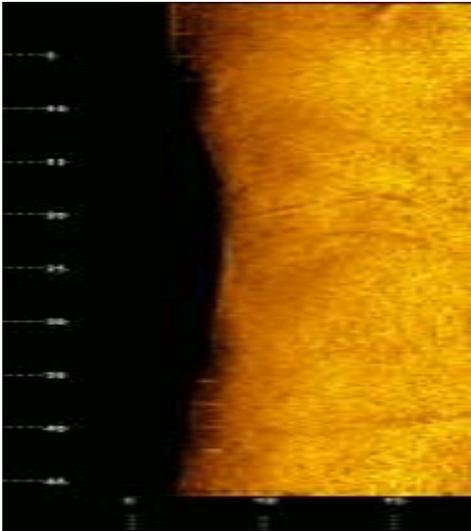
Imagem do Alvo	Descrição
	<p>Localização do Alvo: 132445.1991/ 171676.9256 Carta Militar de Portugal: 454 Altura do Alvo: 0.00 Metros Comprimento do Alvo: 2.68 Metros Sombra do Alvo: 0.00 Metros Largura do Alvo: 17.82 Metros</p> <p>Descrição do Alvo: Foi identificado nos trabalhos de geofísica uma forma alongada aflorante, sendo indeterminado a sua origem. O mergulho confirmou que se trata de uma crista rochosa.</p>



Foto subaquática da área

Alvo 4

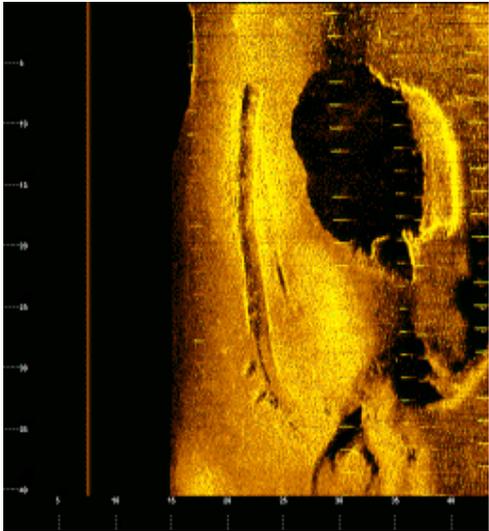
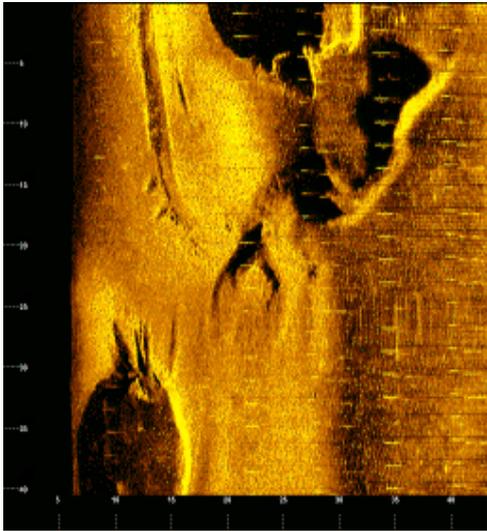
Imagem do Alvo	Descrição
	<p>Localização do Alvo: 131793.5992/ 171260.9264 Carta Militar de Portugal: 454 Altura do Alvo: 0.00 Metros Comprimento do Alvo: 26.21 Metros Sombra do Alvo: 0.00 Metros Largura do Alvo: 1.51 Metros</p> <p>Descrição do Alvo: Foi identificado nos trabalhos de geofísica uma forma alongada, compatível com um costado de uma embarcação. O mergulho confirmou que se trata de uma fractura no solo provocado por uma draga.</p>



Foto subaquática da área

Alvo 5

Imagem do Alvo	Descrição
	<p>Localização do Alvo: 131341.0980/ 171019.7677 Carta Militar de Portugal: 454 Altura do Alvo: 0.65 Metros Comprimento do Alvo: 4.01 Metros Sombra do Alvo: 2.13 Metros Largura do Alvo: 0.56 Metros</p> <p>Descrição do Alvo: Foi identificado nos trabalhos de geofísica uma forma compatível com uma caverna de embarcação. O mergulho confirmou que se trata de uma formação natural.</p>
<p>Foto</p>  <p>Foto subaquática da área</p>	

Alvo 6

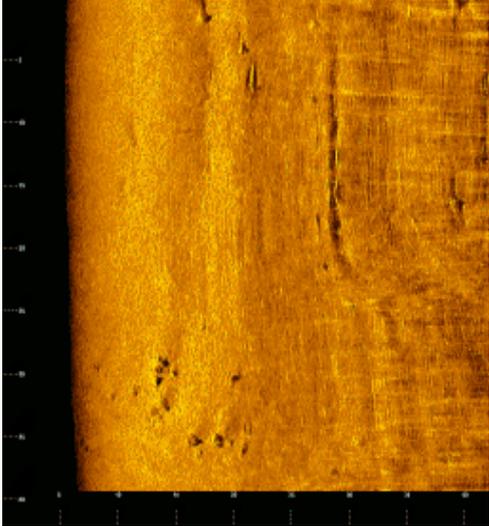
Imagem do Alvo	Descrição
	<p>Localização do Alvo: 131033.3989/ 170585.6810 Carta Militar de Portugal: 454 Altura do Alvo: 0.10 Metros Comprimento do Alvo: 0.67 Metros Sombra do Alvo: 0.36 Metros Largura do Alvo: 0.36 Metros</p> <p>Descrição do Alvo: Foi identificado nos trabalhos de geofísica uma forma alongada. O mergulho confirmou que se trata de uma formação natural.</p>



Foto subaquática da área

Alvo 7

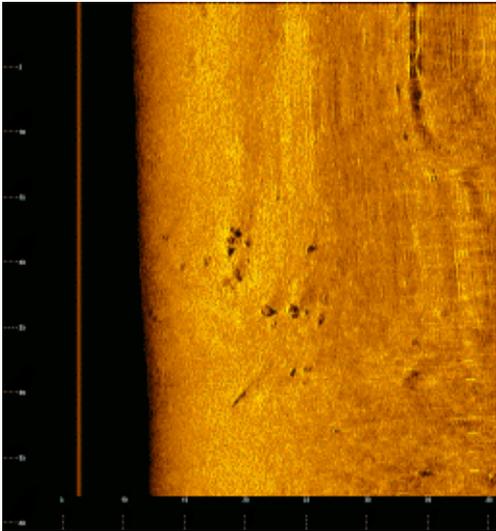
Imagem do Alvo	Descrição
	<p>Localização do Alvo: 130349.4067/ 169162.9116 Carta Militar de Portugal: 465 Altura do Alvo: 0.00 Metros Comprimento do Alvo: 0.00 Metros Sombra do Alvo: 0.00 Metros Largura do Alvo: 0.00 Metros</p> <p>Descrição do Alvo: Foi identificado nos trabalhos de geofísica alguns materiais dispersos. O mergulho confirmou que se trata de rochas.</p>



Foto subaquática da área

Alvo 8

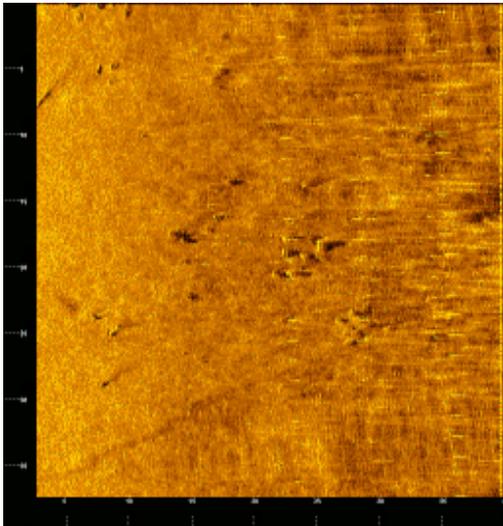
Imagem do Alvo	Descrição
	<p>Localização do Alvo: 129452.6490/ 168084.9823 Carta Militar de Portugal: 465 Altura do Alvo: 0.00 Metros Comprimento do Alvo: 0.00 Metros Sombra do Alvo: 0.00 Metros Largura do Alvo: 0.00 Metros</p> <p>Descrição do Alvo: Foram identificados nos trabalhos de geofísica diversos materiais dispersos. O mergulho confirmou que se tratam de rochas</p>



Foto subaquática da área

Alvo 9

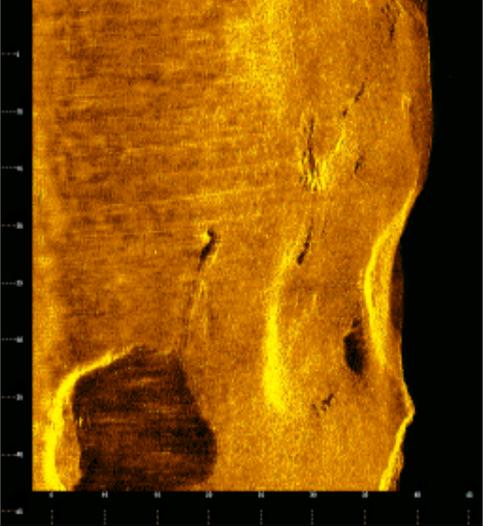
Imagem do Alvo	Descrição
	<p>Localização do Alvo: 128088.0154/ 166929.1312 Carta Militar de Portugal: 465 Altura do Alvo: 0.28 Metros Comprimento do Alvo: 3.69 Metros Sombra do Alvo: 0.75 Metros Largura do Alvo: 0.72 Metros</p> <p>Descrição do Alvo: Foi identificado nos trabalhos de geofísica uma forma alongada. O mergulho confirmou que se trata de uma formação natural.</p>



Foto subaquática da área

Alvo 10

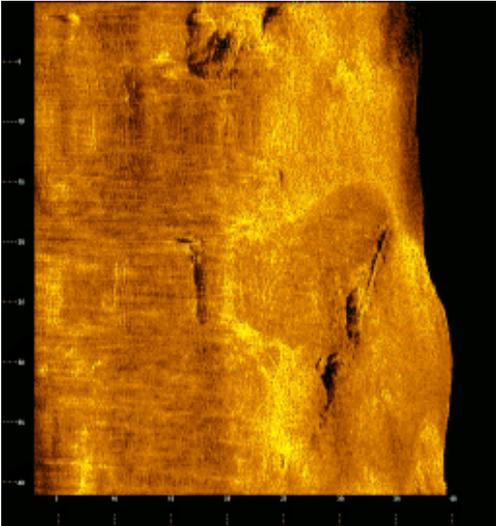
Imagem do Alvo	Descrição
	<p>Localização do Alvo: 127893.0691/ 166617.4413 Carta Militar de Portugal: 465 Altura do Alvo: 0.32 Metros Comprimento do Alvo: 7.66 Metros Sombra do Alvo: 0.54 Metros Largura do Alvo: 0.47 Metros</p> <p>Descrição do Alvo: Foi identificado nos trabalhos de geofísica uma forma alongada. O mergulho confirmou que se trata de um tubo.</p>



Foto subaquática da área

Alvo 11

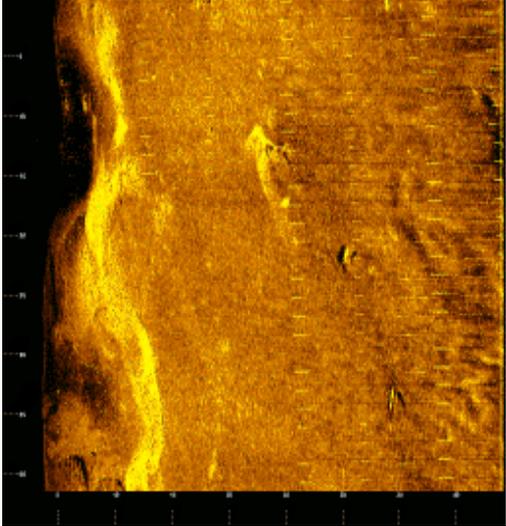
Imagem do Alvo	Descrição
	<p>Localização do Alvo: 127061.2927 / 166033.0223 Carta Militar de Portugal: 465 Altura do Alvo: 0.16 Metros Comprimento do Alvo: 1.31 Metros Sombra do Alvo: 0.62 Metros Largura do Alvo: 1.01 Metros</p> <p>Descrição do Alvo: Foi identificado nos trabalhos de geofísica uma forma parecida com um V. O mergulho confirmou que se trata de um ferro torcido.</p>



Foto subaquática da área



ANEXO 10

PROTAML

Síntese das linhas de ação e fichas de normas orientadoras, por domínio de intervenção

DOMÍNIO A – CONECTIVIDADE, COMPETITIVIDADE E COSMOPOLITISMO	
Linha de ação	Ficha de Normas Orientadoras
A.1. Melhorar as ligações supra-regionais e internacionais	A.1.3. Sistema marítimo-portuário
A.3. Consolidar a AML como destino turístico	A.3.2 Turismo Náutico e Náutica de Recreio
A.4. Promover a competitividade económica, a inovação e a diferenciação de produtos e marcas de base territorial	A.4.7 Pescas, Aquicultura e Salinicultura
A.5. Modernizar a base industrial e os serviços	A.5.1 Logística e Transportes
DOMÍNIO B - POLINUCLEAÇÃO E COMPACTAÇÃO	
Linha de ação	Ficha de Normas Orientadoras
B.4. Reforçar a conectividade regional	B.4.7 Interfaces de Transportes e Estações Multimodais
DOMÍNIO C – SUSTENTABILIDADE E SINTONIA COM A NATUREZA	
Linha de ação	Ficha de Normas Orientadoras
C.2. Garantir o funcionamento dos sistemas naturais	C.2.3 Estuários e Orlas Estuarinas
	C.2.5. Litoral

Domínio A – Conectividade, Competitividade e Cosmopolitismo:

Linha de Ação A.1. - Melhorar as ligações supra-regionais e internacionais
A.1.3 Sistema Marítimo-Portuário
<p>Problemática:</p> <p>Ausência de estratégias concertadas entre os Portos de Lisboa, Setúbal e Sines que tirem partido da sua proximidade geográfica, racionalizando os investimentos numa ótica de complementaridade e com vista ao aumento da quota nacional de movimentação portuária;</p> <p>Debilidades de inserção dos portos de Lisboa e Setúbal nos grandes corredores multimodais de acesso a Espanha e ao interior do Continente Europeu, bem como nas ligações às plataformas logísticas existentes e previstas, o que condiciona o seu desenvolvimento.</p>
<p>Orientações</p> <p><u>Potenciar o transporte marítimo, num contexto de complementaridade entre os portos de Lisboa, Setúbal e Sines, tal como definido nas Orientações Estratégicas para o Sector Marítimo-Portuário;</u></p> <p>Promover elevados níveis de articulação entre o sistema portuário e o sistema logístico, favorecendo modos de transporte mais sustentáveis, designadamente o modo ferroviário.</p>
<p>Diretrizes e Medidas</p> <p>Reforçar o modelo de gestão colaborativa e integrada e garantir a articulação entre os portos de Lisboa e Setúbal, potenciando ganhos para ambas as infra-estruturas e para a Região, à luz do Plano Nacional Marítimo Portuário.</p> <p>Estudar as acessibilidades rodo-ferroviárias e fluviais que permitam melhorar a articulação com as plataformas logísticas da AML e o escoamento das mercadorias a partir dos portos de Lisboa e Setúbal, incluindo, nomeadamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Articulação do desenvolvimento do porto de Setúbal com o sistema de transportes ferroviários, promovendo designadamente a ligação direta aos terminais, com o sistema de transportes rodoviários de mercadorias de Setúbal/Palmela e com as áreas industriais e de serviços conexos.



Linha de Ação A.3. Consolidar a AML como destino turístico
A.3.2 Turismo Náutico e Náutica de Recreio
Problemática: Deficiente aproveitamento das condições que a AML dispõe para beneficiar da importância crescente do turismo náutico; Potencial para dinamização do Turismo de Cruzeiros na cidade de Lisboa (porto de escala e porto de rotação), e na modalidade dos “cruise and stay” (viagens de cruzeiro precedidas ou seguidas de estadia num destino específico por algumas noites) em Lisboa e Setúbal; Deficiente aproveitamento da extensão de frentes ribeirinhas e atlânticas e dos planos de água estuarinos e marítimos para a navegação de recreio, a prática dos desportos náuticos e as atividades marítimo-turísticas; Dinâmica de crescimento do mercado mundial de turismo náutico, mas acompanhado de aumento da concorrência.
Orientações Garantir as condições básicas para afirmar Lisboa como porto de rotação de navios de cruzeiros, e Lisboa e Setúbal como destinos “cruise and stay”, articulando essa atividade portuária com a estruturação das atividades concorrentes; Aproveitar as frentes ribeirinhas para atividades de turismo náutico (navegação de recreio, desportos náuticos e marítimo-turístico), em articulação com a estruturação das atividades concorrentes, potenciando uma utilização sustentável dos estuários do Tejo e do Sado, da frente atlântica e do espaço marítimo adjacente; Assegurar a consignação de planos de água para a prática dos diversos desportos náuticos, designadamente ao nível da competição; Constituir um <i>cluster</i> de atividades relacionadas com os serviços de apoio à navegação de recreio e com as atividades marítimo-turísticas.
Diretrizes e Medidas Criar as condições adequadas para Setúbal se afirmar como destino “Cruise and Stay” e construir um terminal de cruzeiros para navios de pequena ou média dimensão. Estudar a possibilidade de aproveitamento de planos de água, zonas marginais e áreas portuárias e industriais degradadas. Promover a instalação de pontões de embarque (incluindo áreas de receção e apoio), postos de acostagem e locais de fundeadouro para embarcações marítimo – turísticas. Dinamizar uma rede de centros náuticos na Região.
Linha de Ação A.4. Promover a competitividade económica, a inovação e a diferenciação de produtos e marcas de base territorial
A.4.7 Pescas, Aquicultura e Salinicultura
Problemática: Pescas e aquicultura como atividades económicas determinantes para a produção e o consumo alimentar que respondem à grande procura no mercado nacional e assumem posições competitivas à escala internacional pelo aproveitamento dos recursos naturais da AML; Pressão urbano-turística sobre a costa e estuários em áreas tradicionalmente afetas à pesca como entrave ao seu desenvolvimento e necessidade de compatibilizar os usos portuários, militares, náuticos e urbanos com o desenvolvimento das pescas e aquicultura; Existência de conflitos e constrangimento na exploração aquícola (ainda que cumpra com as exigências técnicas, ambientais e de qualidade) quer no uso de espaço quer nas acessibilidades às áreas de produção; Necessidade de acautelar a sustentabilidade dos recursos naturais disponíveis.
Orientações Reforçar, inovar e diversificar a produção aquícola, incluindo a proteção e reanimação da produção de sal marinho e resolver e contrariar os conflitos e constrangimento no uso de espaço nas acessibilidades às áreas de produção da aquicultura de modo a se atingir um desenvolvimento harmonioso da atividade e uma sustentação alternativa e consistente para as comunidades ribeirinhas; Valorizar as comunidades piscatórias locais e assegurar as condições adequadas de desembarque, acostagem e as condições higio-sanitárias em terra.
Diretrizes e Medidas Modernizar os portos e locais de desembarque, garantindo infraestruturas e dimensões adequadas para a acostagem e desembarque em segurança e descarga e movimentação em terra, em particular na Trafaria, na Ericeira, em Setúbal e em Sesimbra; Valorizar os portos de Setúbal e de Sesimbra também como portos de desembarque da frota de maior porte;



A.5. Modernizar a base industrial e os serviços
A.5.1 Logística e Transportes
Problemática: Efeito assinalável dos investimentos sobre as novas infra-estruturas de transportes e logística previstas para a Região sobre o nível de emprego, o desempenho das atividades económicas e as dinâmicas de localização das atividades económicas, com destaque para a Península de Setúbal; Efeitos consideráveis expectáveis na (re)localização de atividades económicas produzidos pela construção do NAL; Oportunidade para a construção de uma plataforma Atlântica de dimensão europeia e global orientada para a adaptação às mudanças na indústria dos transportes relacionadas com as questões de eficiência energética, sustentabilidade ambiental e conectividade entre os diferentes modos; Existência de capacidade endógena instalada, comprovada pelo aumento de atividade económica na classe de transportes, armazenagem e comunicações.
Orientações
Promover a ligação das plataformas logísticas aos diferentes modos de transporte, ao nível das infra-estruturas e da gestão operacional, visando a eficiência e a sustentabilidade; Promover a empregabilidade e desenvolver as capacidades técnicas e profissionais nas indústrias de transportes marítimo, aeronáutico, ferroviário e rodoviário, por exemplo no cluster da Auto-Europa, na Portela, nas Oficinas Gerais de Material Aeronáutico e nos Portos de Lisboa e Setúbal.
Diretrizes e Medidas
Monitorizar de forma contínua a relação custo-benefício nos investimentos em infra-estruturas de transporte, acompanhando a sua concretização no terreno.

B.4. Reforçar a conectividade regional
B.4.7 Interfaces de Transportes e Estações Multimodais
Problemática: Indispensabilidade, para assegurar a melhoria das condições de funcionamento do sistema de transportes metropolitano e incentivar a transferência modal do TI para o TP, de dotação de uma rede de interfaces que promovam o desenvolvimento da integração inter e multimodal na AML; Dificuldades em assegurar o correto funcionamento das infra-estruturas existentes derivado da necessidade de concertar a vontade dos diferentes agentes e dos interesses em presença.
Orientações
<u>Hierarquizar e desenvolver a rede de interfaces metropolitanos</u> , assegurando critérios de ordenamento que promovam as condições de conforto e segurança nos transbordos, a fácil acessibilidade a partir de diferentes modos de transporte, motorizados ou não, e a correta integração urbana.
Diretrizes e Medidas
Estudar a localização de uma interface rodo-ferroviária em Setúbal, que garanta uma articulação com o transporte fluvial e que facilite o estabelecimento de cadeias de viagem em TC, tendo em atenção a estratégia de desenvolvimento do Porto de Setúbal e de salvaguarda ambiental do estuário do Sado, designadamente o constante do “Plano de Ação para a Salvaguarda dos Roazes do Estuário do Sado”



C.2 Garantir o funcionamento dos sistemas naturais
C.2.3 Estuários e Orlas Estuarinas
Problemática: Existência de grande diversidade, sensibilidade e vulnerabilidade dos ambientes territoriais e estuarinos sujeitos a elevada pressão de usos e de ocupações e a riscos naturais e sociais; Possibilidade de subida das águas do mar no médio prazo em consequência das alterações climáticas, com consequências nas orlas estuarinas por força dos efeitos de marés.
Orientações
Promover a <u>proteção e valorização das águas do estuário</u> e a sua <u>gestão integrada com as águas interiores e costeiras confinantes</u> ; Potenciar e valorizar a <u>diversidade e complementaridade dos usos associados ao estuário e frentes estuarinas, compatibilizando o desenvolvimento das atividades económicas</u> , nomeadamente <u>portuárias</u> , industriais, turísticas, de transporte e de pesca, com as funções de defesa nacional e as funções de proteção dos valores naturais e as atividades de recreio e lazer, tendo em conta a capacidade de carga do meio; Acautelar a <u>salvaguarda de pessoas, de valores naturais e de bens face ao risco de ocorrência de acidentes de poluição e subida do nível médio das águas do mar</u> .
Diretrizes e Medidas
Identificar as frentes estuarinas com usos obsoletos e edificação degradada e promover a sua recuperação ambiental e reconversão funcional, privilegiando a diminuição da carga construtiva existente e a introdução de usos de recreio e lazer.

C.2 Garantir o funcionamento dos sistemas naturais
C.2.5 Litoral
Problemática: Sistema com elevada fragilidade biofísica, ecológica e ambiental, de vulnerabilidade significativa, sendo necessário adotar os princípios da precaução face aos riscos, da conservação dos recursos e da natureza e da compatibilidade de usos; Possibilidade de subida das águas do mar em resultado das alterações climáticas, e consequentes alterações na dinâmica de erosão costeira e aumento de risco sobre pessoas e bens; Ocupações urbanas intensivas e por vezes desreguladas no litoral e forte atratividade destas áreas, importando regular os diferentes usos de modo a conciliar as atividades em presença.
Orientações
Promover a gestão integrada da zona costeira da AML, entendida como um processo dinâmico, contínuo e interativo que contemple a coordenação e a harmonização dos valores ambientais, paisagísticos, económicos e sociais, dando cumprimento à Estratégia Nacional para a Gestão Integrada da Zona Costeira, assumindo-se a zona costeira como um bem litoral. <u>Intensificar as medidas de prevenção do risco e proteção da zona costeira</u> , com prioridade para as ações que visem a minimização dos fatores que atentam contra a segurança de pessoas e bens, ou contra os valores ambientais essenciais em risco, tendo em conta as alterações climáticas Garantir que qualquer atuação nesta área de elevada sensibilidade ecológica e ambiental tenha como <u>objetivo fundamental a preservação e defesa dos valores ambientais e o equilíbrio dinâmico dos sistemas</u> .
Diretrizes e Medidas
Monitorizar os fenómenos de evolução da orla costeira, estudar de forma sistemática o trânsito sedimentar ao longo da costa e acompanhar a situação ao nível da qualidade da água e das areias, incluindo os sedimentos de fundo em zonas estuarinas e lagunares.



UT 10. Setúbal - Palmela
Diretrizes e Medidas
Estudar e promover um modelo de governância para a frente urbano-portuária de Setúbal que permita assegurar uma maior articulação entre a atividade portuária e os desígnios da gestão urbana, com particular destaque para a procura de soluções intermodais de transporte, promoção da regeneração urbana e desenvolvimento da náutica de recreio e das atividades marítimo-turísticas.
Intensificar o processo de <u>modernização e afirmação da atividade portuária</u> , de modo a incrementar as suas áreas de negócio: contentores e cruzeiros.
UT12. Estuário do Sado
Diretrizes e Medidas
Estimular e apoiar o desenvolvimento de atividades associadas à náutica de recreio.
Estabelecer critérios regionais para a localização otimizada das infraestruturas essenciais para as atividades económicas suportadas pelo Estuário numa ótica de desenvolvimento sustentável.
UT13. Faixa Marítima
Diretrizes e Medidas
Estabelecer critérios regionais para a localização otimizada das infraestruturas essenciais para as atividades económicas suportadas pela faixa marítima numa ótica de desenvolvimento sustentável e referenciar os potenciais usos alternativos nas atividades associadas à economia do mar, avaliando incompatibilidades e exclusividades.



ANEXO 11

PARECER DO LNEG

Requerente:

APSS - Administração dos Portos de Setúbal e Sesimbra, SA

Parecer sobre a

Melhoria das Acessibilidades Marítimas ao Porto de Setúbal

(Refª APSS nº 1579-/15-DEIA, de 23/07/2015)

20 de Novembro de 2015

1/13

PARECER

Melhoria das Acessibilidades Marítimas ao Porto de Setúbal

Índice

1. INTRODUÇÃO	2
2. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DO AMBIENTE DELTAICO, DA PENÍNSULA DE TRÓIA E DAS PRAIAS ASSOCIADAS AO SECTOR NORTE DO DELTA	3
2.1 Enquadramento	3
2.2 O Estuário e o Delta do Sado	4
2.3 Praia do Portinho da Arrábida	6
2.4 Praias da Coelha, Galapinhos e Galapos	7
2.5 Praias da Figueirinha e Alabarquel	7
2.6 Península de Tróia	7
3. EVOLUÇÃO RECENTE DAS ENTIDADES SEDIMENTARES	8
3.1 Evolução recente do Estuário do Sado	8
3.2 Evolução da Praia do Portinho da Arrábida	8
3.3 Evolução da zona norte (atlântica) da Península de Tróia	9
4. RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DA APSS	9
5. RERERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	13

1. INTRODUÇÃO

O presente documento respeita à emissão de um Parecer sobre a Melhoria das Acessibilidades Marítimas ao Porto de Setúbal, solicitado pela APSS, de acordo com a referência da APSS nº 1579-/15-DEIA, de 23/07/15.

Tal como previamente estabelecido, o parecer compreende uma caracterização geológica do ambiente deltaico, da península de Tróia e das praias associadas ao sector norte do delta, bem como à evolução recente destas entidades sedimentares. Salienta ainda as respostas às questões solicitadas, nomeadamente: i) Identificação/Avaliação de impactes ambientais previsíveis, associados à realização de dragagens; ii) Proposta de medidas mitigadoras e/ou compensatórias a implementar, bem como o respetivo programa de monitorização da sua eficácia, a desenvolver pela entidade proponente; iii) Sugestão de medidas a desenvolver em articulação com outras entidades intervenientes na gestão do estuário e zona costeira adjacente.

2. CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DO AMBIENTE DELTAICO, DA PENÍNSULA DE TRÓIA E DAS PRAIAS ASSOCIADAS AO SECTOR NORTE DO DELTA

2.1. Enquadramento

O sector costeiro em análise enquadra-se numa célula sedimentar mais extensa, que compreende sector costeiro entre o cabo Espichel e Sines. Esta célula divide-se em dois troços distintos. O sector de costa com uma orientação E-W, entre o cabo Espichel e a foz do rio Sado, que se encontra abrigada da agitação dominante na costa ocidental portuguesa e o sector de costa entre a foz do rio Sado (Tróia) e Sines, de configuração arqueada, caracterizado por ser um litoral arenoso e contínuo.

O sector entre o cabo Espichel e a foz do rio Sado corresponde a um litoral alcantilado, geralmente formado por arribas altas, onde se desenvolvem pequenas praias encaixadas. Por outro lado, a costa entre a foz do rio Sado (Tróia) e Sines corresponde a um extenso e contínuo sector arenoso, sendo a praia marginada por dunas, numa grande extensão, principalmente a norte do Medronheiro; para sul deste ponto ocorrem arribas afectando rochas detríticas até à lagoa de Melides e, pontualmente, entre a lagoa da Sancha e a ribeira de Moinhos. Neste sector destacam-se ainda as lagoas costeiras de Melides e Santo André, bem como o estuário colmatado da ribeira de Moinhos.

De acordo com Santos *et al.*, 2014, a célula sedimentar anteriormente referida pode ser subdividida em três subcélulas: 1) cabo Espichel-Portinho da Arrábida, 2) estuário exterior do rio Sado (que incluiu a praia da Figueirinha, o banco do Cambalhão e as praias de Tróia) e 3) arco litoral Tróia-Sines. Assumindo uma contribuição pouco significativa do rio Sado (Miranda, 2007) e tendo em conta que, a ocidente, o litoral é constituído essencialmente por arribas talhadas em rochas carbonatadas, o abastecimento sedimentar nesta célula dever-se-á, fundamentalmente, à erosão das arribas da costa da Galé (entre a praia do Carvalhal e a lagoa de Melides). Estes sedimentos são transportados por deriva, de sul para norte, ao longo do arco litoral, e sustentam a dinâmica transgressiva verificada no estuário exterior do Sado, sendo evidenciada pelo desenvolvimento de novas estruturas dunares na extremidade norte da península de Tróia, como as referidas em Carapuço, 2005, Ferraz *et al.*, 2010 e Rebêlo *et al.*, 2012. A parte norte da península, poderá igualmente contar com a transferência sedimentar da parte emersa do delta, como é sugerido por Brito, 2009.

De acordo com o Relatório do Grupo do Litoral, publicado em 2014, a maior alteração verificada actualmente no balanço sedimentar está associada às dragagens efectuadas pelo porto de Setúbal no canal da barra e nos canais norte e sul do estuário do Sado. Entre 2004 e 2007, o esforço médio de dragagem foi de $4 \times 10^5 \text{ m}^3 \text{ ano}^{-1}$, dos quais 20% foram retirados no canal da barra (IPTM, 2008). Estes sedimentos tiveram como destino o depósito em aterro e a imersão no mar, a profundidades superiores à profundidade de fecho. O volume sedimentar associado a este sumidouro artificial é equivalente ao volume que é fornecido ao banco do Cambalhão por deriva litoral de sul, podendo fundamentar a redução substancial da taxa de

acrecção no sistema. No entanto, poderão observar-se tendências de evolução espacialmente muito diferenciadas, dada a grande dimensão deste sistema e a interdependência entre as várias unidades morfossedimentares que o constituem (Santos *et al.*, 2014).

2.2. O Estuário e o Delta do Sado

O estuário do Sado, separado do oceano pela península de Tróia, tem uma profundidade média de 5 m e uma área submersa total de aproximadamente 200 km². Esta área é composta por dois domínios, interno e externo, que comunicam através da barra do estuário, com cerca de 2 km de largura, confinada a sul pela extremidade da península de Tróia e a norte pela serra da Arrábida.

O domínio interno, de maior extensão com cerca de 150 km², corresponde à bacia estuarina, e o externo, que coincide com um amplo baixio arenoso de forma grosseiramente triangular, constitui o delta submarino de vazante do estuário, designado como banco exterior do estuário. Este banco estende-se mais de 5 km para o largo e ocupa uma área com cerca de 47 km², (Brito, 2009). As taxas de sedimentação neste domínio são positivas, embora apresentem um decréscimo acentuado a partir de 1979 (Brito, 2009).

O domínio externo, delimitado a Leste pela praia de Sol Tróia, a NW pela Ponta dos Lagosteiros e a Sul por uma vertente com um declive de cerca de 2,5°, tem uma área de 10 km², que passa rapidamente da cota -5 para -40m (ZH). A superfície do delta constitui uma plataforma de espalho aplanada, sobre a qual se desenvolvem barras arenosas e cuja região apical forma o banco do Cambalhão que emerge esporadicamente no extremo Norte da península de Tróia (Brito, 2009). O canal de vazante principal, que constitui o canal de acesso ao estuário, cuja profundidade diminui progressivamente para *offshore*, corta o banco exterior desenvolvendo-se numa extensão aproximada de 6 km para SW da embocadura (ou barra). Dado que os requisitos de navegabilidade de algumas embarcações obrigam à manutenção de uma cota mínima de cerca de -12 m (ZH), o canal é dragado periodicamente, com particular incidência na zona do passe da barra (zona mais externa).

O processo sedimentar no estuário do Sado é complexo registando-se numerosos pontos de erosão da frente do sapal, mas também de acreção, função do coberto vegetal, da acção da fauna e das características sedimentológicas do sapal. Estima-se uma entrada de 15 000 t de sólidos suspensos por ano (SPM) (INAG, 2001). O processo de recessão das frentes do sapal é máximo nas zonas expostas à nortada, mas tem um valor médio indicativo de 17cm/ano. No entanto, noutros locais o balanço sedimentar é positivo (acrecção) atingindo valores de 1 m/ano de progradação na Mitrena e Monte do Pinheiro, e 0,8-3,3 mm ano⁻¹ de acreção vertical nos sapais, em resultado de contribuições sedimentares variadas, incluindo a fluvial (Brito, 2009).

A construção de barragens reduziram, a menos de metade, a carga sedimentar que chega ao estuário se considerarmos o material transportado junto ao fundo, em suspensão e na totalidade pelo rio Sado antes e após a construção de barragens (Magalhães, 1999, *in* Brito, 2009).

Tendo em conta a redução de 70% da área da bacia hidrográfica que drena directamente para o Sado, a produção sedimentar específica é actualmente da ordem dos 200 m³km⁻²ano⁻¹ (Andrade *et al.*, 2006).

Embora se tenha verificado uma acumulação de sedimentos entre 1968-1979 no domínio externo do estuário, esta tendência inverteu-se no período 1979-1995/2002. A erosão focalizada no lobo frontal do delta resultou, possivelmente, da redução do prisma de maré, estimando-se uma perda sedimentar de $150 \times 10^6 \text{ m}^3$ (14%) entre 2002-1930 (Brito, 2009).

No que concerne ao interior do estuário, o canal de acesso bifurca-se formando o Canal Norte e o Canal Sul, isolados por uma sequência de baixios, de entre os quais se destacam os bancos arenosos conhecidos, de jusante para montante, por Cabra, Campanário, Cabecinha, Carraca e Escama Ferro. Tal como o nome indica, o Canal Norte desenvolve-se ao longo da margem Norte do estuário, constituindo o principal acesso ao porto de Setúbal. O Canal Sul contorna o extremo Norte da península de Tróia e inflete para o interior atravessando a bacia estuarina até à zona de confluência dos canais de Alcácer e da Marateca, que se prolongam para montante ligando-se ao rio Sado e à ribeira da Marateca, respectivamente.

Existe uma acentuada assimetria nos regimes de propagação da maré nos Canais Sul e Norte sugerindo uma circulação preferencial pelo Canal Norte durante a enchente e pelo Canal Sul durante a vazante. Esta assimetria é também marcada pelo campo de correntes residuais integradas na vertical, que são de jusante para montante no Canal Norte e em sentido inverso no Canal Sul (Ambar *et al.*, 1982).

O Canal Sul, mais profundo, e mais activo do ponto de vista hidrodinâmico, apresenta correntes de maior intensidade, escoando maiores caudais. O Canal Norte reage mais rapidamente à transição da vazante para a enchente, invertendo correntes na estufa de baixamar no Outão enquanto o Canal Sul se mantém ainda em vazante (Brito, 2009).

Estima-se que, com base em estudos de modelação hidrodinâmica, a altura máxima das ondas que penetram para o interior do estuário seja apenas de 50 cm (Hidromod 2002, em Ferraz, 2007).

A circulação hidrodinâmica no alto estuário é mais complexa, com as correntes residuais superficiais aparentemente dominadas por um vórtice anticiclónico (Martins *et al.*, 2001). No domínio externo do estuário o campo de correntes residuais é dominado por um vigoroso jacto de vazante ao longo do canal de acesso e por dois vórtices adjacentes, sobre os bancos arenosos da Figueirinha e do Cambalhão, com sentidos anticiclónico e ciclónico, respectivamente.

A existência de importantes correntes verticais no estuário, associadas essencialmente às rupturas de declive dos fundos e à curvatura dos canais principais, promovem a mistura de águas e a recirculação de sedimentos, contribuindo para a formação dos bancos sedimentares que separam os dois canais principais e para a estabilidade do escarpado talude terminal do delta exterior do estuário (Martins *et al.*, 2001).

A agitação marítima do arco litoral Tróia-Sines caracteriza-se por um baixo nível energético, explicado pela sua localização adjacente ao promontório rochoso formado pelo Cabo Espichel (a Norte) e ao desfasamento em longitude entre o promontório e o extremo Norte da península de Tróia, resultante da presença da serra da Arrábida, que o protegem da ondulação NW, dominante na costa ocidental portuguesa. Este efeito de sombra que protege da ondulação de NW, este troço costeiro, é particularmente evidente no seu extremo norte onde o regime de ondulação é sempre caracterizado pela formação de ondas com rumos para Sul do Oeste, independentemente da orientação da ondulação ao largo (Andrade *et al.*, 2006).

Os antigos e escassos dados existentes relativos à ondulação ao largo do arco costeiro Tróia-Sines, apontam para períodos de 6 a 8 s e uma altura média variando, durante o verão e inverno, entre 1-2m a 2-4m, respectivamente. Os temporais são caracterizados por ondulação de W e SW com alturas entre 4 a 9 m e períodos de 7 a 12s (Quevauviller e Moita1986).

A maior parte dos fundos da bacia estuarina são constituídos por sedimentos arenosos ou areno-lodosos, com dimensões mais grosseiras na zona da embocadura e nos eixos dos canais principais (Rodrigues, 1992; IH 1930; IH 1968). Os sedimentos mais finos encontram-se preferencialmente ao longo da margem Norte, estendendo-se, no entanto, até aos bancos intermareais e até aos fundos baixos para onde desembocam os canais da Comporta e de Alcácer (Andrade *et al.*, 2006).

Relativamente à caracterização morfosedimentar, são identificadas de jusante para montante da bacia estuarina do Sado, as seguintes unidades morfológicas: 1) dois canais principais (canal Sul e canal Norte); 2) delta de enchente, correspondente aos baixios constituídos pelos bancos arenosos que separam os dois canais; 3) área central da bacia, que corresponde a uma zona de transição ente os canais principais e os canais superiores; 4) os canais superiores em que a influência fluvial é mais marcada e que correspondem aos canais de Alcácer, Marateca e Comporta, este último menos relevante que os outros e 5) as planícies tidais (Brito, 2009).

A cartografia dos sedimentos superficiais (IH, 2005) permite identificar uma tendência geral para a acumulação de sedimentos na classe das areias junto a linha de costa, contrastando com a predominância de sedimentos mais finos (na classe dos lodos) para o largo. Os sedimentos mais finos encontram-se tendencialmente acumulados ao longo da costa meridional da península de Setúbal, formando um corpo alongado com direcção WSW-ENE, alinhado com a barra do estuário do Sado (Brito, 2009). Identificam-se ainda cordões areno-cascalhentos, que correspondem a faixas de sedimentos grosseiros (AC1, areia cascalhenta) que se estendem paralelamente a linha de costa ocidental com profundidades que variam entre os 30 e os 60m. Os afloramentos rochosos encontram-se dispostos segundo linhas paralelas à actual linha de costa ocidental (Brito, 2009).

2.3. Praia do Portinho da Arrábida

A praia do Portinho da Arrábida é uma praia de enseada voltada a Sul ancorada em afloramentos rochosos. A cobertura sedimentar superficial da baía é dominada pelas areias do delta de vazante do estuário do Sado (Brito, 2009). Para além destas areias ltoclásticas, de calibre médio a grosseiro, ocorrem ainda níveis de cascalheira e afloramentos rochosos, dos quais a pedra da Anixa, é o mais evidente. Uma parte dos afloramentos e plataformas rochosas, localizadas a cerca de 6 a 7 m abaixo do nível médio do mar, poderão corresponder a antigas plataformas de abrasão marinha (Erlides *et. al.* 1992). Devido à sua localização e enquadramento morfoestrutural, a praia do Portinho da Arrábida está protegida da ondulação predominante nesta costa, ou seja a ondulação de NW. Fica no entanto exposta à ondulação de Sul, ainda que atenuada pelos baixos fundos do delta de vazante do Sado, sujeitos a alterações morfológicas variáveis, e pela presença da pedra da Anixa (Brito, 2009).

O controlo estrutural geológico poderá ser o responsável pelas distintas características que os sectores, SW e NE da praia, apresentam (Brito, 2009). A parte SW da praia, sem dunas, é enquadrada por depósitos quaternários e alguns afloramentos rochosos do Mesozoico. A zona

supramareal é quase inexistente, tendo uma plataforma larga onde a batimétrica dos 2m se estende para o largo do ponto de ancoragem da praia a SW. O sector NW apresenta uma orientação mais rodada, no sentido horário, sendo enquadrado por rochas mesozóicas que envolvem um areal mais largo onde se formaram num estreito corredor, paralelo à costa, pequenas dunas parcialmente vegetadas. Neste sector, a plataforma é mais estreita, embora se encontre mais desenvolvida na área que circunda a pedra da Anixa (Brito, 2011).

2.4. Praias da Coelha, Galapinhos e Galapos

A par da Praia do Portinho, são três pequenas e estreitas praias de enseada, localizadas na margem norte do Delta, no sopé da Serra da Arrábida. Os agentes forçadores da sua evolução são idênticos aos verificados no Portinho, sendo que, pelo facto das reenrâncias na costa serem menos acentuadas, as praias resultantes da acumulação sedimentar são mais estreitas.

2.5. Praias da Figueirinha e Albarquel

A praia da Figueirinha, apesar de se encontrar no alinhamento das praias anteriormente referidas, apresenta uma génese distinta. A sua formação encontra-se intimamente ligada à acumulação sedimentar do dique marginal do canal principal do Sado, que aí se localiza devido a uma inflexão na linha de costa. A união desta estrutura alongada com a linha de costa rochosa cria condições naturais que levam à formação duma praia a oeste do canal. A construção do pontão no extremo leste da praia da Figueirinha, criou condições para que o areal se tornasse mais largo.

A praia de Albarquel, já no interior do estuário, é menos sujeita à ondulação oceânica. Estamos igualmente na presença de uma praia de enseada, em que os processos de deriva litoral de sedimento se encontram preferencialmente associados às correntes de maré e à acção da vaga. A construção de um pontão, tal como na Figueirinha, é responsável pela maior largura do areal actualmente existente.

2.6. Península de Tróia

A península de Tróia é uma restinga arenosa com 0,5 km a 1,8 km de largura, estendendo-se segundo a direcção geral NW-SE, por cerca de 25 km, desde a barra do estuário do Sado até à povoação do Carvalhal. A sua superfície é coberta por um sistema de praias e dunas cuja cota máxima atinge os 27m na área do vértice geodésico da Malha da Costa (Brito, 2009). A estrutura geológica da península de Tróia é constituída por 3 unidades principais: Formações recentes, constituídas por areias de duna e praia; Formações Plio-Plistocénicas compostas por areias com arenitos argilosos com níveis de argilas arenosas e Formações Miocénicas que incluem arenitos mais ou menos argilosos e carbonatados, margas, calcários e intercalações argilosas (Dill, 2002, *in* Brito, 2009).

3. EVOLUÇÃO RECENTE DAS ENTIDADES SEDIMENTARES

3.1. Evolução recente do Estuário do Sado

A evolução recente do estuário do Sado e plataforma continental contígua foi reconstituída através de dados de mapas históricos referentes aos últimos 70 anos, dados de sonar de varrimento lateral e sísmica de alta resolução. Foram identificadas quatro unidades distintas com o seguinte enquadramento cronológico (Brito 2009):

- uma unidade correspondente ao actual delta do estuário, com idade máxima estimada de 7500 anos;
- uma unidade transgressiva, cuja base se associa ao ravinamento da transgressão Holocénica (últimos 11.7 ka);
- uma terceira unidade com idade estimada entre os 60 e os 25 ka sendo interpretada como correspondendo a barreiras costeiras prográdantes localizadas entre os 26 m e os 85 m de profundidade, entalhadas por duas plataformas costeiras, definindo uma faixa do fundo do mar marcada por quebras de declive, fundos rochosos e/ou uma fina película da unidade transgressiva anteriormente referida;
- uma unidade heterogénea, formada por sedimentos do Plio-Plistocénico ao Miocénico.

A evolução da plataforma desde os 60 ka é reconstituída com base na relação estabelecida entre curvas de variação do Nível Médio do Mar publicadas e estruturas interpretadas como paleo-linhas de costa marcadas por quebras de declive aos 35-45m (~60-50ka e ~13ka), 65-75m (~55-25ka), 80m (~35-25ka e ~11ka) e 95-100m (~16ka) (Brito, 2009).

3.2. Evolução da praia do Portinho da Arrábida

Recentemente têm-se verificado alterações significativas na praia do Portinho da Arrábida, com um recuo da linha de costa notório, tendo levado ao desaparecimento do monte de areia, uma acumulação eólica formada no extremo leste da praia. Existem igualmente relatos de alteração da batimetria bem como dados que comprovam o desaparecimento do coberto vegetal do fundo da baía (anteriormente coberta por *sea grass*).

A evolução da alteração do perfil de praia em costas arenosas, como é o caso do Portinho da Arrábida, resulta da relação entre a taxa de variação do nível médio do mar relativo e a taxa de sedimentação efectiva (Curry, 1964). Esta alteração tem um conseqüente reflexo na posição da linha de costa, condicionada principalmente por dois mecanismos principais, o clima e a tectónica. No entanto, pode verificar-se um contributo adicional significativo da influência da intervenção do homem nos processos naturais (Brito, 2009).

A falta de conhecimento da dinâmica costeira neste sector não permite ainda identificar os principais processos responsáveis pela perda de areia que se verifica actualmente na praia do Portinho da Arrábida, pelo que urge a realização de um estudo de pormenor nesta região.

3.3. Evolução recente da zona norte (atlântica) da Península de Tróia.

A Península de Tróia, sobretudo o seu extremo norte, encontra-se intimamente ligada ao Delta do Sado. Contrariamente à parte central e sul, em que a componente de evolução está ligada ao transporte longitudinal, a parte norte associa este tipo de transporte, ao transporte transversal, com uma progressão da linha de costa relacionada também com o encosto de barras que se geram sobre o delta.

A evolução da linha de costa na parte norte está determinada com detalhe desde 1755 até à actualidade, através de datações efectuadas em antigas dunas frontais e por análise de mapas históricos e fotografias aéreas, sendo que a posição das dunas datadas com idade referida deverá coincidir com a linha de costa após a erosão provocado pela entrada de água no estuário do Sado (Rebêlo *et al.* 2013). O estudo da evolução pós 1755 evidencia que a parte norte da península tem sofrido acreção significativa, sendo apontada uma taxa de acumulação de $85.000\text{m}^3\text{y}^{-1}$, entre os anos de 1928 e 1995 (Rebêlo *et al.* 2011).

A tendência de progradação da linha de costa não é, no entanto, generalizada. Ainda na zona de influência do delta, designadamente a sul da zona da caldeira, verifica-se acentuado recuo da linha de costa, com erosão localizada, mas significativa da praia e dunas.

4. RESPOSTAS ÀS QUESTÕES DA APSS.

(i) Identificação/Avaliação de impactes ambientais previsíveis, associados à realização de dragagens;

Do ponto de vista geológico, as dragagens para aprofundamento do canal de navegação apresentam dois impactes significativos: A fixação do canal numa dada posição geográfica e a criação de um sumidouro de sedimentos.

A fixação do canal, especialmente na sua zona mais externa, provoca alterações na dinâmica sedimentar que ocorre na plataforma formada pelo delta, Julga-se que a migração para leste e para oeste desta estrutura, poderá contribuir para o *bypass* natural de sedimentos do bordo sul, mais pujante, para o bordo norte, de menor dimensão. Esta fixação artificial inibe este mecanismo, podendo diminuir o volume de areia disponível para realimentar as praias da margem norte do Delta.

O aprofundamento e eventual alargamento do canal irá criar um efeito de sumidouro, pois ao alterar-se a morfologia natural do delta, que corresponde a um “equilíbrio” entre os vários processos forçadores e o sedimento disponível no sistema, a tendência natural será a de o sistema evoluir no sentido de readquirir um novo equilíbrio. Este novo equilíbrio morfológico

passa por um preenchimento do canal, com a migração do sedimento do topo do delta para o interior desta estrutura, provocando alterações nas zonas circundantes.

A consecutiva retirada de areia do sistema pode levar a alterações morfológicas significativas na parte imersa do delta que acabem por produzir efeitos nas estruturas emersas, designadamente nas praias e restingas associadas ao delta. É, neste caso, importante fazer um paralelismo com o caso da Costa da Caparica, onde o grande volume de dragagens, retirando-se os sedimentos do sistema, levou a um significativo recuo da linha de costa na parte norte do arco litoral, com intensa erosão de praias e dunas (Santos *et al.*, 2014). Esta extracção de sedimentos do sistema é apontada como causa provável para a dificuldade na estabilização dessas praias, apesar das sucessivas acções de recarga sedimentar (Santos *et al.*, 2014).

(ii) Proposta de medidas mitigadoras e/ou compensatórias a implementar, bem como o respetivo programa de monitorização da sua eficácia, a desenvolver pela entidade proponente;

A mitigação dos impactes relacionados com as actividades de dragagens do canal de navegação deverá passar por três medidas distintas:

1) Os sedimentos retirados nas dragagens de aprofundamento/alargamento dos canais devem ser depositados no sistema deltaico. Exceptuam-se os que, de acordo com a lei, não apresentarem a qualidade necessária a deposição nesse tipo de ambientes; Retirar os sedimentos do sistema poderá provocar/incrementar um défice sedimentar, levando ao surgimento de fenómenos de erosão costeira.

2) Os sedimentos retirados dos canais deverão permanecer no sistema de deriva litoral associado ao sector de onde se efectuaram as dragagens. Esta medida diminuirá a probabilidade de que as estruturas morfológicas circundantes à zona intervencionada venha a desaparecer para compensar o vazio criado, por efeito de sumidouro.

3) Tendo em especial atenção as praias anteriormente referidas, deverão ser equacionadas, estudadas e efectuadas medidas pontuais recuperação de morfologia costeira em praias e dunas, quando os processos erosivos forem continuados ao longo do tempo e se suspeitar estarem directamente ligados às alterações morfológicas associadas à dinâmica deltaica.

A complexidade dos efeitos associados às alterações de um sistema natural, como um delta, tornam difícil estabelecer uma relação causa/efeito de qualquer intervenção, quer pelo atraso temporal da resposta do sistema, quer pela distância geográfica a que podem ocorrer. Acresce que o delta é um sistema dinâmico, sujeito às oscilações climáticas e de ondulação que ocorrem não só à escala anual, como também a escalas de maior dimensão temporal (como, por exemplo, a “North Atlantic Oscillation”).

A monitorização da morfologia da superfície do topo do delta e das estruturas a ele associadas, como as praias e dunas costeiras é, no entanto, uma medida fundamental para compreender a evolução do corpo deltaico no seu todo. A monitorização deverá passar pela medição periódica da batimetria do canal e zonas adjacentes, por forma a detectar as alterações que ocorram nas margens do canal associadas ao efeito de sumidouro, mas também na superfície do delta e nas praias directamente dependentes do delta, como fonte de sedimento. A área de

levantamento da batimetria deverá ser ajustada às eventuais alterações que ocorram, de forma a permitir quantificar as mesmas em levantamentos sucessivos.

A monitorização das praias deverá passar pela elaboração de 2 campanhas de medição de perfis de praia anuais, uma em regime de verão e outra em regime de inverno, de forma a avaliar a evolução da linha de costa nessas praias. Durante as campanhas deverá ser efectuada recolha de sedimentos para caracterização granulométrica.

Na península de Tróia, devido à sua maior dimensão e variabilidade temporal, deverão ser escolhidos vários locais para efectuar os perfis de praia, em subsectores onde se detecte maior variabilidade da linha de costa, quer no respeitante à acreção, quer à erosão. A monitorização das alterações locais deverá ser complementada por uma análise da variação a menor escala, recorrendo à análise de fotografias aéreas, cobrindo toda a zona da península que contacta com o delta.

A monitorização deverá ser mantida enquanto as actividades de intervenção nos canais existirem.

(iii) Sugestão de medidas a desenvolver em articulação com outras entidades intervenientes na gestão do estuário e zona costeira adjacente.

Sendo que as zonas costeiras associadas ao delta do Sado são ricas em praias de grande beleza e significativa importância natural, paisagística, social e económica, deverá ser dado particular relevo às intervenções que se efectuem neste ambiente. Ocupando, o delta do Sado, uma área muito extensa, julga-se ser importante congregar esforços para o estudo do meio ambiente (eg. geologia, biologia, hidrodinâmica), fomentando-se a participação das instituições nacionais que detêm conhecimento sobre a zona de intervenção, como forma de potenciar os recursos a investir na preservação do sistema. Devido às particularidades locais de cada subsector costeiro, ou praia, as intervenções de recuperação, ou manutenção, deverão ser precedidas de estudos multidisciplinares, de forma a caracterizar correctamente o meio ambiente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ambar, I. S. A., A. F. G. Fiúza, et al. (1982). *General circulation in the lower Sado River estuary under drought conditions. Actual problems of oceanography in Portugal, Lisbon, JNICT and NATO;*

Andrade, C., M. C. Freitas, et al. (2006). *Estudo de caso da região do Sado, zonas costeiras. Alterações Climáticas em Portugal Cenários, Impactos e Medidas de Adaptação, Projecto SIAM II. F. D. Santos e P. Miranda. Lisboa, Gradiva: 506.*

Brito, P. 2009. *Impactos da elevação do nível médio do mar em ambientes costeiros. O caso do estuário do Sado. Tese de Doutoramento. Universidade de Lisboa. Lisboa., 344 pp.*

Brito, P. 2011. *Desassoreamento da Arrábida. Causas e Soluções. "Atas do Colóquio" 16 de Novembro de 2011.*

Carapuço, A.M. 2005. *Morfodinâmica do vértice noroeste da península de Troia. Dissertação de Mestrado. Universidade do Algarve, 70 p.*

Curry, J. R. 1964. *Transgressions and regressions. In: R. L. Miller (Editor), Papers in Marine Geology Shepard Commemorative Volume. The Macmillan Company, New York, pp. 175-203.*

Erlides, E., Regnaud, H., Dias, J.A., Pereira, A.R., Gouéry, P., Kuzucuoglu, C., Ferreira, Ó., 1992. *Decouverte d'un niveau marin submerge le long de la chaine de l'Arrabida, Portugal. Finisterra XXVII, 53-54, 183-186.*

Ferraz, M. (2007). *Identificação e caracterização das dunas e campos dunares da parte Norte da península de Tróia. Departamento de Geologia. Lisboa, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Mestrado: 167.*

Ferraz, M., Rebêlo, L., Brito, P., Costas, S. (2010). *Evolução da parte norte da península de Troia. e-terra, 12(3). VIII Congresso Nacional de Geologia, e-Terra, 12(3), 1-4.*

IH (2005). *Carta SED5, Cabo da Roca ao Cabo de Sines. Folha 5. Sedimentos Superficiais da Plataforma Continental. Lisboa, Marinha, Instituto Hidrográfico, coordenação de Maria Manuela Matos.*

INAG (2001). *Plano Nacional da Água - Vol.1. Lisboa, Instituto da Água - INAG: 542.*

IPTM, 2008. *Plano de dragagens para o biénio de 2008-2009 para o Porto de Setúbal. Instituto Portuário e dos Transportes Marítimos, MOPTC.*

Martins, F. A., P. C. Leitão, et al. (2001). *"3D modelling in the Sado estuary using a new generic vertical discretization approach." Oceanologica Acta 24: S51-S62.*

Miranda, P. 2007. *Estudo das frações arenosas dos sedimentos do litoral Troia – Sines. Dissertação de mestrado. Universidade de Aveiro.*

Quevauviller, P. e I. Moita (1986). *"Histoire Holocene d'un systeme transgressif: La plate-forme du nord Alentejo (Portugal)." Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine 40: 85-95.*

Rebêlo, L., Ferraz, M., Brito, P., 2012. *Quantification of sediments accumulated in the NW sector of Tróia Peninsula (Portugal) between 1928 and 1995. Journal of Coastal Conservation, 16, 261–268.*

Rebêlo, L., Ferraz, M., Brito, P. (2013). *Imprints of the 1755 Tsunami in the Tróia Peninsula shoreline, Portugal. Journal of Coastal research, SI 65, 814-819.*

Rodrigues, A. M. J. (1992). *Avaliação do estado ambiental de um estuário de uso múltiplo, através da análise de comunidades biosedimentares. Estuário do Sado, Portugal. Department of Biological and Molecular Sciences, Universidade de Stirling, Escócia: 364*

Santos, F., Lopes, A., Moniz, G., Ramos, L., Taborda, R. (2104). Relatório do Grupo de Trabalho do Litoral. Ministério do Ambiente.

Alfragide, 20 de Novembro de 2015.

Luís Rebêlo
(Investigador Auxiliar da UGHGC/LNEG)

Sílvia Nave
(Investigadora Auxiliar da UGHGC/LNEG)



APSS

Administração dos Portos
de Setúbal e Sesimbra, SA

Data: 03-05-16

N / Refª: 1133/16-DEIA

Proc. Or. 12.02/5

V / Refª:

Exmo Senhor
Diretor Geral de Recursos Naturais, Segurança e
Serviços Marítimos
Av de Brasília
1449-030 Lisboa

Assunto: **Informação para o Plano de Afetação**

Na sequência da reunião tida com o Grupo de Trabalho GT6 – Imersão de dragados e manchas de empréstimo, tendo como objetivo a elaboração do Plano de Situação relativo ao Plano de Ordenamento e Gestão do Espaço Marítimo, enviamos em anexo a planta de localização dos espaços que, fora da área de jurisdição desta Administração Portuária, são indispensáveis à manutenção das acessibilidades marítimas desta infraestrutura portuárias, por constituírem espaços de imersão de sedimentos dragados.

O espaço identificado na carta com a letra A, tem vindo a ser utilizado para deposição de dragados, de acordo com indicações do ex IPIMAR, integrando os Planos de Dragagens da APSS,SA. Pela sua batimetria e características hidrodinâmicas tem como objetivo o não retorno dos sedimentos ao sistema.

Com o espaço identificado na carta com a letra B, pretende-se criar uma zona de deposição de sedimentos na deriva litoral, até à batimétrica dos -15,00 mZH, permitindo repor o balanço sedimentar na célula onde são feitas as intervenções. Esta localização encontra-se sustentada em estudos de hidrodinâmica (LNEC, 1989), bem como em análises e pareceres atuais, nomeadamente versando das comunidades bióticas e de hidrodinâmica costeira, este último levado a cabo pelo LNEG.

IMP.0020 de 03/03/2008



APSS

Administração dos Portos
de Setúbal e Sesimbra, SA

Oportunamente procederemos ao envio desta informação em formato digital, mas atendendo à necessidade de se utilizar a zona "B" no projeto de melhoria da acessibilidade marítima ao porto de Setúbal, cujo EIA se encontra em conclusão, agradecemos que nos informem da boa receção desta informação.

Com os melhores cumprimentos

O Presidente do Conselho de Administração

Vitor Caldeirinha

Anexo: mencionado no texto

IMP.0020 de 03/03/2008

Conservatória do Registo Comercial de Setúbal . Mat. N.º 502 256 869 . Capital Social 15.100.000 Euros . Contribuinte N.º 502 256 869



ANEXO 12

ANÁLISE DE RISCOS DO TERMINAL DE CONTENTORES

estar devidamente sinalizados e sem dispor de passeios, passadeiras para atravessamento de peões, etc.

Para reduzir os inconvenientes que possam afectar os veículos, as pessoas, etc em materia de segurança recomenda-se, de uma maneira geral, a tomada de medidas por parte das entidades competentes com vista à sinalização de cruzamentos, proximidade de escolas, hospitais e outros pontos sensíveis, à criação de faixas de atravessamento para peões, à utilização de barreiras para limitar a entrada de peões nas vias de circulação rodoviária, etc.

No que se refere às medidas a tomar pelo empreiteiro no transporte de inertes e outros materiais entre os locais de fornecimento e o local das obras, recomenda-se:

- a) a utilização de velocidades reduzidas no atravessamento de aglomerados populacionais em geral, e junto a escolas, hospitais e outros pontos sensíveis;
- b) a sinalização adequada, diurna e nocturna, na Estrada da Mitrena, dos acessos ao estaleiro e ao local das obras, em particular dos portões de entrada e saída;
- c) a sinalização adequada, diurna e nocturna, na Estrada da Mitrena, de eventuais locais de estacionamento de veículos junto à parte exterior do estaleiro.

7.4 - ANÁLISE DOS RISCOS AMBIENTAIS

7.4.1 - Considerações Gerais

A análise dos riscos ambientais tem como objectivo identificar, prever e caracterizar os possíveis acidentes graves a que um determinado empreendimento está sujeito, bem como determinar os seus efeitos ambientais, a área afectada e as correspondentes probabilidades de ocorrência associadas.

Devido à localização do Terminal de Contentores/Plataforma Multimodal, às diversas operações de carga e descarga de navios, movimentação de contentores, etc nesse Terminal, e às diferentes actividades que se desenvolvem, em geral, no Porto de Setúbal, podem ocorrer acidentes de origem tecnológica ou natural susceptíveis de ter repercussões mais ou menos graves no ambiente.

Um aspecto de grande importância a considerar na análise de risco é o de determinar a probabilidade de ocorrência de um acidente. No entanto, no caso presente, a inexistência ou a grande dificuldade de obtenção de dados fiáveis que permitam a sua determinação de forma minimamente objectiva e realista levou a que se optasse, neste EIA, por uma metodologia baseada numa classificação de acidentes-tipo com diferentes níveis de gravidade.

Deste modo, considera-se que os principais acidentes-tipo que podem ocorrer são os seguintes:

a) Fase de Construção

- Acidentes Tecnológicos : derrame de combustível;
- Acidentes Naturais : sismo.

b) Fase de Exploração:

- Acidentes Tecnológicos : incêndio/explosão;
emissões tóxicas ou perigosas;
derrame de combustível;
- Acidentes Naturais : sismo.

Cada um dos possíveis acidentes pode ocorrer com diferentes magnitudes, ter diferentes origens e afectar áreas distintas, provocando efeitos ambientais com um nível de gravidade

variável. Refira-se, ainda, que um acidente de pequena gravidade na fase inicial possa evoluir para uma magnitude superior e, como tal, de efeitos gravosos acrescidos, se não forem tomadas as necessárias medidas preventivas e de emergência. Por outro lado, podem ocorrer, em simultâneo, vários acidentes, com a mesma origem ou diferentes origens, o que também conduz a um agravamento dos efeitos.

Embora os riscos ambientais considerados nas fases de construção e exploração sejam os mesmos, as suas origens, áreas afectadas e efeitos assumem características e importâncias distintas.

Nos Quadros 7.1 e 7.2 é apresentada uma síntese da análise feita para as fases de construção e de exploração, tendo os níveis de gravidade dos acidentes sido classificados segundo uma escala de 1 a 3. A sua leitura deve ser feita na vertical, uma vez que acidentes-tipo do mesmo nível não produzem, necessariamente, efeitos semelhantes e comparáveis.

7.4.2 - Fase de Construção

7.4.2.1 - Acidentes Tecnológicos

Como se vê pelo Quadro 7.1, os efeitos no ambiente devidos aos riscos de acidentes tecnológicos associados a esta fase podem assumir uma maior ou menor gravidade, provocando atrasos e/ou paralizações na construção e afectando as suas áreas envolventes.

Durante esta fase, pode considerar-se que o principal risco de acidente é o que está relacionado com derrames de combustível. Estes derrames podem ocorrer devido a erros nas manobras efectuadas pelas embarcações, veículos, e outros equipamentos afectos às obras. Terão consequências mais graves se a sua origem for uma embarcação e se afectarem as águas do estuário. Os seus efeitos serão de uma magnitude maior ou menor, dependendo de vários factores, como sejam as condições meteorológicas e hidrodinâmicas, a quantidade de combustível derramado e o tipo de embarcação.

7.4.2.2 - Acidentes Naturais

Durante esta fase, os riscos mais prováveis, em caso de acidente natural, terão como causa a ocorrência de um sismo de grau elevado, podendo ainda dar origem a derrames de combustível, seguidos ou não de incêndio e/ou explosão (ver Quadro 7.1).

Os efeitos podem também assumir maior ou menor gravidade, provocando atrasos e/ou paralizações da construção, causar importantes danos materiais na obra e nas áreas envolventes, e mesmo danos pessoais.

devidos a emissões tóxicas ou perigosas, incêndio/explosão e a derrames de combustível.

QUADRO 7.1

ACIDENTES-TIPO ASSOCIADOS À FASE DE CONSTRUÇÃO

NÍVEL CARACTERÍSTICAS		ACIDENTES	
		DERRAME DE COMBUSTÍVEL	SISMO
Origem	Derrame de combustível no local das obras terrestres, com escoamento para o estuário	Sismo de intensidade 7-8 na Escala Internacional ou de Wood-Neumann	
1	Área afectada	Estaleiro, área de construção e área estuarina adjacente	Estaleiro e área de construção
Efeitos	Poluição do solo e da água		Danos materiais no estaleiro, obras e equipamentos
Origem	Derrame de combustível a partir de draga ou outra embarcação	Sismo de intensidade 9 com derrame de combustível	
2	Área afectada	Área estuarina envolvente da draga ou embarcação	Porto de Setúbal
Efeitos	Poluição da água		Danos materiais elevados no estaleiro, obras, embarcações e equipamentos
			Poluição da água
Origem	Derrame de combustível com esvaziamento total de tanques de draga ou outra embarcação	Sismo de intensidade 10 com derrame de combustível, seguido de incêndio e/ou explosão	
3	Área afectada	Estuário do Sado	Região de Setúbal
Efeitos	Poluição da água		Danos materiais muito elevados no estaleiro, obras, embarcações e equipamentos
			Poluição da água e do ar
			Danos pessoais

QUADRO 7.2

ACIDENTES-TIPO ASSOCIADOS À FASE DE EXPLORAÇÃO

NÍVEL CARACTERÍSTICAS		ACIDENTES	
		INCÊNDIO/EXPLOÇÃO	EMISSÕES TÓXICAS OU PERIGOSAS
1	Origem	Deflagração de pequeno incêndio no Terminal	Derrame de substâncias tóxicas ou perigosas no estado sólido ou líquido
	Área afectada	Terminal	Terminal e bacia portuária de Setúbal
	Efeitos	Danos materiais no Terminal	Poluição do solo e da água
2	Origem	Deflagração de incêndio a bordo de navio acostado ao Terminal Deflagração de incêndio em contentores	Pequena fuga de gases tóxicos ou perigosos
	Área afectada	Navio, Terminal e área envolvente	Terminal e atmosfera envolvente
	Efeitos	Poluição da água e do ar Danos materiais elevados no navio e Terminal	Poluição do ar
3	Origem	Deflagração de incêndio a bordo de navio acostado ao Terminal, com propagação para outro navio acostado, associada a explosão Deflagração de incêndio em contentores, associado a explosão e a libertação de gases tóxicos	Fuga de gases tóxicos ou perigosos, eventualmente seguidos de explosão
	Área afectada	Navios, área portuária e áreas envolventes	Região de Setúbal
	Efeitos	Danos materiais muito elevados Poluição da água e do ar Danos pessoais	Poluição do ar Afectação da saúde pública Danos pessoais

QUADRO 7.2 (continuação)

ACIDENTES-TIPO ASSOCIADOS À FASE DE EXPLORAÇÃO

NÍVEL	CARACTERÍSTICAS	DERRAME DE COMBUSTÍVEL	ACIDENTES	SISMO
	Origem	Derrame de combustível no cais com escoamento para o mar	Sismo de Intensidade 7-8 na Escala Internacional ou de Wood-Neumann	
1	Área afectada	Cais e área estuarina adjacente	Terminal	
	Efeitos	Poluição do solo e da água	Danos materiais no Terminal	
2	Origem	Derrame de combustível a partir de navio acostado	Sismo de intensidade 9 com derrame de combustível	
	Área afectada	Área estuarina envolvente do navio	Porto de Setúbal	
	Efeitos	Poluição da água	Danos materiais elevados no Terminal	
			Poluição da água	
3	Origem	Derrame de combustível com esvaziamento de tanques de navio	Sismo de intensidade 10 com derrame de combustível, seguido de incêndio e/ou explosão em contentores e navios acostados	
	Área afectada	Bacia portuária de Setúbal	Região de Setúbal	
	Efeitos	Poluição da água	Danos materiais muito elevados no Terminal e nos navios acostados	
			Poluição da água e do ar	
			Danos pessoais	

7.4.3 - Fase de Exploração

7.4.3.1 - Acidentes Tecnológicos

Como se vê no Quadro 7.2, nesta fase, os riscos mais prováveis, em caso de acidente, são os efeitos provocados por um incêndio. Os efeitos provocados por um incêndio dependem de vários factores. Podem adquirir uma dimensão menor, se o incêndio tiver um carácter localizado e for imediatamente detectado e controlado. Caso contrário, podem assumir proporções maiores, principalmente se estiverem associados a explosões, cortes de energia, etc, e se se propagarem a navios e/ou a contentores com substâncias tóxicas ou explosivas.

As substâncias tóxicas transportadas, como mercadorias, nos navios porta-contentores, ou armazenadas no Terminal, constituem um risco sério para o ambiente, em caso de acidente. Se, devido a roturas nos depósitos, erros de manobra, mau funcionamento dos mecanismos de controle, etc. se verificarem emissões destas substâncias, elas podem alastrar rapidamente para o meio envolvente, especialmente se estiverem no estado gasoso, e afectar a saúde pública, dar origem a incêndios e explosões, etc.

O risco inerente ao derrame de combustível poderá ocorrer devido a uma falha técnica, falha organizacional, erro humano (por exemplo, no caso de colisão de navios ou destes com o cais) ou mesmo descuido ou desleixo. Será mais grave se envolver os navios atracados ou em manobras, afectando as águas da bacia portuária.

Os efeitos variam em função da quantidade, volume de combustível derramado e extensão da área afectada. Se as medidas de controle adoptadas não forem imediatas e eficazes, os impactes serão maiores, podendo mesmo, em casos mais graves, afectar por exemplo, todo o Porto de Setúbal e grande parte do estuário, e mesmo a zona marítima adjacente.

Deste modo, os efeitos atrás referidos podem traduzir-se por pequenos danos materiais, pela destruição de algumas estruturas, conducente à paralização temporária da actividade do Terminal, ou causar elevados danos materiais ou mesmo pessoais.

7.4.3.2 - Acidentes Naturais

Tal como na fase de construção, os riscos prováveis, em caso de acidente natural, terão como causa a ocorrência de um sismo de grau elevado, podendo ainda dar origem a derrames de combustível, seguidos ou não de emissões tóxicas ou perigosas, incêndio e/ou explosão (ver Quadro 7.3).

Os efeitos podem também assumir maior ou menor gravidade, provocando a paralização da actividade do Terminal, causar importantes danos materiais no Terminal, navios acostados e áreas envolventes, e mesmo danos pessoais.

7.4.4 - Medidas Minimizadoras

7.4.4.1 - Considerações Gerais

Como se viu anteriormente, os riscos ambientais, naturais e tecnológicos, a que o Terminal está sujeito poderão constituir agressões de diferentes magnitudes para o ambiente, dependendo dos cenários considerados.

Estes efeitos podem ser reduzidos se forem adoptadas medidas minimizadoras, essencialmente de carácter preventivo, aplicáveis nas fases de concepção e de construção e exploração do empreendimento.

Estas medidas são apresentadas a seguir.

Refira-se, no entanto, desde já, que o Porto de Setúbal tem, operacional, um Plano de Emergência Interno para fazer face aos acidentes tecnológicos e naturais atrás referidos.