

## MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL NO PORTO DE LEIXÕES Environmental monitoring in the Leixões harbor

HUGO GUEDES LOPES <sup>(1)</sup>, RUI BOAVENTURA <sup>(2)</sup>, ANA ISABEL GOMES <sup>(3)</sup>,  
FERNANDO VELOSO-GOMES <sup>(4)</sup>, FRANCISCO TAVEIRA-PINTO <sup>(5)</sup> & RUI CALEJO RODRIGUES <sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup> Investigador/Aluno de Doutoramento, FEUP/IHRH,  
Rua do Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, hglopes@fe.up.pt

<sup>(2)</sup> Investigador Principal, FEUP,  
Rua do Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, bventura@fe.up.pt

<sup>(3)</sup> Investigadora, FEUP,  
Rua do Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, anaisagomes1@gmail.com

<sup>(4)</sup> Professor Catedrático, FEUP,  
Rua do Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, vgomes@fe.up.pt

<sup>(5)</sup> Professor Associado, FEUP,  
Rua do Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, fpinto@fe.up.pt

<sup>(6)</sup> Professor Auxiliar, FEUP,  
Rua do Dr. Roberto Frias, s/n, 4200-465 Porto, calejo@fe.up.pt

### Resumo

Os possíveis impactes ambientais de obras de Engenharia Civil em zonas particularmente sensíveis como as áreas portuárias podem ser muito significativos e, como tal, torna-se necessário minimizar esses impactes, quer ao nível de projecto, quer ao nível da execução da obra.

Neste contexto são apresentados dois casos que se referem a duas empreitadas realizadas no porto de Leixões, a *Empreitada de Estabelecimento da Bacia de Rotação e do Canal de Acesso à Doca n.º 4* e a *Empreitada de Construção do Novo Terminal Multiusos no Porto de Leixões*.

**Palavras-chave:** Água, Sedimentos, Ruído, Monitorização Ambiental, Porto de Leixões.

### Abstract

The possible environmental impacts of civil engineering works, in areas particularly sensible as harbors can be very significant, and so, it's necessary to minimize those impacts not only in the design phase but also during the works.

Two cases related with two contract jobs, "*The Taskwork of Establishment of the Rotating Basin and Access Channel to Dock No 4*" and the "*Taskwork of Construction of the New Multipurpose Terminal in Leixões Port*" are presented.

**Keywords:** Water, Sediments, Noise, Environmental Monitoring, Leixões Port.

## 1. Introdução

O porto de Leixões, localizado a Norte da cidade do Porto e da foz do rio Douro, encontra-se limitado a Norte e a Sul por zonas balneares importantes, e vê desaguar no seu interior o rio Leça. Assim, foram estabelecidas um conjunto de medidas tendo em vista a minimização dos possíveis impactes ambientais durante e após as obras referidas. Para além das medidas intrínsecas ao projecto que passaram por alguns pequenos ajustes impostos pela Autoridade de Avaliação de Impacte Ambiental (AIA), foram também impostas medidas de minimização centradas no controle dos principais descritores ambientais potencialmente afectados pelas empreitadas, nomeadamente a Qualidade da Água, a Qualidade dos Sedimentos e o Ruído.

Com este artigo pretende-se efectuar uma descrição das principais actividades desenvolvidas no âmbito da monitorização ambiental em duas empreitadas realizadas no porto de Leixões.

## 2. A Monitorização Ambiental

### 2.1. Introdução

Os dois casos que se apresentam referem-se a duas empreitadas realizadas no porto de Leixões, a *Empreitada de Estabelecimento da Bacia de Rotação e do Canal de Acesso à Doca n.º 4*, e a *Empreitada de Construção do Novo Terminal Multiusos no Porto de Leixões*.

### 2.2. A Empreitada de Estabelecimento da Bacia de Rotação e do Canal de Acesso à Doca n.º 4

A caracterização da situação prévia à realização da obra, e a respectiva monitorização durante e após a fase de obra, constituem as principais actividades levadas a cabo no âmbito da monitorização ambiental. A Empreitada de Estabelecimento da Bacia de Rotação e do Canal de Acesso à Doca n.º 4, envolveu trabalhos de dragagem e quebramento de rocha para rebaixamento do canal de acesso à doca n.º 4, Figura 1, com vista à recepção de navios de maiores calados.

A existência de uma densa zona urbana envolvente e de importantes zonas balneares na vizinhança do porto, obrigaram a apertadas medidas de controlo ambiental. Dando cumprimento às exigências dos Estudos de Impacte Ambiental, das Declarações de Impacte Ambiental e dos Relatórios de Conformidade Ambiental da Obra, foram elaborados os planos de monitorização ambiental e monitorizados todos os descritores ambientais e respectivos parâmetros associados.

2.1.1. *Qualidade da água*

A monitorização da qualidade da água no Porto de Leixões teve início a 24 de Agosto de 2005 e terminou em Outubro de 2007, com amostragens efectuadas com frequência quinzenal ou mensal.

No Porto de Leixões as amostras de água foram recolhidas em 10 locais, 9 dos quais no interior da área portuária e 1 fora da área de influência do Porto (ponto de controlo), Figura 2. Em cada ponto foram recolhidas, com auxílio de uma embarcação da APDL, duas amostras de água, uma à superfície e outra a cerca de 9 metros de profundidade, Figura 3.

Foram também recolhidas amostras de água em 5 praias nas proximidades do Porto de Leixões:

- A Norte – praia de Leça (Farol da Boa Nova e Leça);
- A Sul – praia de Matosinhos (Matosinhos Norte e Matosinhos Sul), praia do Castelo do Queijo, praia do Molhe e praia de Gondarém.

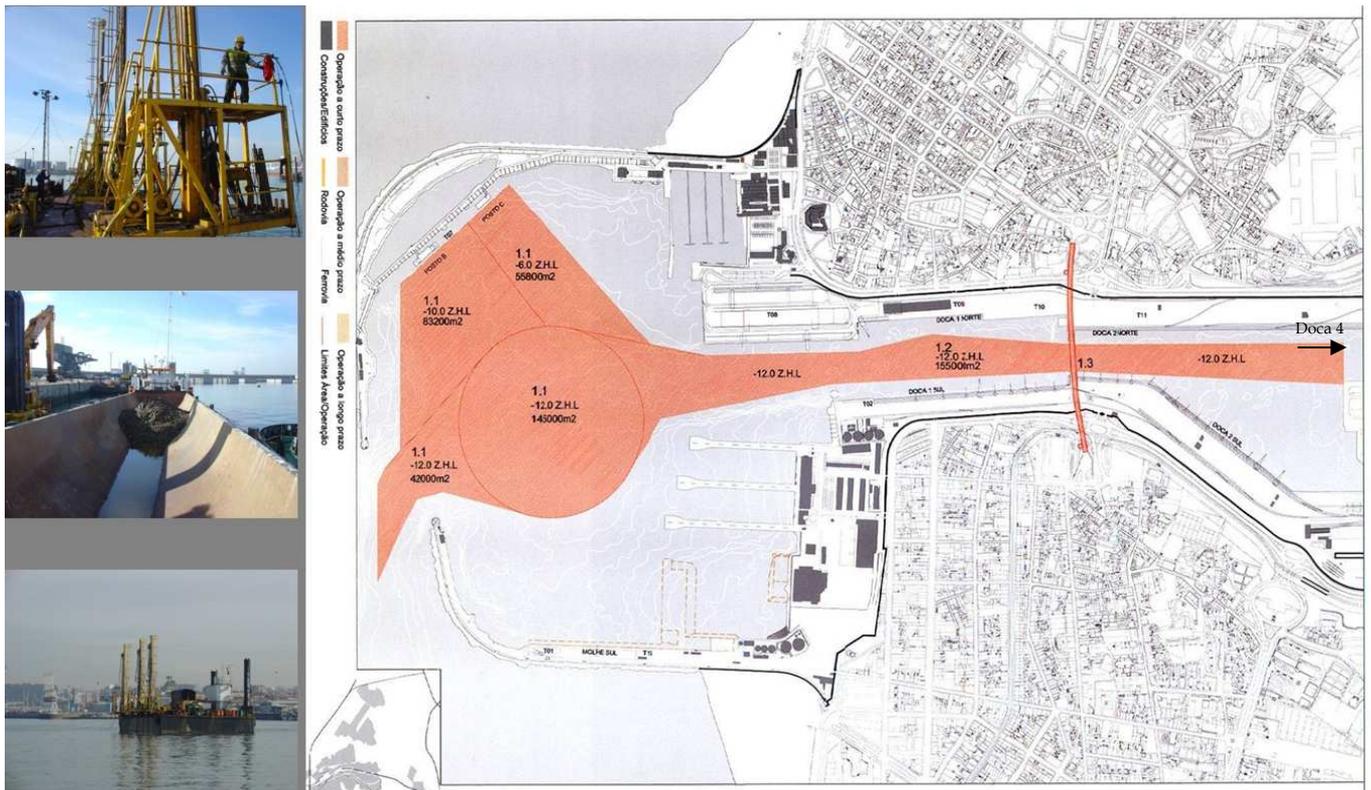


Figura 1. Meios envolvidos e área intervencionada no âmbito da empreitada de Estabelecimento da Baía de Rotação e do Canal de Acesso à Doca n.º 4.

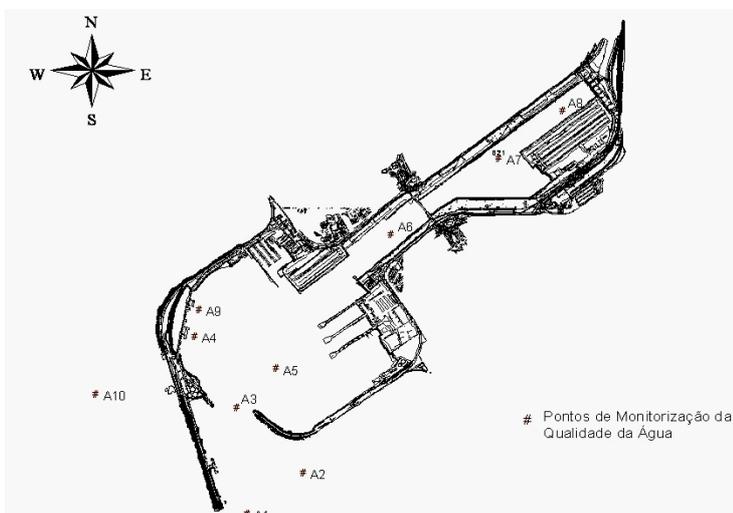


Figura 2. Pontos de amostragem da Qualidade da Água.



Figura 3. Imagens da recolha e análise da Água.

Para a caracterização da água foram determinados os seguintes parâmetros químicos: pH, temperatura, oxigénio dissolvido, salinidade, cloretos, turvação, sólidos suspensos totais (SST), azoto amoniacal, nitratos, fósforo total, substâncias tensoactivas, óleos minerais, oxidabilidade ao permanganato de potássio, carência bioquímica de oxigénio (CBO<sub>5</sub>), carbono orgânico total (COT), micropoluentes inorgânicos (cobre total, zinco total, níquel total, chumbo total, crómio total, cádmio total e mercúrio total) e micropoluentes orgânicos (bifenilos policlorados - PCBs; hidrocarbonetos aromáticos policíclicos - PAHs e hexaclorobenzeno - HCBs).

Nas Figuras 4 a 11 apresenta-se a evolução dos parâmetros que registaram maiores variações em duas épocas distintas. Alguns parâmetros, como a temperatura, sofrem normalmente variações. Algumas variações podem também estar associadas a acções exógenas, como é o caso do efeito da variação do caudal no rio Leça, que, em caso de cheia, pode fazer sentir o seu efeito em toda a bacia portuária. Existem ainda efeitos associados às correntes de maré que poderão alterar os valores obtidos nos SST. A concentração de SST em Agosto (Figura 4) foi sempre inferior a 25 mg/L, podendo a água ser classificada como "sem poluição", de acordo com os critérios de qualidade de água para usos múltiplos do INAG. Em Janeiro de 2006 (Figura 5), porém, foram várias as estações de amostragem que ultrapassaram esse limite, o que, do ponto de vista das partículas em suspensão, leva a classificar as águas como "poluídas". De um modo geral, os valores obtidos em profundidade são superiores aos obtidos à superfície.

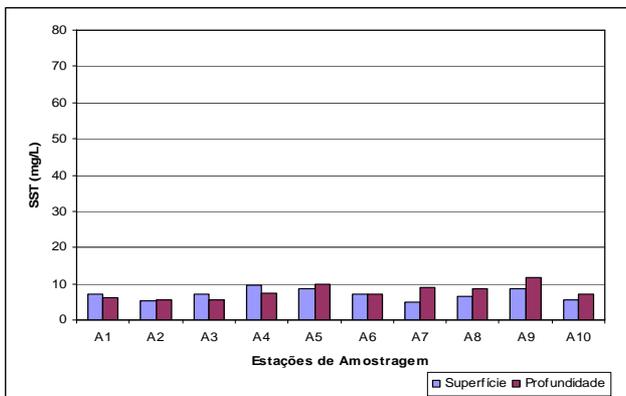


Figura 4. Distribuição dos Sólidos Suspensos Totais no Porto de Leixões - Agosto 2005.

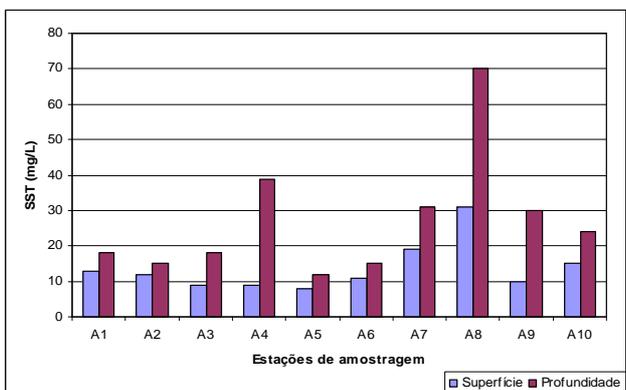


Figura 5. Distribuição dos Sólidos Suspensos Totais no Porto de Leixões - Janeiro 2006

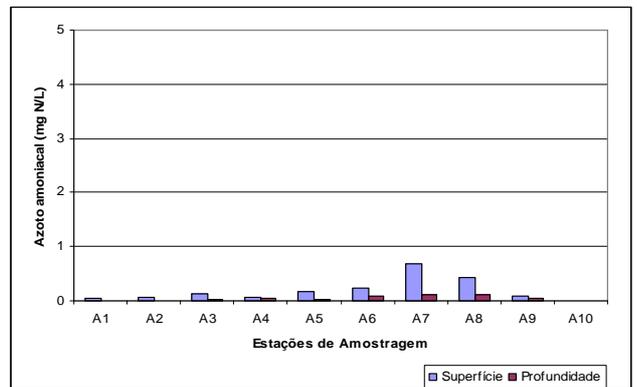


Figura 6. Distribuição do azoto amoniacal no Porto de Leixões - Agosto 2005.

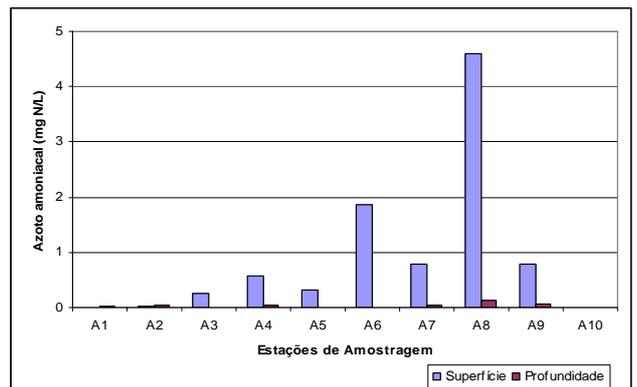


Figura 7. Distribuição do azoto amoniacal no Porto de Leixões - Janeiro 2006.

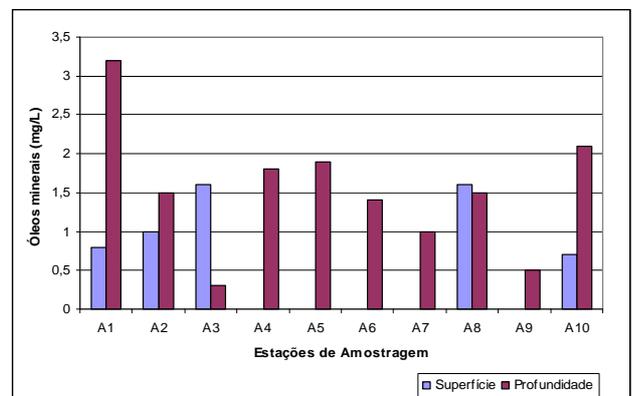


Figura 8. Distribuição dos óleos minerais no Porto de Leixões - Agosto 2005.

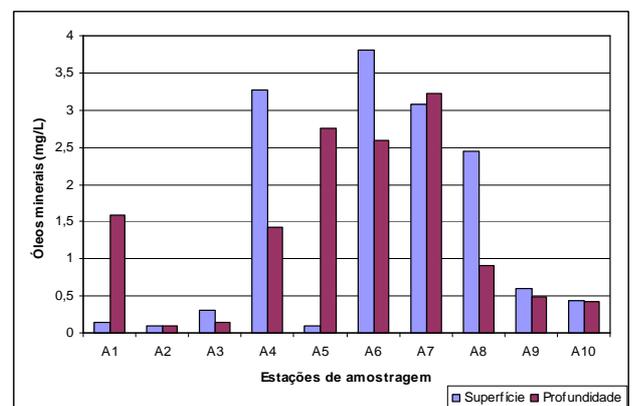


Figura 9. Distribuição dos óleos minerais no Porto de Leixões - Janeiro 2006.

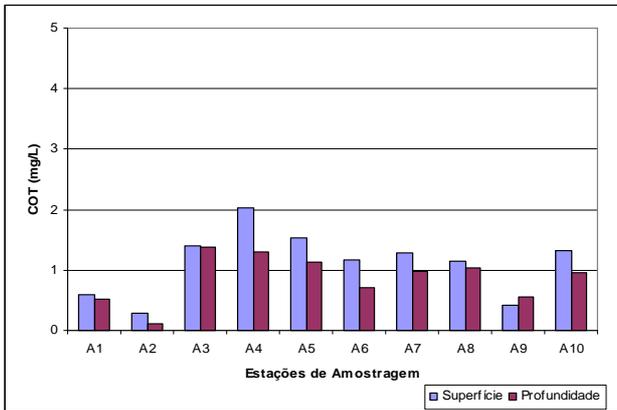


Figura 10. Distribuição do Carbono Orgânico Total no Porto de Leixões – Agosto 2005.

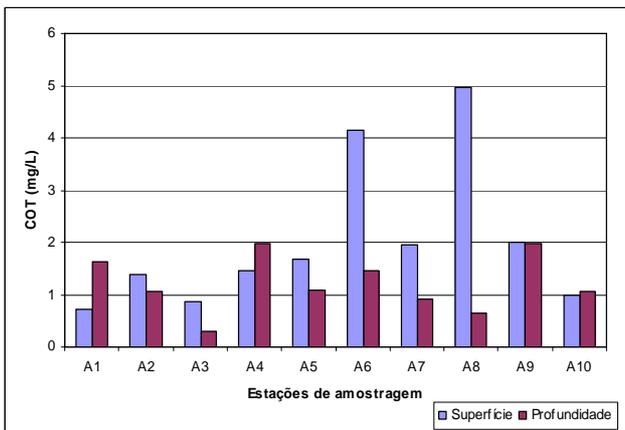


Figura 11. Distribuição do Carbono Orgânico Total no Porto de Leixões – Janeiro 2006.

As concentrações de azoto amoniacal em Agosto de 2005 (Figura 6), permitem, de um modo geral, classificar as águas, de acordo com os critérios do INAG, como “sem poluição” ( $\leq 0,08$  mg N/L). Há locais, no entanto (estações A3, A5, A6, A7 e A8, à superfície, e A6, A7 e A8, em profundidade), em que as águas devem ser consideradas como “fracamente poluídas”. Em Janeiro de 2006 (Figura 7), a maioria dos locais apresentou valores típicos de uma água “fracamente poluída”, com excepção das estações A6 e A7, à superfície, em que as concentrações de azoto amoniacal são características de uma água “muito poluída”, e da estação A8, também à superfície, classificada como “extremamente poluída”. De salientar que as estações A6, A7 e A8 estão localizadas no extremo do canal de acesso, junto da Doca n.º 4, sendo a qualidade da água nessa zona afectada pela afluência do rio Leça.

Em Agosto de 2005, o teor de óleos minerais (Figura 8), ultrapassou em diversas estações de amostragem o valor máximo recomendável para fins balneares (VMR=0.3 mg/L), excepto à superfície nas estações A4, A5, A6, A7 e A9 e, em profundidade, na estação A3. De modo similar, em Janeiro de 2006 (Figura 9), apenas nas estações A1, A2, A3 e A5, à superfície, e nas estações A2 e A3, em profundidade, foram registados valores inferiores ao VMR.

Para os teores de matéria orgânica, expressa como carbono orgânico total (COT), em Agosto de 2005 (Figura 10), registaram-se, em todas as estações de amostragem, concentrações inferiores a 2 mg/L.

No entanto, em Janeiro de 2006 (Figura 11), na água de superfície das estações A6 e A8, obtiveram-se valores de COT relativamente elevados (4.1 e 5.0 mg/L).

Apesar disso, a contaminação da água do Porto de Leixões por matéria orgânica, quando avaliada globalmente, não é preocupante.

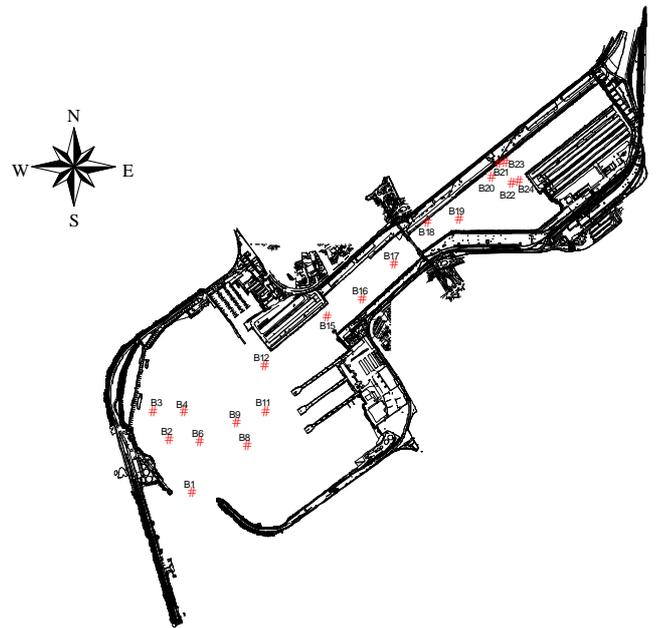


Figura 12. Pontos de amostragem da Qualidade dos Sedimentos.

### 2.2.2. Qualidade dos sedimentos

A caracterização dos sedimentos no Porto de Leixões foi realizada na malha de pontos representada na Figura 12, através da recolha de amostras representativas de toda a coluna de material a dragar, Figura 13, e posterior caracterização física, química e de toxicidade. Não está indicado o local de vazadouro que se localiza a cerca de 2.26 milhas do Porto de Leixões.

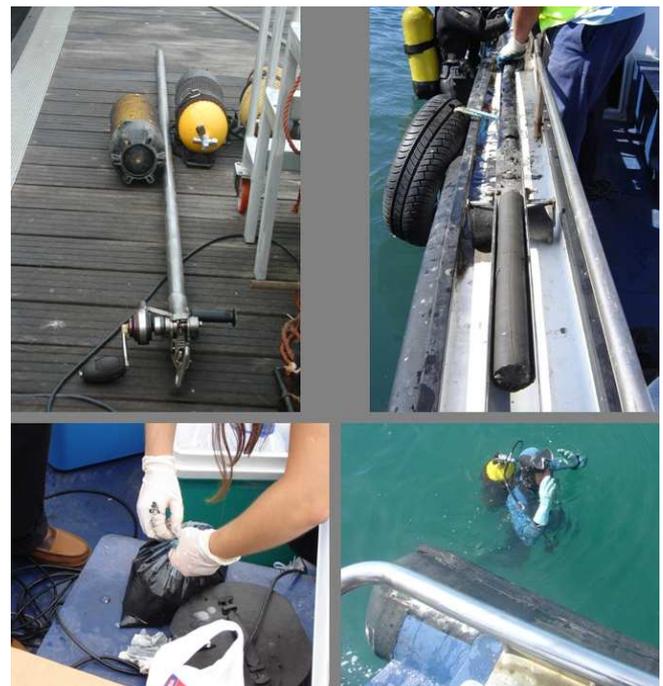


Figura 13. Imagens da recolha dos Sedimentos.

Foram determinados os seguintes parâmetros: densidade, percentagem de sólidos (teor de humidade), distribuição granulométrica, micropoluentes inorgânicos (arsénio total, mercúrio total, cádmio total, chumbo total, cobre total, zinco total, níquel total, crómio total), micropoluentes orgânicos (bifenilos policlorados - PCBs; hidrocarbonetos aromáticos policíclicos - PAHs e hexaclorobenzeno - HCBs), carbono orgânico total (COT) e toxicidade aguda (teste Lumistox). As amostras de sedimentos (fracção ≤2 mm) foram classificadas de acordo com o Despacho Conjunto dos Ministérios do Ambiente e Recursos Naturais e do Mar (Diário da República n.º 141 de 21/06/95 - II Série), Tabela 1.

Na Tabela 2 podem observar-se algumas das classificações obtidas com base na análise dos resultados obtidos.

Da aplicação dos critérios de classificação resulta a inclusão dos sedimentos em classes de qualidade, sendo as classes 2 e 3 relativas a material dragado com contaminação vestigiária e material dragado ligeiramente contaminado.

Refira-se que as campanhas de amostragem e caracterização de sedimentos foram em número muito inferior às campanhas de recolha de água, pelo facto da dragagem do material sedimentar dos fundos e quebramento de rocha constituírem os principais objectivos

Tabela 1. Classificação dos materiais dragados de acordo com o grau de contaminação (Diário da República n.º 141 de 21/06/95 - II Série).

Parâmetro	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
<b>Metais:</b>					
Arsénio (mg/kg)	< 20	20-50	50-100	100-500	> 500
Cádmio (mg/kg)	< 1	1-3	3-5	5-10	> 10
Crómio (mg/kg)	< 50	50-100	100-400	400-1 000	> 1 000
Cobre (mg/kg)	< 35	35-150	150-300	300-500	> 500
Mercúrio (mg/kg)	< 0.5	0.5-1.5	1.5-3.0	3.0-10	> 10
Chumbo (mg/kg)	< 50	50-150	150-500	500-1000	> 1000
Níquel (mg/kg)	< 30	30-75	75-125	125-250	> 250
Zinco (mg/kg)	< 100	100-600	600-1500	1500-5000	> 5000
<b>Compostos orgânicos:</b>					
PCB (mg/kg)	< 5	Mai-25	25-100	100-300	> 300
PAH (mg/kg)	< 300	300-2000	2000-6000	6000-12 000	> 12 000
HCB (mg/kg)	< 0.5	0.5-2.5	2.5-10	10-50	> 50

Tabela 2. Classificação de algumas amostras de sedimentos

Classificação dos sedimentos de acordo com o Despacho Conjunto dos Ministérios do Ambiente e Recursos Naturais e do Mar (Diário da República n.º 141 de 21/06/95 - II Série)												
Sedimentos	Classificação Global dos Sedimentos	Cr	Pb	Ni	Zn	Cd	Cu	Hg	As	PCB	PAH	HCB
B4	3	2	1	1	2	1	1	1	1	3	2	1
B6	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2
B15	3	1	1	1	1	1	1	3	1	3	1	2
B14	3	1	1	1	1	1	1	3	1	2	1	1
B15	3	1	1	1	2	1	1	3	1	3	2	1
B16	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1
B17	3	1	1	1	2	1	1	3	1	3	1	1
B23	3	1	2	1	2	1	2	3	1	3	2	1
B24	3	2	1	1	2	1	2	3	1	3	2	1

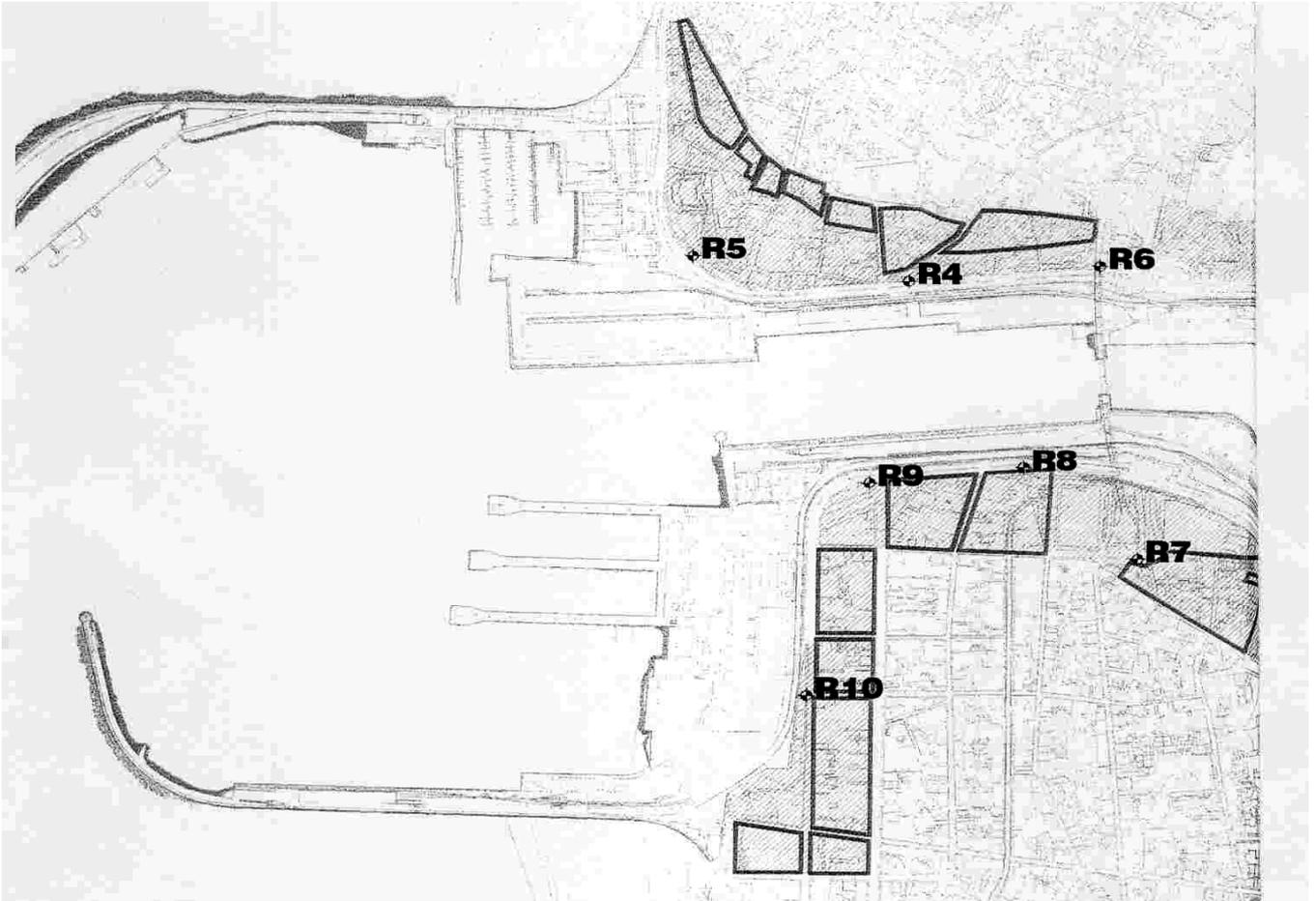


Figura 14. Malha de pontos definidos para controlo do Ruído (Laboratório de Acústica - IC).

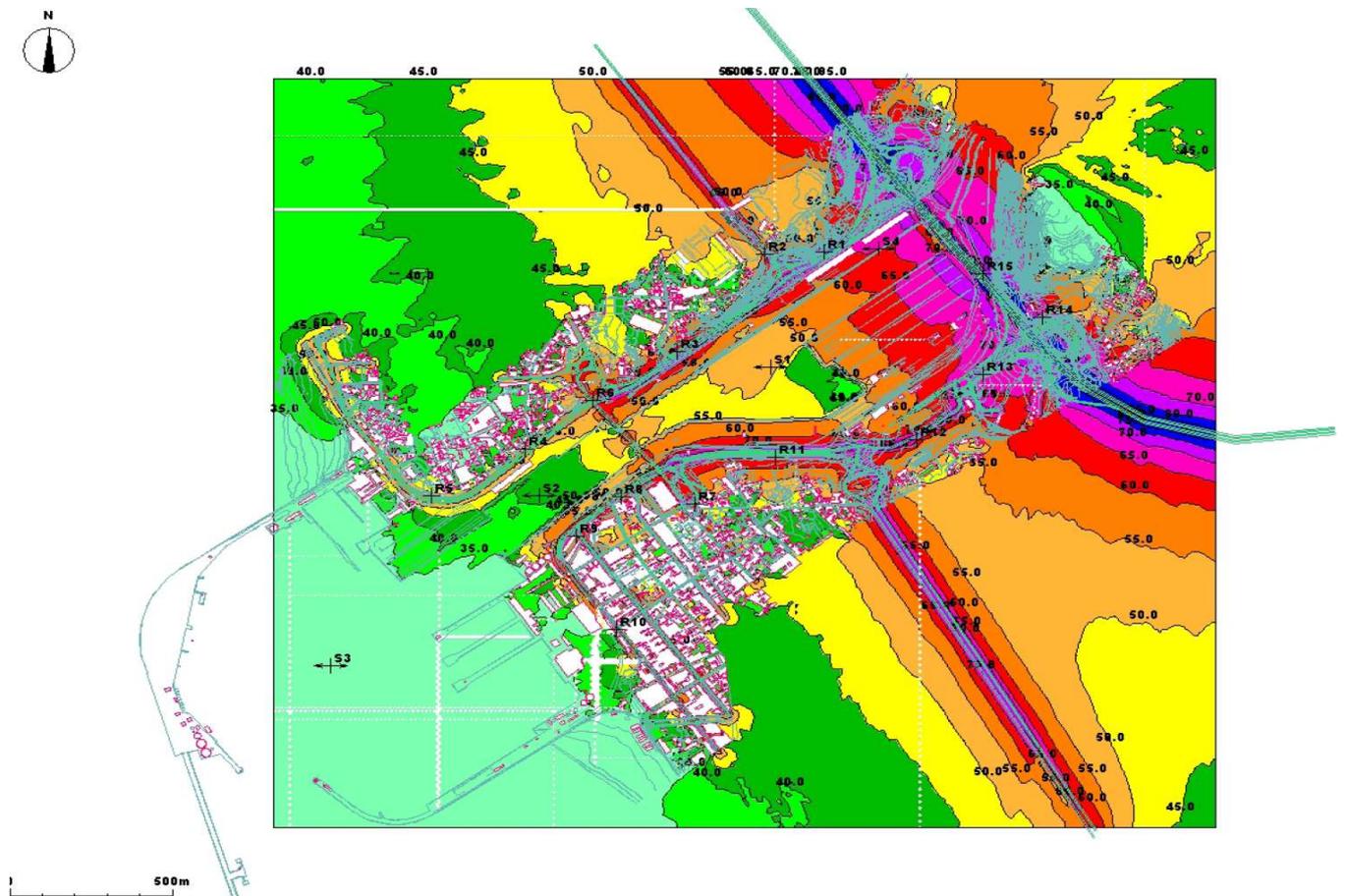


Figura 15. Mapa de Ruído da envolvente. (Laboratório de Acústica - IC).

### 2.2.3. Ruído

Tendo por objectivo a monitorização do ruído durante toda o período da obra, foi definida uma malha de pontos de controlo alargada, Figura 14, dos quais eram seleccionados em cada campanha os que se encontrassem mais próximos da frente de obra.

As principais tarefas responsáveis pela elevada emissão sonora eram a perfuração ( $L_{Aeq}=85\text{ dB(A)}$  medidos no batelão) o quebramento ( $L_{pico}$  de  $102\text{ dB(A)}$  medidos nas proximidades) e a dragagem ( $L_{Aeq}=79\text{ dB(A)}$  medidos no batelão). Tratando-se de tarefas com emissão sonora elevada e com implicações em todos os períodos de referência houve a necessidade de proceder ao acompanhamento dos potenciais locais de incomodidade que foram estudados por meio de simulação através da elaboração do Mapa de Ruído da envolvente (Cadna-A figura 15). Os resultados desta caracterização mostraram que o campo sonoro da envolvente portuária era bastante dependente dos arruamentos que envolvem o porto, em especial o IC1/A28 e as Avenidas Eng.º Duarte Pacheco e Dr. Antunes Guimarães. A caracterização da situação de referência (na ausência de actividade da empreitada) permitiu detectar zonas onde existia já um excesso de exposição ao ruído. À data e para a zona em causa (na ausência de classificação) era de  $65$  e  $55\text{ dB(A)}$ , respectivamente no período diurno e nocturno. Identificaram-se então zonas de sobre-exposição ao ruído entre os  $5$  e os  $9\text{ dB(A)}$ . Este facto permitiu encobrir as emissões da empreitada e acabou por ser “benéfico”. A actividade portuária embora detectável, apenas se mostrou dominante na zona do cais Norte sendo responsável pela elevação do descritor de exposição ao ruído  $L_{AeqT}$  em cerca de  $3$  a  $5\text{ dB(A)}$  no período diurno.

A figura 16 mostra uma síntese dos valores de monitorização nos pontos fixos onde foi alguma vez detectável o ruído da empreitada. Observa-se que dos dez pontos monitorizados só em seis é que essa actividade foi detectada. No gráfico apresentam-se para cada ponto de monitorização três colunas referentes ao  $L_{AeqT}$  para cada um dos períodos de referência. Identificam-se por linhas os valores máximos alguma vez percebidos nesses pontos resultantes da actividade da empreitada.

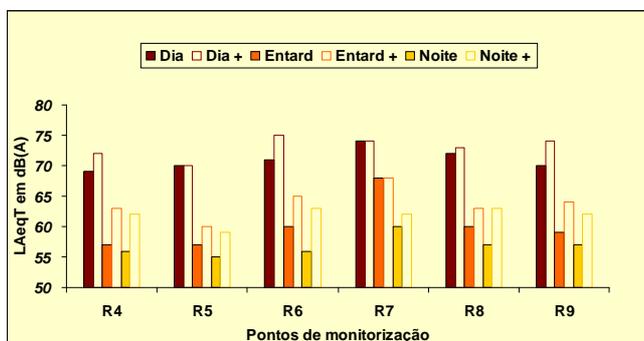


Figura 16. Síntese da exposição ao ruído dos pontos de monitorização.

Tendo-se registado durante o processo de monitorização a publicação de nova legislação sobre o ruído que tinha implicações directas sobre o processo de monitorização, procedeu-se à respectiva adaptação principalmente no que diz respeito ao número de períodos de referência.

### 2.2.4. Componente biótica (Bentos e Ictiofauna)

Para além da monitorização da qualidade da água, da qualidade dos sedimentos e do ruído foi também exigida pela Autoridade de AIA a monitorização da componente Biótica no local de deposição do material dragado, vulgarmente designado por vazadouro, Figura 17.

As campanhas e a respectiva caracterização foram efectuadas com a colaboração de duas biólogas marinhas e de mergulhadores profissionais que apoiaram os mergulhos a  $30\text{ m}$  de profundidade, Figura 18.

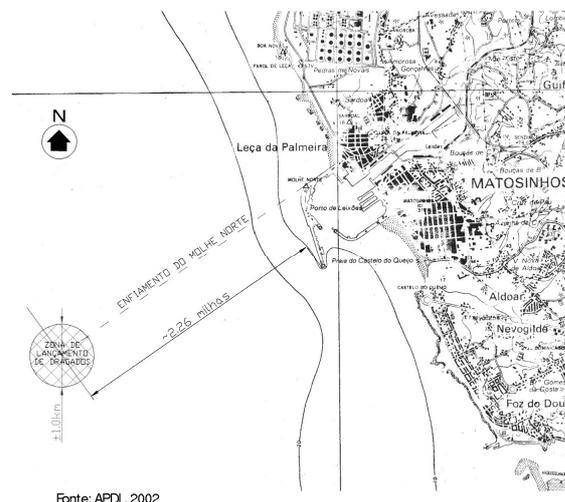


Figura 17. Local de deposição do material dragado.



Figura 18. Mergulho no local de vazadouro.

A monitorização das comunidades bentónicas e da ictiofauna foi efectuada através de *census* utilizando o método dos transectos, que tem sido utilizada, desde há muitos anos, nos mais variados ecossistemas.

Este método consiste no registo visual dos organismos de uma determinada área, definida pelo cabo de transecto, estimando, paralelamente, a sua abundância.

No presente estudo, a selecção de transectos com  $15\text{ m}$  de comprimento (considerando aproximadamente  $1\text{ m}$  de largura) foi determinada pela profundidade do local de dragados (cerca de  $30\text{ m}$ ). Deste modo, pretendeu-se efectuar  $3$  *census* visuais (ao longo de  $3$  transectos) no decorrer de uma única imersão com escafandro autónomo.

Da análise da campanha de caracterização da situação de referência foi possível observar que no local de vazadouro o habitat bentónico é pobre e caracterizado por um substrato arenoso, onde a falta de formações rochosas dificulta a fixação de organismos.

O número de espécies animais do local estudado é reduzido, tendo-se apenas registado a ocorrência de seis espécies diferentes de organismos vivos.

A abundância de organismos registados por espécie é também reduzida, resumindo-se, em algumas das espécies observadas, a um único exemplar.

### 2.3. A Empreitada de Construção do Novo Terminal Multiusos

Em conformidade com a Declaração de Impacte Ambiental (DIA), com o Relatório de Conformidade Ambiental, e respectivo aditamento de Agosto de 2006, foram desenvolvidas diversas tarefas no âmbito da Monitorização Ambiental da Empreitada de Construção do Novo terminal Multiusos de Leixões em construção no molhe Sul, Figura 19.

Esta empreitada consiste na construção do novo terminal multiusos, a implantar no intradorso do molhe Sul do Porto de Leixões, será constituído por três cais acostáveis: uma estrutura de avanço do cais do molhe Sul, com 308.25 m de comprimento e fundos de serviço a -8.5 ZHL; um cais perpendicular ao molhe Sul, com 184.24 m de extensão e fundos de serviço a -8.50 ZHL; e um cais com 55.16 m, ortogonal ao anterior, com fundos de serviço a -5.00 ZHL, Figura 19.

No âmbito da empreitada será também construída uma plataforma em aterro para aumento da área de apoio aos novos cais de acostagem.

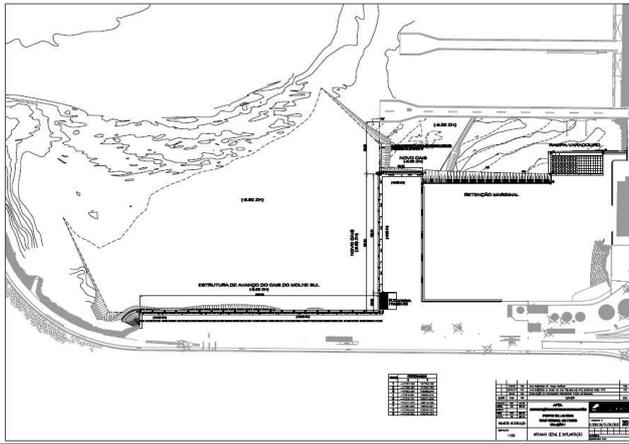


Figura 19. Novo Terminal Multiusos (adaptado de Consulmar).

A elaboração do Plano de Acompanhamento Ambiental versando os descritores ambientais Água, Sedimentos, e Ruído, definiu cronologicamente todas as tarefas de monitorização a efectuar antes, durante e após a obra, dando cumprimento a todas as exigências impostas.

#### 2.3.1. Qualidade da água

A monitorização da qualidade da água no Porto de Leixões teve início em Março de 2007 com a campanha de caracterização da situação prévia à obra.

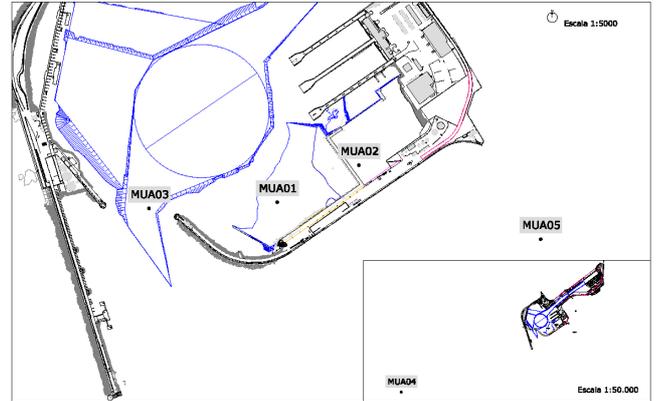


Figura 20. Estações de amostragem para a caracterização da água.

Pelas suas características, esta empreitada não esteve sujeita a uma frequência de amostragem mensal, tendo sido definidas apenas duas campanhas durante a obra.

As amostras de água foram recolhidas em 5 locais, 3 dos quais no interior da bacia portuária e 2 fora da área de influência do Porto (ponto de controlo - MUA05; vazadouro - MUA04), Figura 20.

Os parâmetros analisados foram os mesmos da empreitada anteriormente descrita.

#### 2.3.2. Qualidade dos sedimentos

Dando cumprimento às exigências ambientais impostas, e uma vez que no âmbito do Estudo de Impacte Ambiental havia sido realizada uma campanha de amostragem de sedimentos na zona a dragar, foi definido que apenas seria necessário efectuar uma campanha um mês após o término da obra, e sempre antes de qualquer dragagem de manutenção no período após a obra. Como tal ainda não foi efectuada qualquer amostragem de sedimentos.

#### 2.3.3. Ruído

No que se refere ao Ruído, foram definidas campanhas de monitorização nos mesmos moldes das anteriormente efectuadas no âmbito da empreitada já descrita, tendo sido feitos pequenos ajustes com vista à adaptação ao novo Regulamento Geral do Ruído, que entrou entretanto em vigor. Os pontos monitorizados foram os que se apresentam na Figura 21. Nesta empreitada foram também efectuadas duas campanhas por mês, em dois dias não consecutivos e sem conhecimento da autoridade portuária, com vista a assegurar a independência das medições.

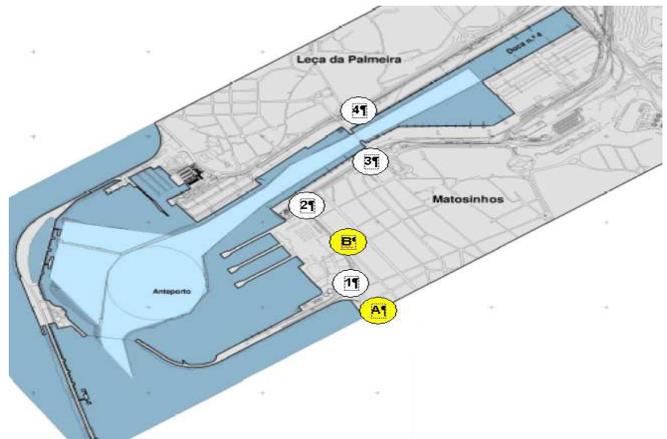


Figura 21. Localização de pontos de monitorização do ruído.

### 3. Conclusões

Embora o presente artigo se centre na descrição das actividades levadas a cabo no âmbito da monitorização ambiental, apresentam-se de seguida as principais conclusões obtidas para cada descritor ambiental no âmbito da primeira empreitada descrita.

Os resultados obtidos e a respectiva análise temporal revelaram não ter existido uma deterioração da qualidade da água em consequência da obra.

Os resultados obtidos revelaram valores compatíveis com a zona portuária em causa.

A monitorização não revelou, excepto em alguns casos pontuais, um agravamento dos níveis habituais existentes.

Ao nível do vector ambiental ruído observou-se que, não obstante estar-se em presença de fontes de ruído elevado, os impactes decorrentes da empreitada foram minimizados, tendo praticamente sido nulos os efeitos nos receptores sensíveis mais próximos.

A caracterização biótica decorreu no local de deposição de material dragado. Esse local é utilizado há décadas para o mesmo fim, e como tal, não se prevêem diferenças significativas entre a fase anterior e posterior à obra.

### Referências

- IHRH, 2006/2007. Relatórios Mensais de Acompanhamento e Monitorização Ambiental, Empreitada de Estabelecimento da Bacia de Rotação e do Canal de Acesso à Doca n.º 4, Porto, Portugal.
- IHRH, 2007. Relatórios Trimestrais de Monitorização Ambiental, Empreitada de Construção do Novo Terminal Multiusos no Porto de Leixões, Porto, Portugal.