



Monitorização ambiental  
associada ao funcionamento do  
emissário submarino  
de S. Jacinto



Região Costeira  
Ria de Aveiro  
Efluente



Relatório de Progresso - 2º Semestre

Janeiro 2002





Monitorização ambiental  
associada ao funcionamento do  
emissário submarino  
de S. Jacinto



Região Costeira  
Posicionamento



Relatório de Progresso - 2º Semestre

Janeiro 2002





**SIMRIA** - Saneamento Integrado dos Municípios da Ria, S. A.



INSTITUTO  
SUPERIOR  
TÉCNICO

INSTITUTO HIDROGRÁFICO  
DIRECÇÃO TÉCNICA  
DIVISÃO DE OCEANOGRAFIA  
PROJECTO OC 4201/01  
OBRA OC42010044OC  
REL.TP OC-25-01

MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL  
DO EMISSÁRIO SUBMARINO DE AVEIRO  
CAMPANHA HIDROBIOLÓGICA E  
SEDIMENTOLÓGICA  
JUN 2001

OUT 2001

INSTITUTO HIDROGRÁFICO

DIRECÇÃO TÉCNICA

LISTA DE DISTRIBUIÇÃO

EXEMPLAR N.º	DISTRIBUIÇÃO INTERNA	DISTRIBUIÇÃO EXTERNA
1		SIMRIA
2		UA
3		INETI
4		IST
5	DD/DT/DG	

EXEMPLAR N.º \_\_\_\_\_



## FOLHA DE DIFUSÃO

CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA DO RELATÓRIO <b>NÃO CLASSIFICADO</b>		RESTRICÇÕES	
ENTIDADE QUE ATRIBUI A CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA <b>DIRECTOR-GERAL</b>		DISTRIBUIÇÃO/DISPONIBILIDADE DO RELATÓRIO <b>SIMRIA UA INETI IST</b>	
PREVISÃO DE DESCLASSIFICAÇÃO	DESCLASSIFICAÇÃO	DT-OC/QP/DD	
NOME DA ENTIDADE EXECUTANTE <b>DIVISÃO DE OCEANOGRAFIA</b>		NOME DA ENTIDADE FISCALIZADORA <b>DIRECÇÃO TÉCNICA</b>	
MORADA <b>R. das Trinas, 49 . 1296 - 093 Lisboa</b>		MORADA <b>R. das Trinas, 49. 1296 - 093 Lisboa</b>	
TÍTULO DO RELATÓRIO <b>Monitorização Ambiental do Emissário Submarino de Aveiro Campanha Hidrobiológica e Sedimentológica – Junho de 2001</b>			
AUTOR(ES) <b>INSTITUTO HIDROGRÁFICO</b>			
TIPO DE RELATÓRIO <b>Técnico Preliminar</b>	PERÍODO <b>26-28 Junho 2001</b>	DATA DO RELATÓRIO <b>3 Outubro 2001</b>	N.º DE PÁGINAS <b>51</b>
NOTAS (continuar no verso se necessário) <b>Projecto OC 4201/01. Obra OC42010044OC. REL TP OC-25-01.</b>			
RESUMO (continuar no verso se necessário) <p>Descreve-se o apoio de posicionamento com GPS Diferencial, a bordo do NRP “ANDRÓMEDA” no período de 25 a 28 de Junho de 2001, durante a recolha de amostras de água, plâncton e sedimentos junto ao emissário submarino de S. Jacinto-Aveiro, por equipas do INETI e da UA.</p> <p>Este trabalho insere-se no âmbito das campanhas trimestrais de amostragem do programa de monitorização ambiental do emissário submarino de Aveiro, e refere-se à campanha hidrobiológica e sedimentológica de Junho de 2001.</p>			
DISTRIBUIÇÃO/DISPONIBILIDADE DO RESUMO <b>Direcção Técnica/Direcção de Documentação</b>		CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA DO RESUMO <b>NÃO CLASSIFICADO</b>	
RESPONSÁVEL <b>Direcção Técnica/Divisão de Oceanografia</b>		TELEFONE <b>213 914 000</b>	
EDITOR <b>INSTITUTO HIDROGRÁFICO</b>		DESCRITORES <b>Amostras de água, plâncton, sedimentos e perfis CTD.</b>	
DATA DE EDIÇÃO <b>Outubro de 2001</b>			

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. APOIO HORIZONTAL .....	1
2.1. - Origem geodésica .....	1
2.2. - Elipsóide .....	2
2.3. - Sistema de projecção .....	2
2.4. – Sistema de coordenadas .....	2
3. EXECUÇÃO DO TRABALHO .....	2
3.1. Campanha hidrobiológica .....	2
3.2. Campanha sedimentológica .....	2
4. PROCESSAMENTO DOS DADOS HIDROGRÁFICOS DE POSICIONAMENTO .....	3
5. MARÉS .....	3
5.1. – Processamento .....	3
5.2. - Análise dos dados .....	3
6 - METEOROLOGIA E ESTADO DO MAR .....	4
7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	5

## RELAÇÃO DE ANEXOS

- A - ORDEM DE EXECUÇÃO E INSTRUÇÕES TÉCNICAS
- B - COORDENADAS E PRANCHETA DAS ESTAÇÕES HIDROBIOLÓGICAS PLANEADAS
- C – GRÁFICOS COM OS PARÂMETROS OBTIDOS COM O CTD
- D - COORDENADAS E PRANCHETA DAS ESTAÇÕES SEDIMENTOLÓGICAS PLANEADAS
- E - COORDENADAS DAS POSIÇÕES OCUPADAS
- F - DADOS DE MARÉ
- G - MEIOS UTILIZADOS
- H - RELAÇÃO DO PESSOAL QUE PARTICIPOU NO TRABALHO

INSTITUTO HIDROGRÁFICO  
DIRECÇÃO TÉCNICA  
DIVISÃO DE OCEANOGRAFIA  
PROJECTO OC 4201/00  
OBRA OC42010044OC  
REL.TP OC-36-00

MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL  
DO EMISSÁRIO SUBMARINO DE AVEIRO  
CAMPANHA HIDROBIOLÓGICA E SEDIMENTOLÓGICA  
JUN 2001

## 1 - INTRODUÇÃO

A SIMRIA S.A., empresa responsável pelo saneamento dos Municípios da Ria de Aveiro, solicitou em 1998 ao Instituto Hidrográfico (IH) a apresentação, em colaboração com o Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial (INETI), Instituto Superior Técnico (IST), Instituto de Investigação das Pescas e do Mar (IPIMAR) e a Universidade de Aveiro (UA), de uma proposta para a monitorização ambiental do emissário submarino de São Jacinto, em Aveiro. O protocolo assinado entre a SIMRIA e as entidades referidas, previa a realização, durante o período de um ano, entre 2000 e 2001, de campanhas sedimentológicas e hidrobiológicas, sendo estas últimas divididas em campanhas sazonais.

O objectivo central deste plano de monitorização consiste em acompanhar o início de funcionamento do emissário submarino de Aveiro, verificando se se detecta uma melhoria nas condições ambientais no interior da Ria e se existe a tendência para uma diminuição da qualidade ambiental na região costeira. Caso exista, será então importante verificar quais os actuais usos da região costeira que poderão ser prejudicados pelo sistema e qual o grau de afectação verificado.

Assim, foram elaboradas Instruções Técnicas (Anexo A) para a realização da terceira campanha hidrobiológica e segunda sedimentológica, efectuada no período de 26 a 28 de Junho de 2001, com a colaboração do INETI e UA, com o objectivo de efectuar a caracterização de descritores do meio receptor.

Nos capítulos que se seguem, é apresentada a campanha nas suas diversas vertentes, nomeadamente no que se refere a preparativos, execução e apresentação de resultados.

## 2 - APOIO HORIZONTAL

### 2.1. - Origem geodésica

Δ Castelo de S. Jorge.

## **2.2. - Elipsóide**

Hayford (Internacional).

## **2.3. - Sistema de projecção**

Gauss.

## **2.4. - Sistema de coordenadas**

Militares.

# **3 – EXECUÇÃO DO TRABALHO**

Para a execução do trabalho foi utilizado o NRP “ANDRÓMEDA”.

## **3.1. - Campanha hidrobiológica**

A campanha hidrobiológica, realizada no dia 26 de Junho de 2001, foi constituída por 9 (nove) estações de amostragem planeadas, 8 mais 1 de referência (Anexo B), tendo sido todas executadas.

Foram amostradas na sequência apresentada, as estações A8, Ref, A3, A2, A1, A4, A5, A6, A7 e novamente a estação A8, dado que esta última foi efectuada em duas fases diferentes de maré.

Em todas as estações foram realizados dois perfis com o CTD (Anexo C) e efectuadas colheitas de água a dois níveis (superfície e fundo) com a Rosette acoplada ao CTD, excepto na estação A8 em que as colheitas de água apenas foram efectuadas à superfície e sem o sistema CTD e Rosette. Os dois perfis realizados em cada estação, apesar de terem sido realizados a uma distancia espacial média de poucas dezenas de metros e temporal média de cerca de 15 minutos, apresentam algumas diferenças principalmente no gráfico da salinidade, que se devem em grande parte à escala utilizada, mas que revelam uma relativa variabilidade.

As colheitas de plâncton foram realizadas, em todas as estações excepto na A8, por arrasto na diagonal a baixa velocidade.

## **3.2. - Campanha sedimentológica**

A campanha sedimentológica, realizada nos dias 27 e 28 de Junho de 2001, foi constituída por 22 (vinte e duas) estações de amostragem planeadas (Anexo D), tendo sido todas executadas.

Foram recolhidas 130 amostras com uma draga “Smith McIntyre”, tendo as estações sido amostradas na seguinte sequência, S21, S20, S18, S17, S16, S13, S19, S12, S6, S7, S8, S9, S3, S2, S1, S10, S4, S5, S11, S15, S22 e S14.

No que se refere ao sistema de posicionamento, o sinal das correcções diferenciais foi recebido em boas condições, pelo que as posições foram determinadas com o sistema GPS em módulo diferencial. A ocupação das estações realizou-se sempre de modo expedito, tendo o desvio máximo entre as estações planeadas e as posições ocupadas, exceptuando a estação A8 que se situa na barra, sido de 153 metros (Anexo E).

#### 4 – PROCESSAMENTO DOS DADOS HIDROGRÁFICOS DE POSICIONAMENTO

As coordenadas das posições ocupadas foram processadas e gravadas no sistema informático HIDROPOS. A profundidade foi medida com uma sonda de precisão (DESO 25).

#### 5 - MARÉS

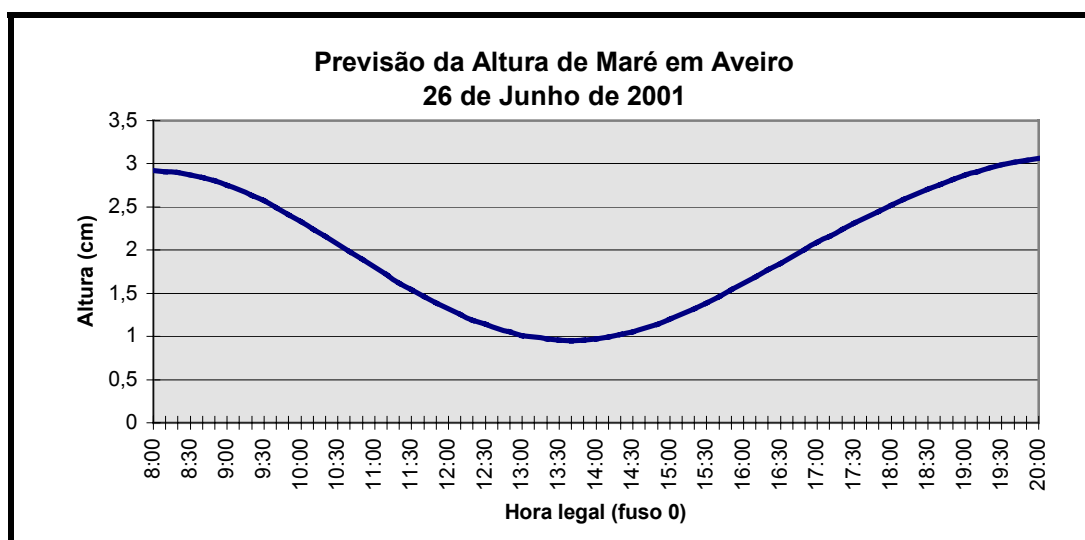
##### 5.1. - Processamento

Os dados de maré foram usados para construir um gráfico temporal de forma a representar a curva de maré.

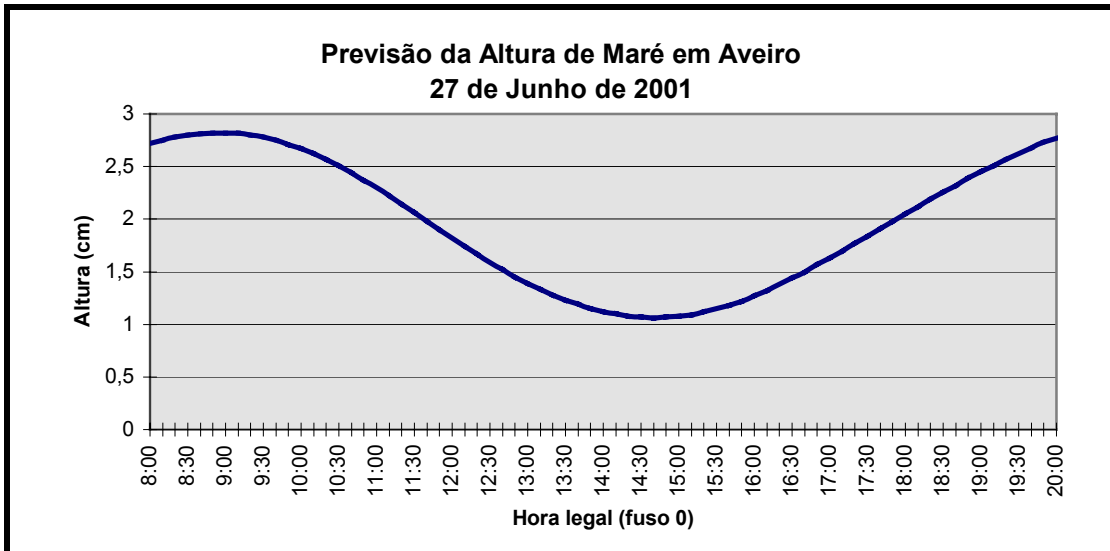
No Anexo F encontram-se os dados da maré prevista em Aveiro.

##### 5.2. - Análise dos dados

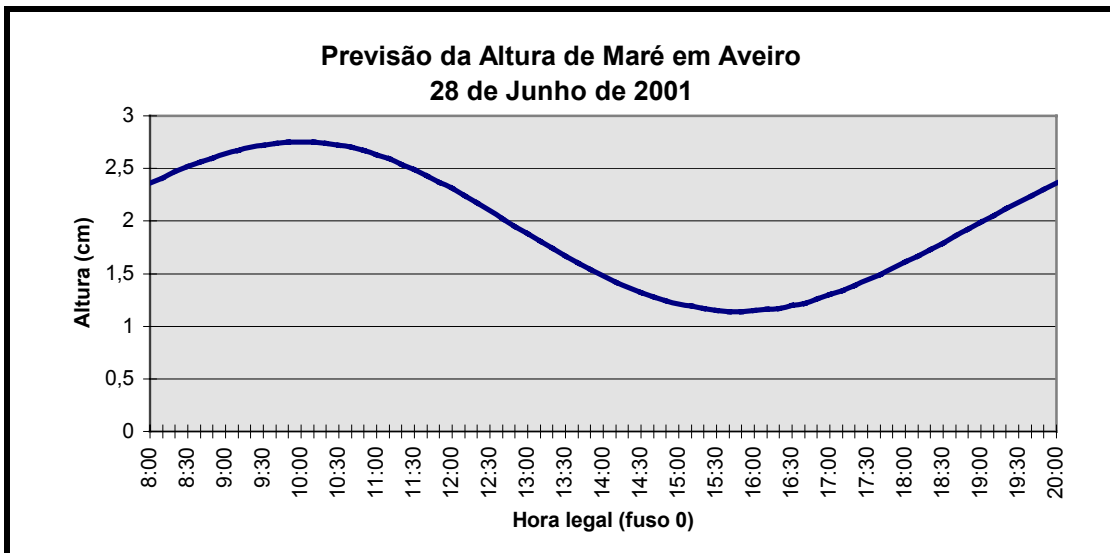
No dia 26 de Junho as amostras foram efectuadas desde o início da vazante até ao início da enchente, num período de maré com amplitude média.



No dia 27 de Junho as amostras foram efectuadas desde o estófo da preia-mar até meio da enchente, num período de marés mortas.



No dia 28 de Junho as amostras foram efectuadas durante o estófo da preia-mar, num período de marés mortas.



## 6 – METEOROLOGIA E ESTADO DO MAR

No dia 26 de Junho o céu apresentou-se pouco nublado tendo o vento soprado fraco de NW. A ondulação foi de NW com cerca de 1,5 metros de altura.

No dia 27 de Junho o céu esteve muito nublado e o vento manteve-se fraco mas mudou de direcção, tendo soprado de SW. A ondulação foi de WNW com cerca de 1,5 metros de altura

No dia 28 de Junho, o céu apresentou-se pouco nublado, o vento caiu tendo passado a aragens de SE . A ondulação baixou para 1 metro de W.

## **7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Durante esta campanha, todos os objectivos delineados nas Instruções Técnicas foram atingidos.

Instituto Hidrográfico, em 3 de Outubro de 2001.

O Adj. do Chefe da Divisão de Oceanografia

Leonel Pereira Manteigas  
1TEN

Visto  
O Chefe da Divisão de Oceanografia

Carlos Ventura Soares  
CTEN EH

**ANEXO A**

**ORDEM DE EXECUÇÃO E INSTRUÇÕES TÉCNICAS**



S.



R.

## ORDEM DE EXECUÇÃO



MINISTÉRIO DA DEFESA NACIONAL  
MARINHA  
INSTITUTO HIDROGRÁFICO

De:  INSTITUTO HIDROGRÁFICO	Nº 29 / DT Proc. .... Data 18JUN2001 Classificação N/C Assunto: <b>MON. AMBIENTAL DO EMISSÁRIO SUB. DE S. JACINTO (AVEIRO)</b> <b>PROJECTO SIMRIA.</b> ∴ Referências : Despacho V/ALM/DG/IH de 98AGO03. ....	
Para: AGRUHIDROMAR	Conhecimento: No âmbito do Instituto Hidrográfico (OC), Comando Naval, Capitania do Porto de Aveiro e NRP “Andrómeda”.	
Instruções OC22/2001  Obra: OC4201/0044OC	Acções:  AGRUHIDROMAR – Providencia movimento meio naval atribuído a fim de executar as Instruções Técnicas OC22/2001. OC - Procede de acordo com as Instruções Técnicas OC22/2001. NV - Providencia no sentido de serem difundidos os adequados Avisos aos Navegantes.	Início: 25JUN  Duração: 5 dias.
Meios:  Do Agrupamento de Navios Hidrográficos: - Navio da Classe Andrómeda.  Do Instituto Hidrográfico: - Grupo técnico da Divisão de Oceanografia .		
Informação:  - O responsável pela execução da missão é o Comandante do navio. - O responsável técnico pela execução das operações na área do emissário de S.Jacinto é o 2TEN Brites Pinho.		
O DIRECTOR TÉCNICO		
Augusto Mourão Ezequiel CFR EH		

**INSTITUTO HIDROGRÁFICO  
DIRECÇÃO TÉCNICA  
DIVISÃO DE OCEANOGRAFIA**

**INSTRUÇÕES TÉCNICAS OC 22/2001**

**MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL  
DO EMISSÁRIO SUBMARINO DE S. JACINTO – AVEIRO**

**PROJECTO OC 4201/2001  
OBRA OC42010044OC**

**1. OBJECTIVOS**

No âmbito do projecto SIMRIA efectuar em colaboração com a Universidade de Aveiro (UA) colheita de amostras de sedimentos e plâncton, e em colaboração com o INETI-ITA colheita de amostras de água.

**2. INSTRUÇÕES**

**2.1 Área de trabalho**

As colheitas de amostras de sedimentos, água e plâncton, realizar-se-ão em posições a indicar pelos responsáveis da UA e do INETI na zona do emissário de S. Jacinto (Aveiro).

**2.2 Execução**

O trabalho será efectuado a bordo do NRP “ANDRÓMEDA”, equipado com um sistema de posicionamento DGPS, de 25 a 29 de Junho de 2001.

As colheitas de água serão efectuadas a duas profundidades ( superfície e profundidade com maior turbidez).

**2.3 Embarque de material**

O embarque do material será efectuado na BNL no dia 21 de Junho de 2001.

**3. PESSOAL PARTICIPANTE**

**3.1 Instituto Hidrográfico**

2TEN Pinho, CAB A Pépio, CAB CM Alves.

**3.2 INETI/ITA**

Dra Cristina Santos e 3 técnicos.

**3.3 UA**

Prof. Doutor Victor Quintino e 3 técnicos.

**4. MATERIAL ENVOLVIDO**

**4.1. INETI/ITA e UA**

Termómetros de inversão, garrafas hidrológicas Niskin de 5 litros, rede para colheita de plâncton WP2, bomba de vácuo e material diverso para armazenamento das amostras.

#### **4.2. Instituto Hidrográfico**

Sistema de posicionamento, CTD, draga “Smith McIntyre” e material diverso de manobra e de armazenamento de amostras.

#### **5. HORÁRIOS**

Os horários serão combinados com o Comandante do navio.

#### **6. RELATÓRIOS**

Será apresentado um relatório técnico preliminar de trabalho que terá a designação de REL TP OC-25-01.

#### **7. NORMAS TÉCNICAS**

Nos aspectos não previstos nas presentes Instruções Técnicas, actuar-se-á de acordo com as Normas Técnicas nº 1 (NTLH-01-95), 6 (NTLH-06-96) e a NP DD/01/88.

O Chefe da Divisão de Oceanografia

Emanuel Ferreira Coelho  
CFR EH

**ANEXO B**

**COORDENADAS E PRANCHETA DAS ESTAÇÕES HIDROBIOLÓGICAS PLANEADAS**



## DIVISÃO DE HIDROGRAFIA

**RELAÇÃO DE COORDENADAS RECTANGULARES, GEOGRÁFICAS E COTAS**  
**Campanha Hidrobiológica**

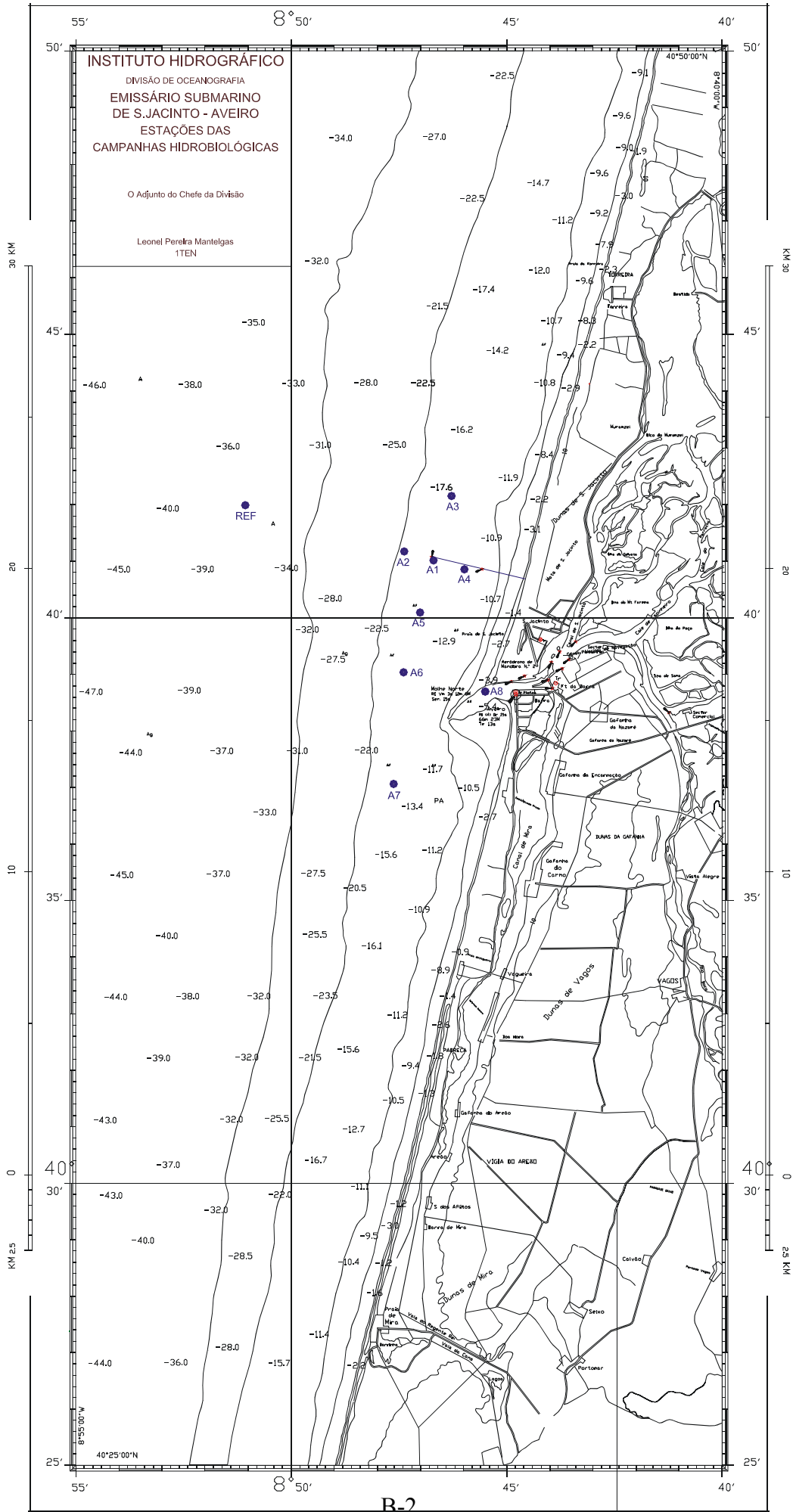
Coordenadas Rectangulares: Datum Europeu (ED50) Local S. Jacinto - Aveiro  
Militares   
Hayford-Gauss   
U. T. M.  (Meridiano Central [Fuso \_\_\_\_\_ ])  
Outras \_\_\_\_\_

PONTO	COORDENADAS RECTANGULARES		COORDENADAS GEOGRÁFICAS		PRECISÃO PLANIM. RELATIVA	ALTURAS (NM <input type="checkbox"/> ZH <input type="checkbox"/> )
	X	Y	$\varphi$ (N <input checked="" type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> )	$\lambda$ (E <input type="checkbox"/> W <input checked="" type="checkbox"/> )		
1	145350	412800	40° 40' 56.2	008° 46' 46.4		
2	144400	413100	40° 41' 05.7	008° 47' 26.9		
3	145950	414900	40° 42' 04.4	008° 46' 21.5		
4	146350	412500	40° 40' 46.7	008° 46' 03.7		
5	144900	411100	40° 40' 01.0	008° 47' 05.0		
6	144350	409150	40° 38' 57.7	008° 47' 27.8		
7	144000	405500	40° 36' 59.3	008° 47' 41.5		
8	147000	408500	40° 38' 37.2	008° 45' 34.8		
REF	139250	414650	40° 41' 54.7	008° 51' 06.7		

O COMPILADOR \_\_\_\_\_

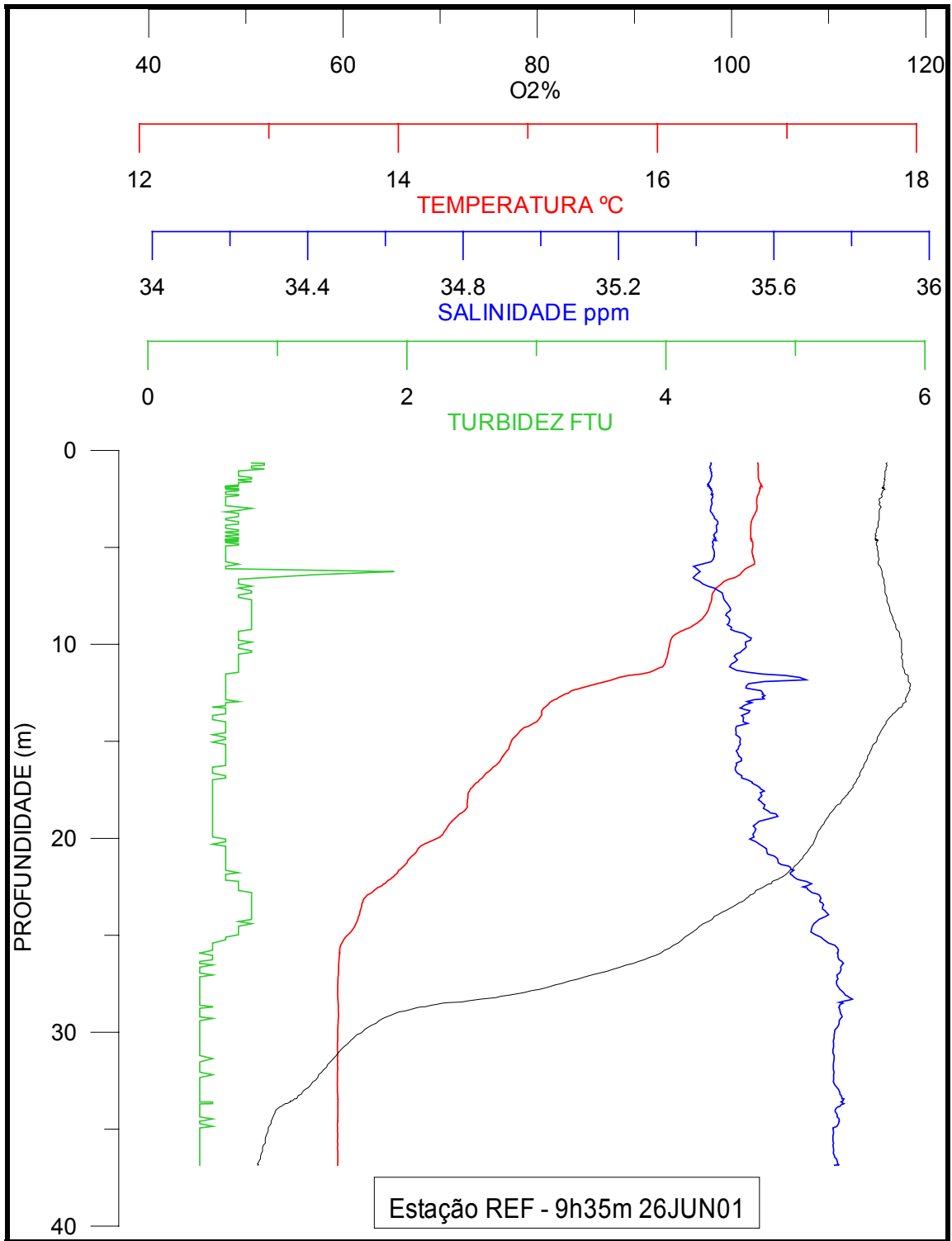
O VERIFICADOR \_\_\_\_\_

DATA \_\_\_\_\_

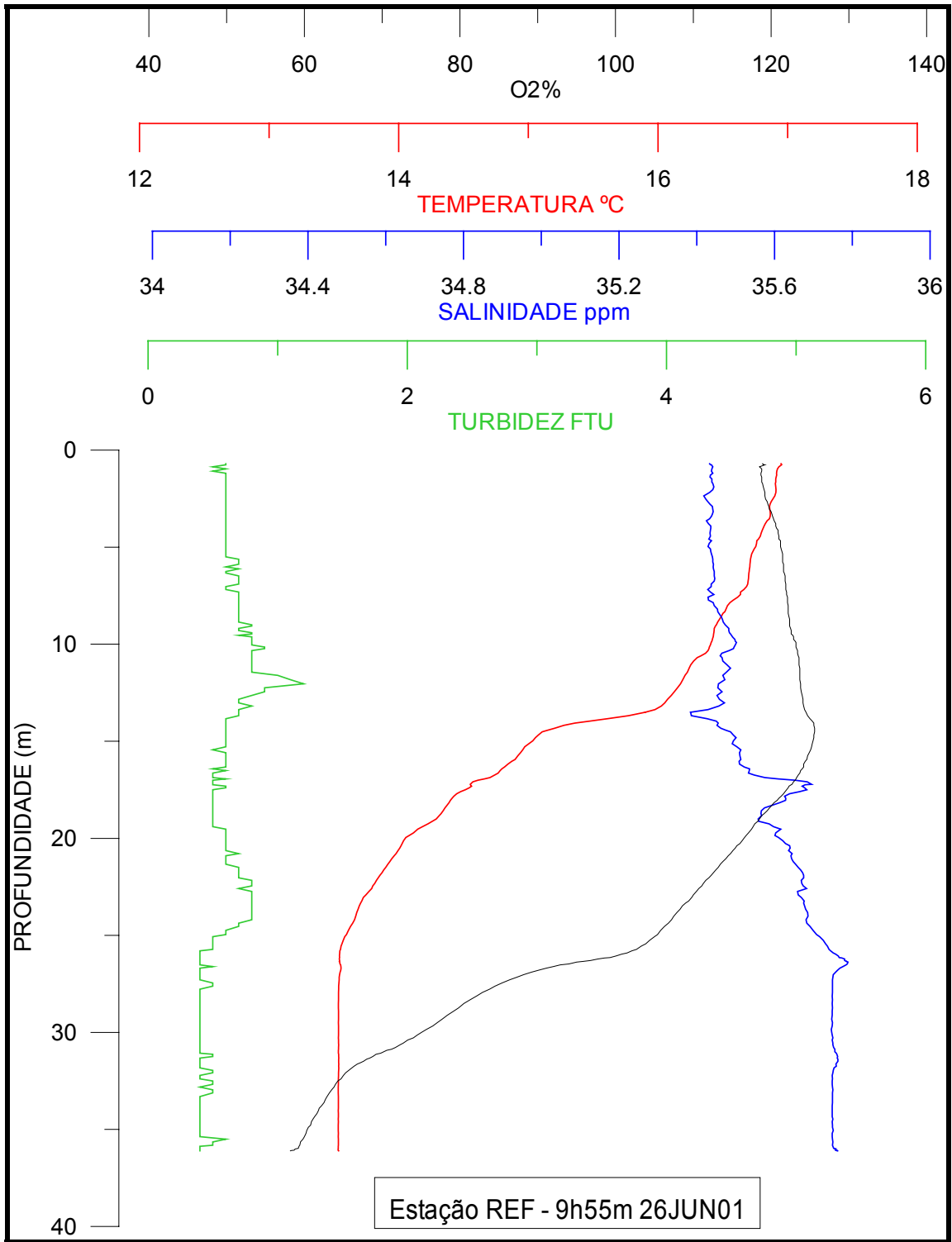


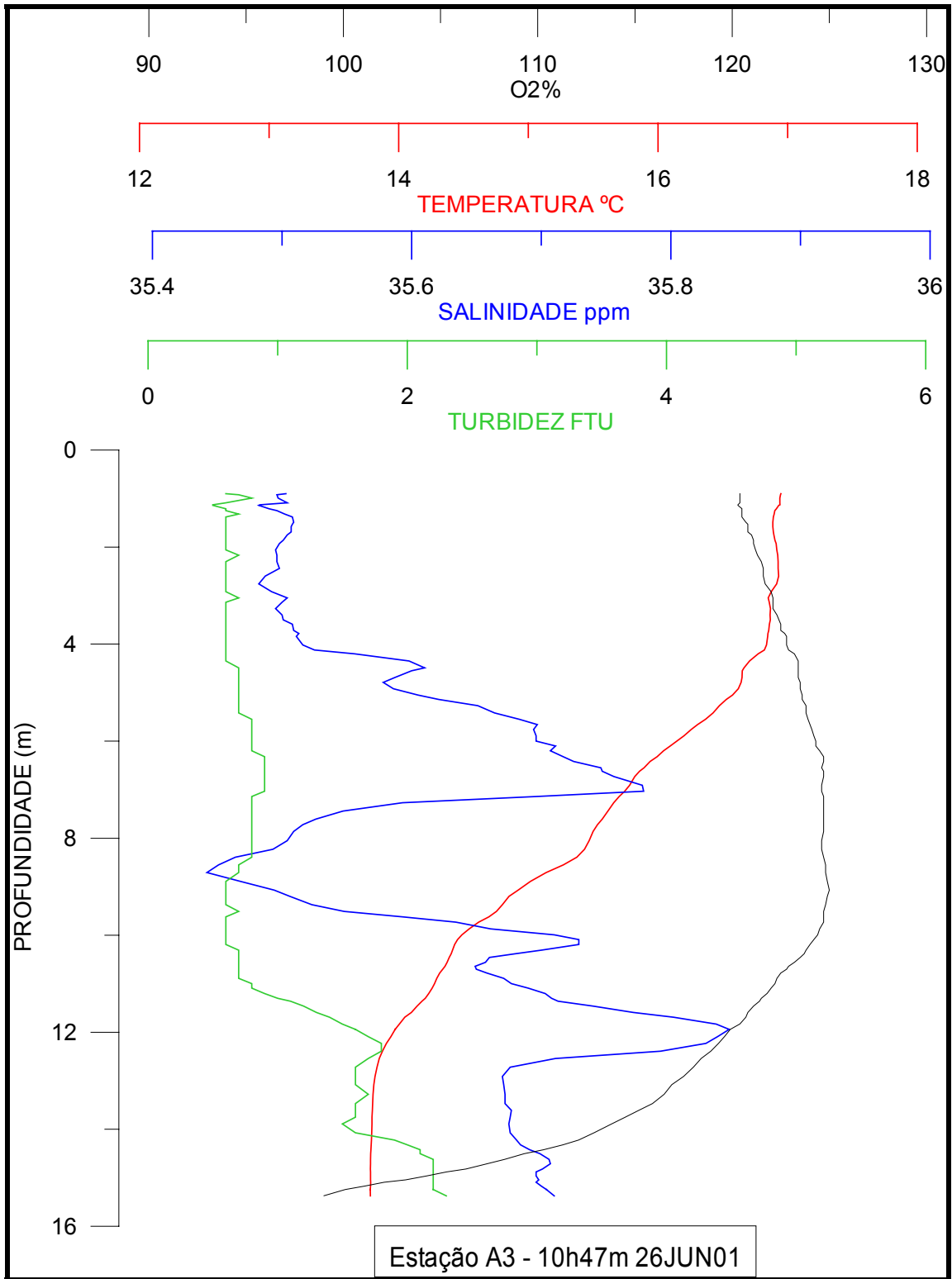
**ANEXO C**

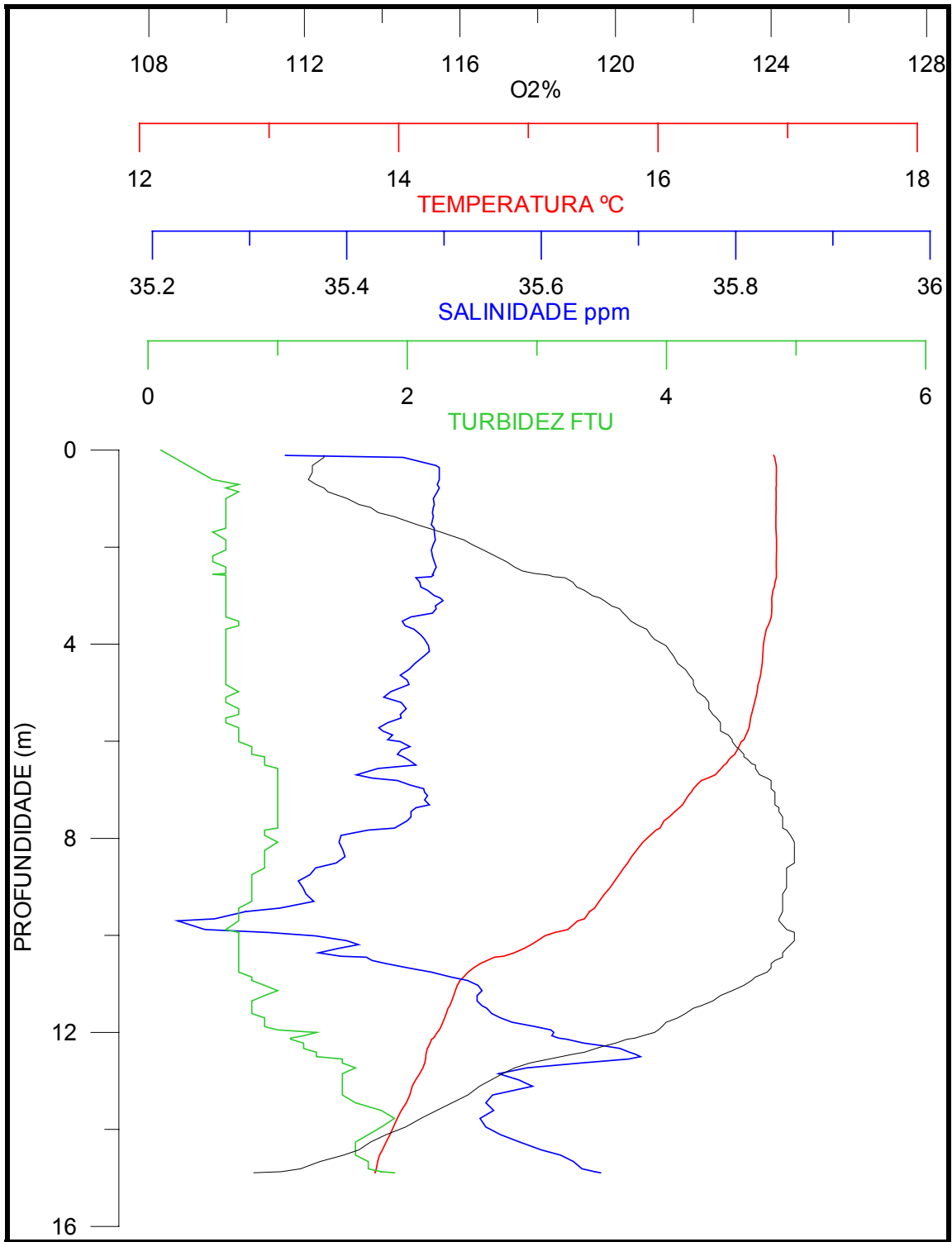
**GRÁFICOS COM OS PARÂMETROS OBTIDOS COM O CTD**

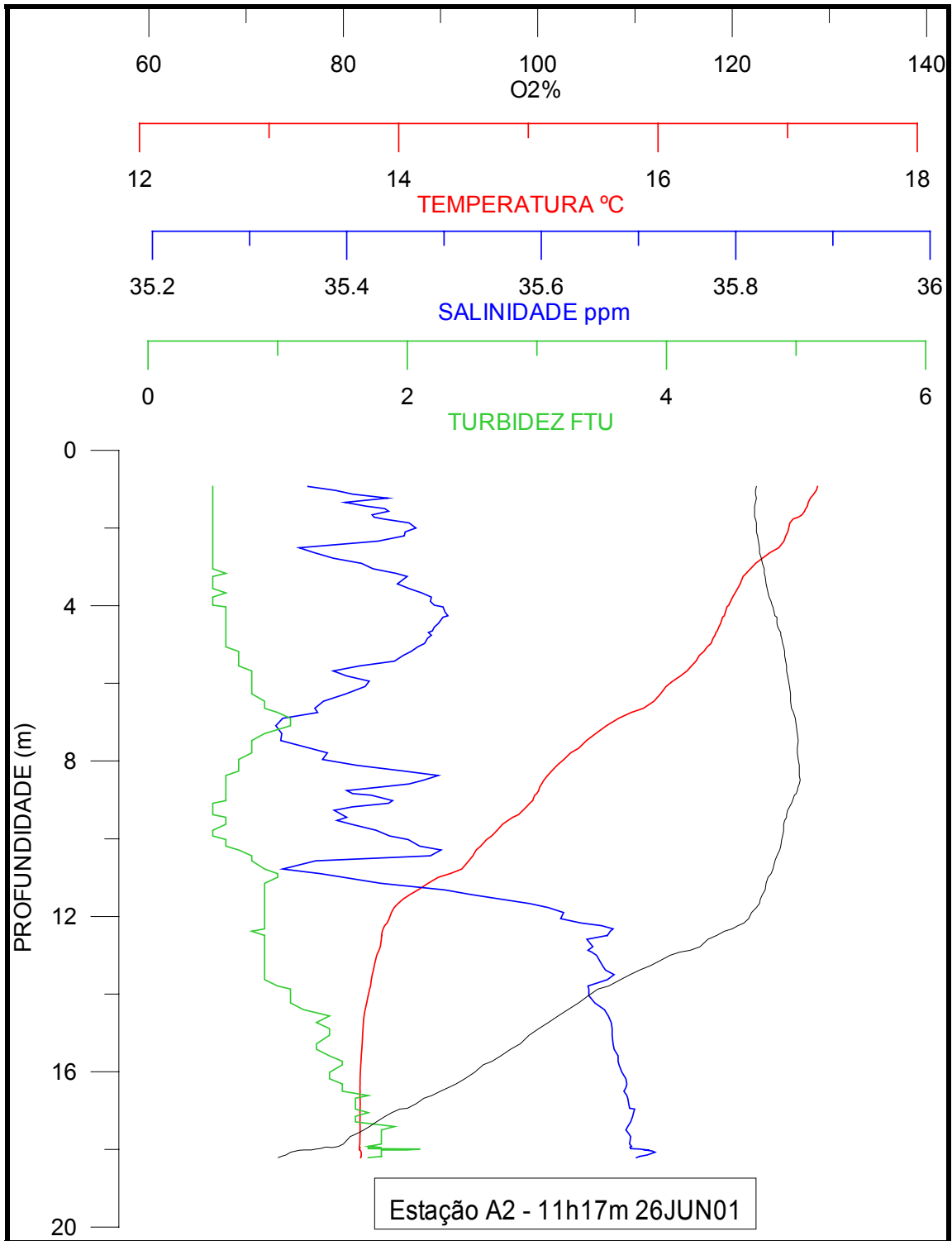


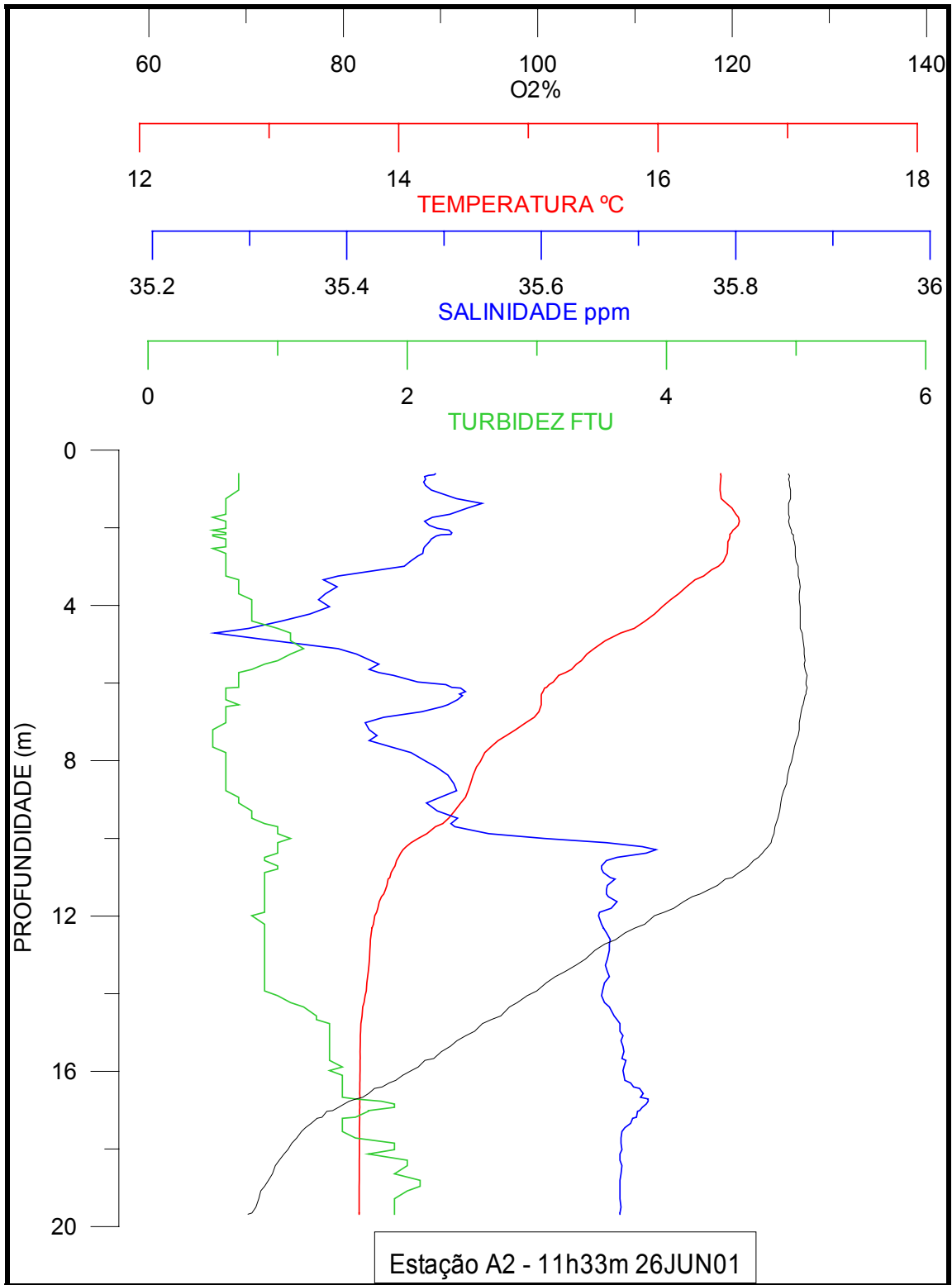


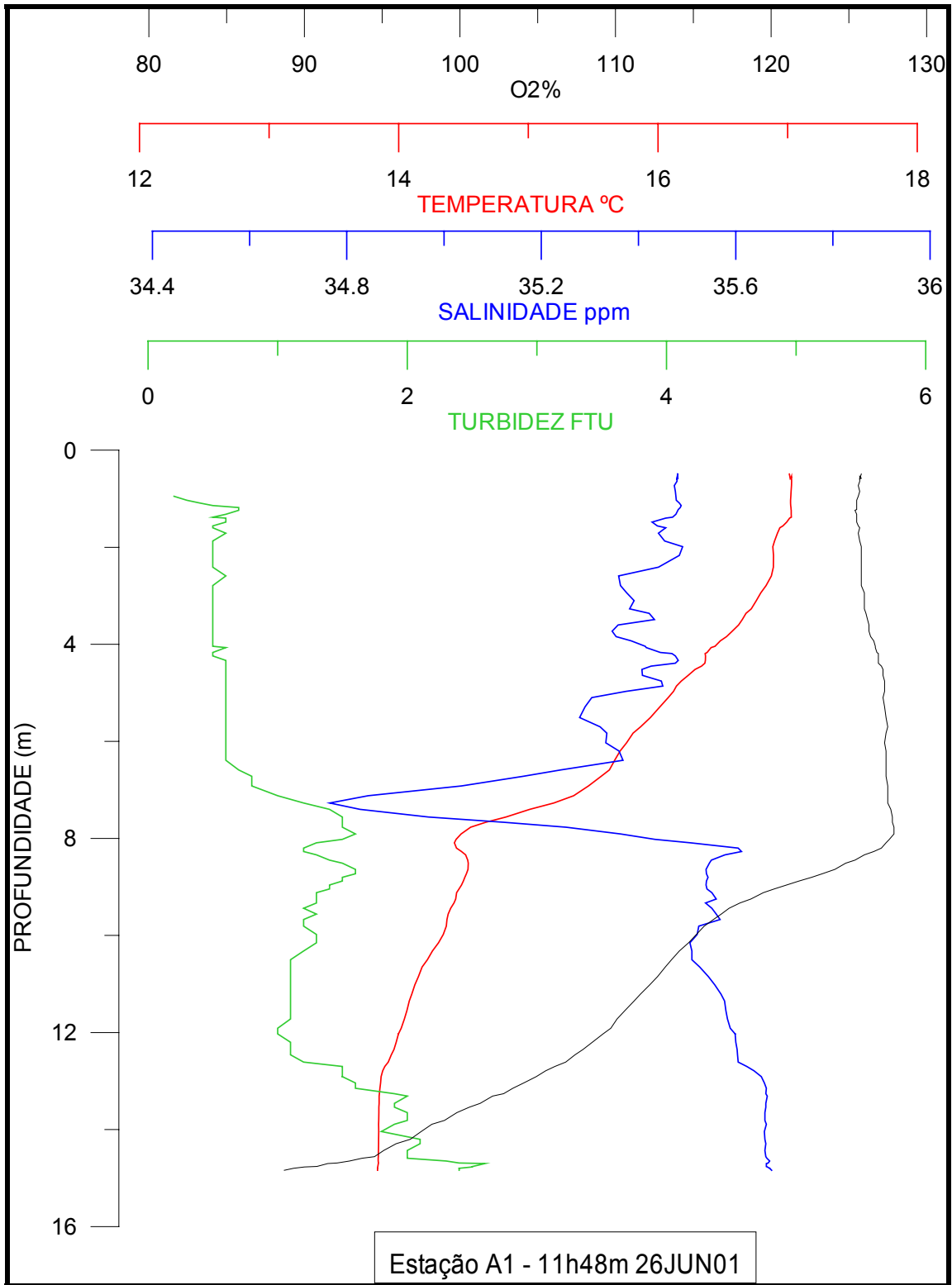


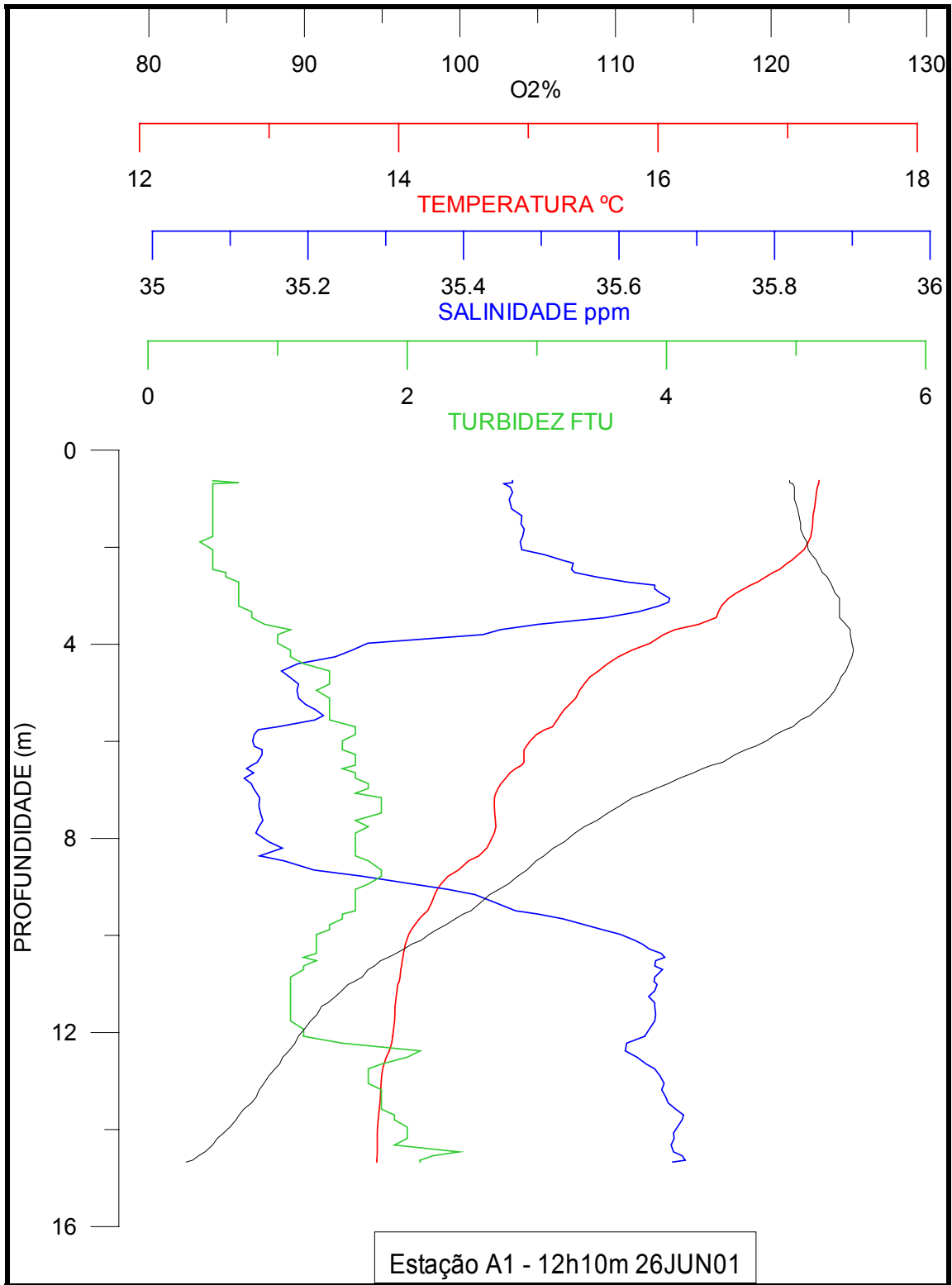


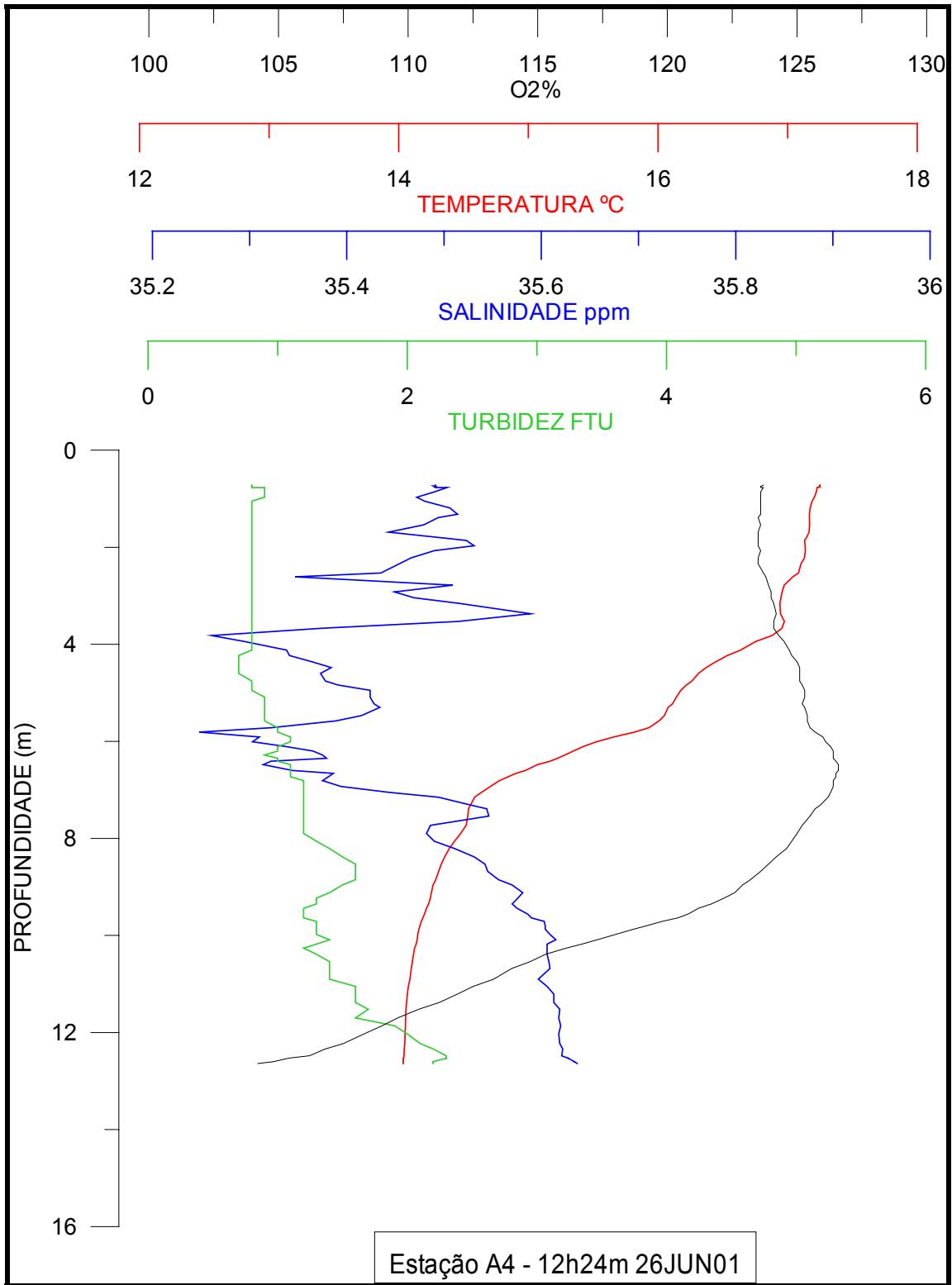




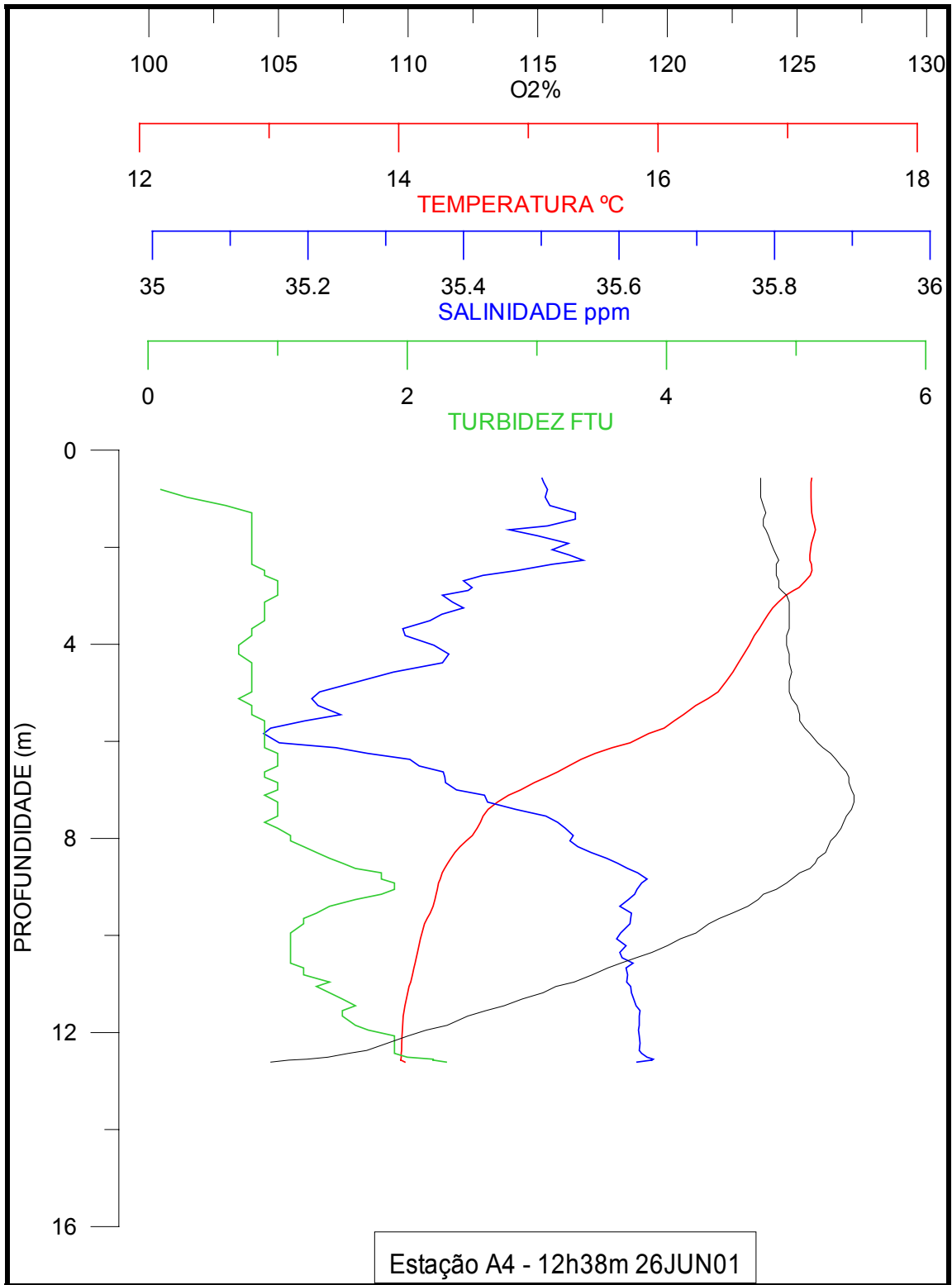


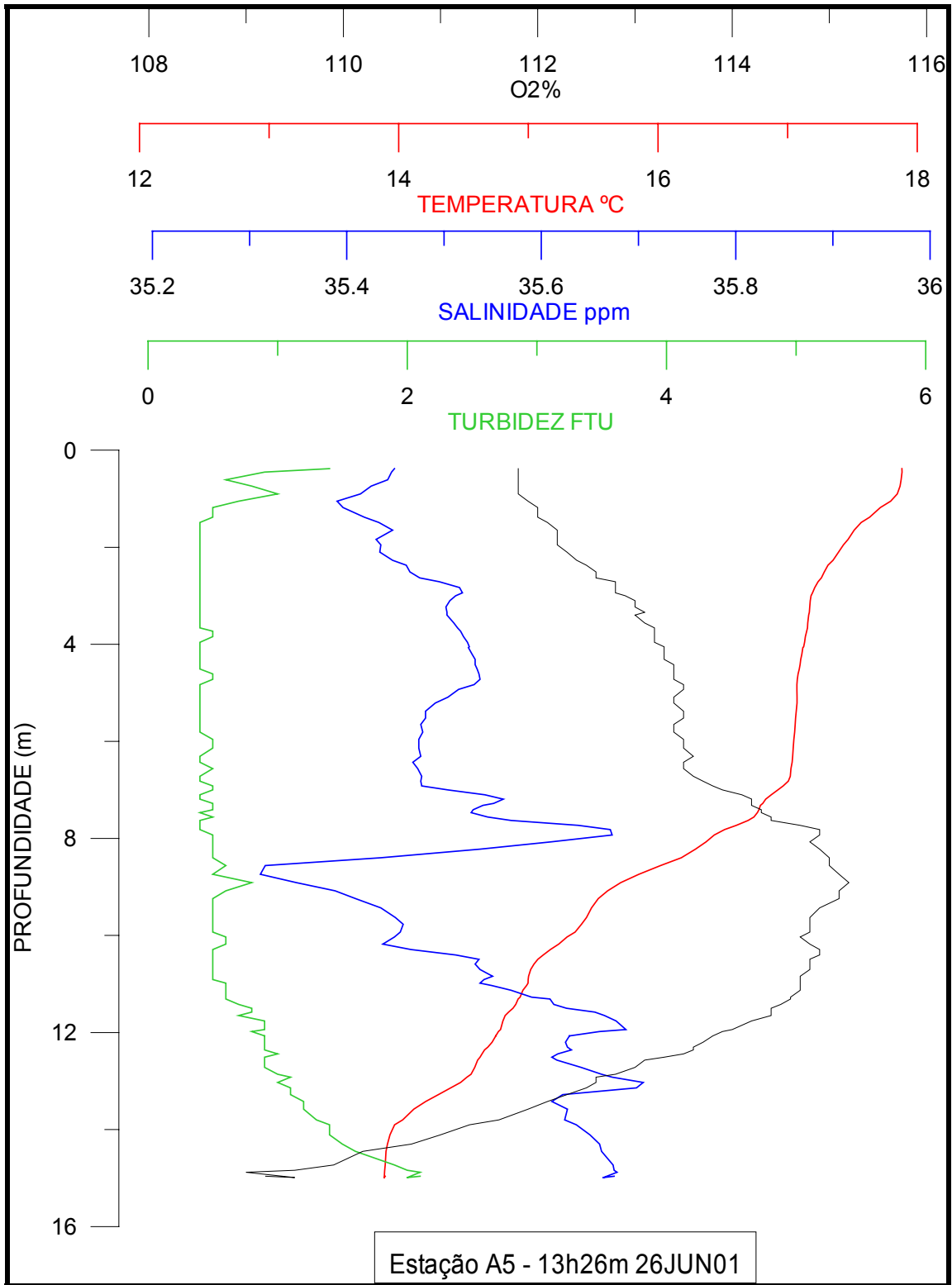


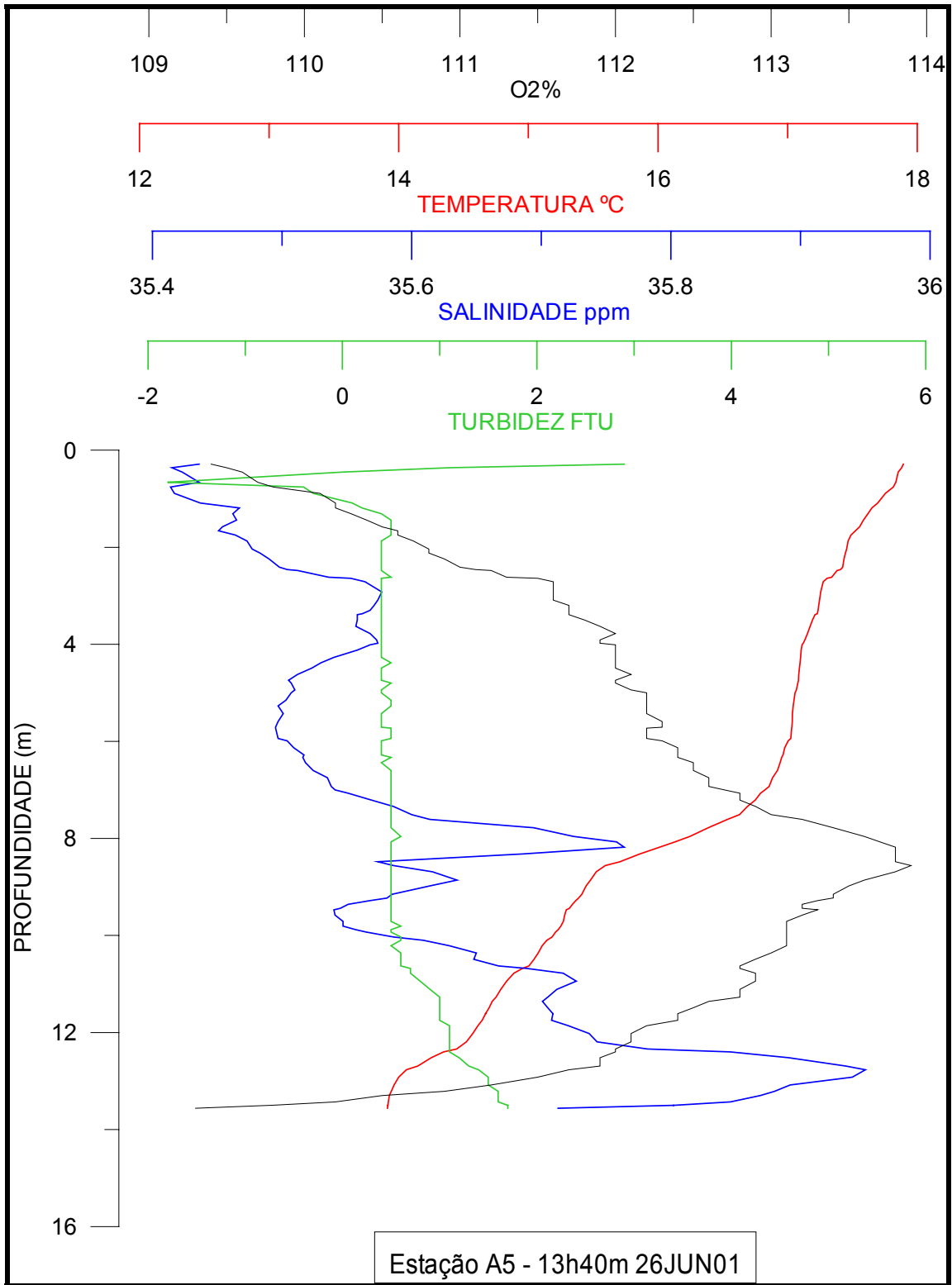


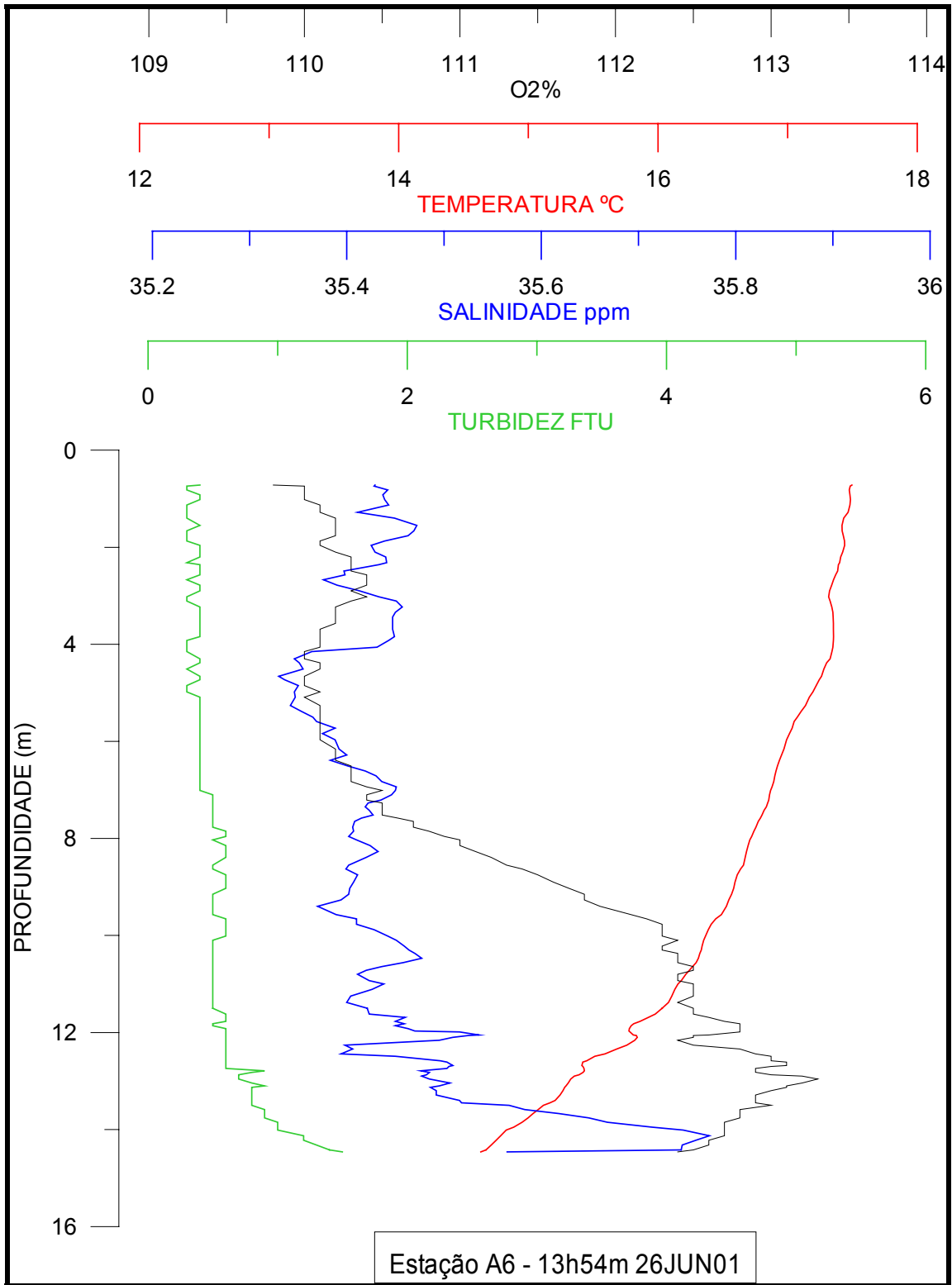


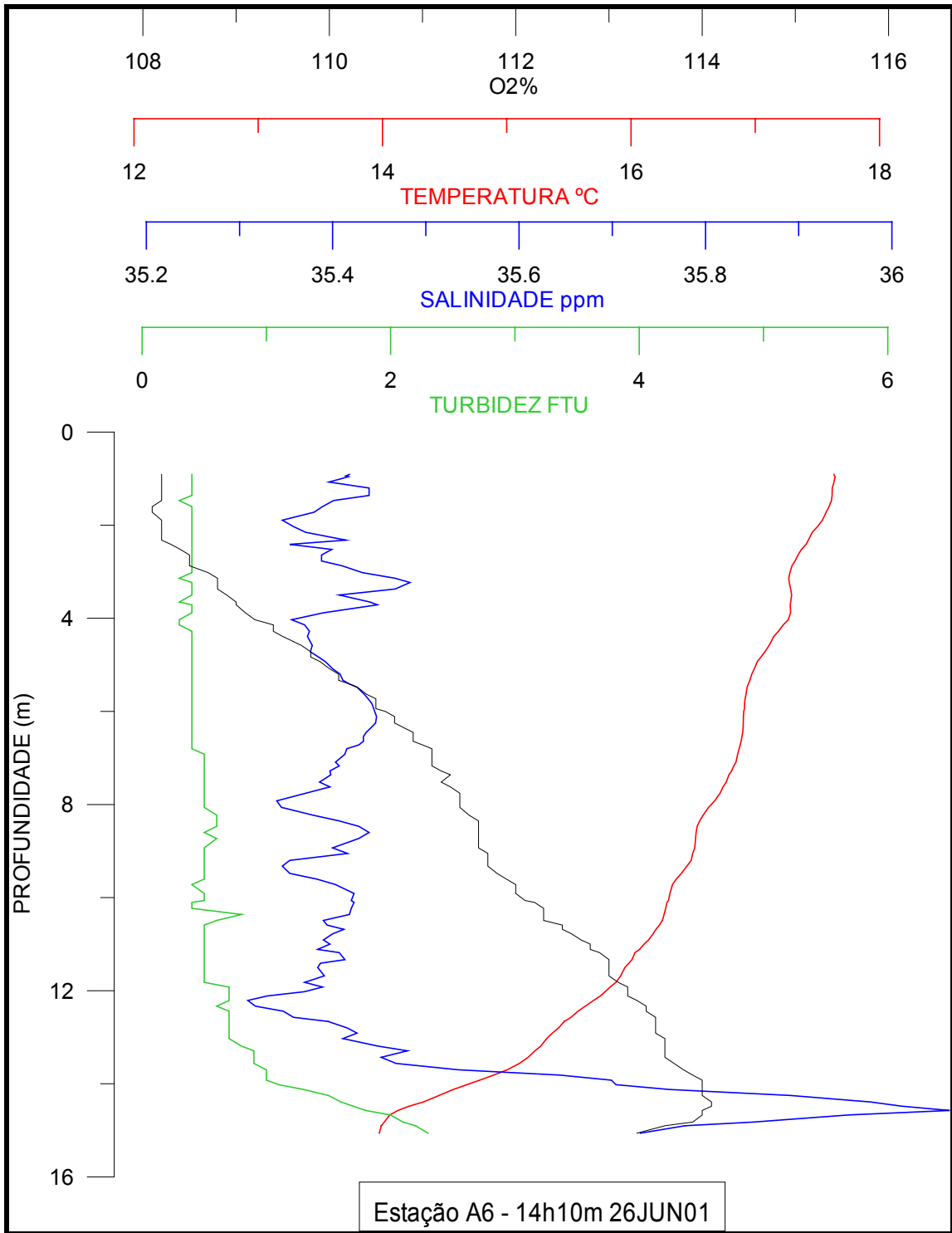


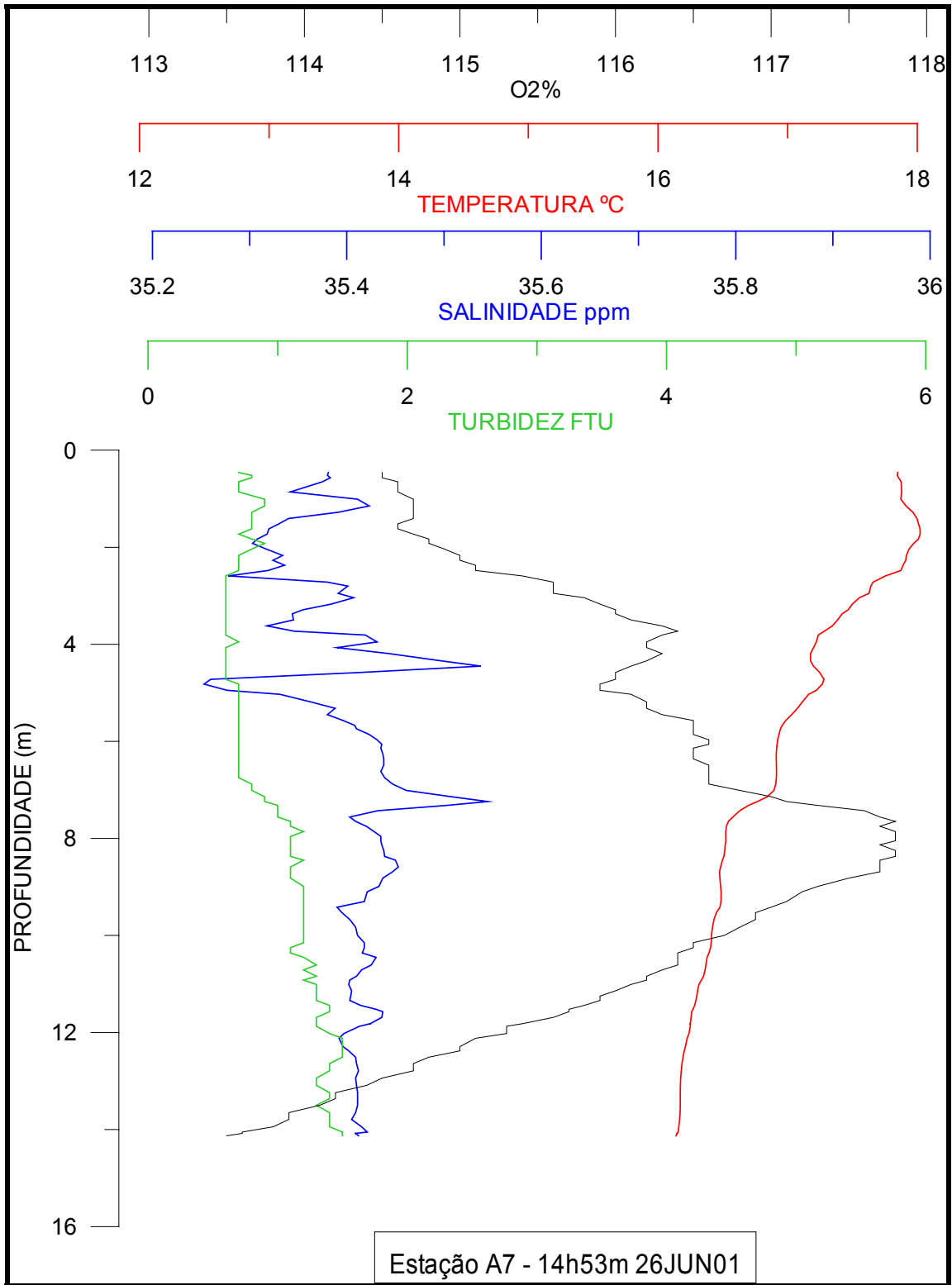


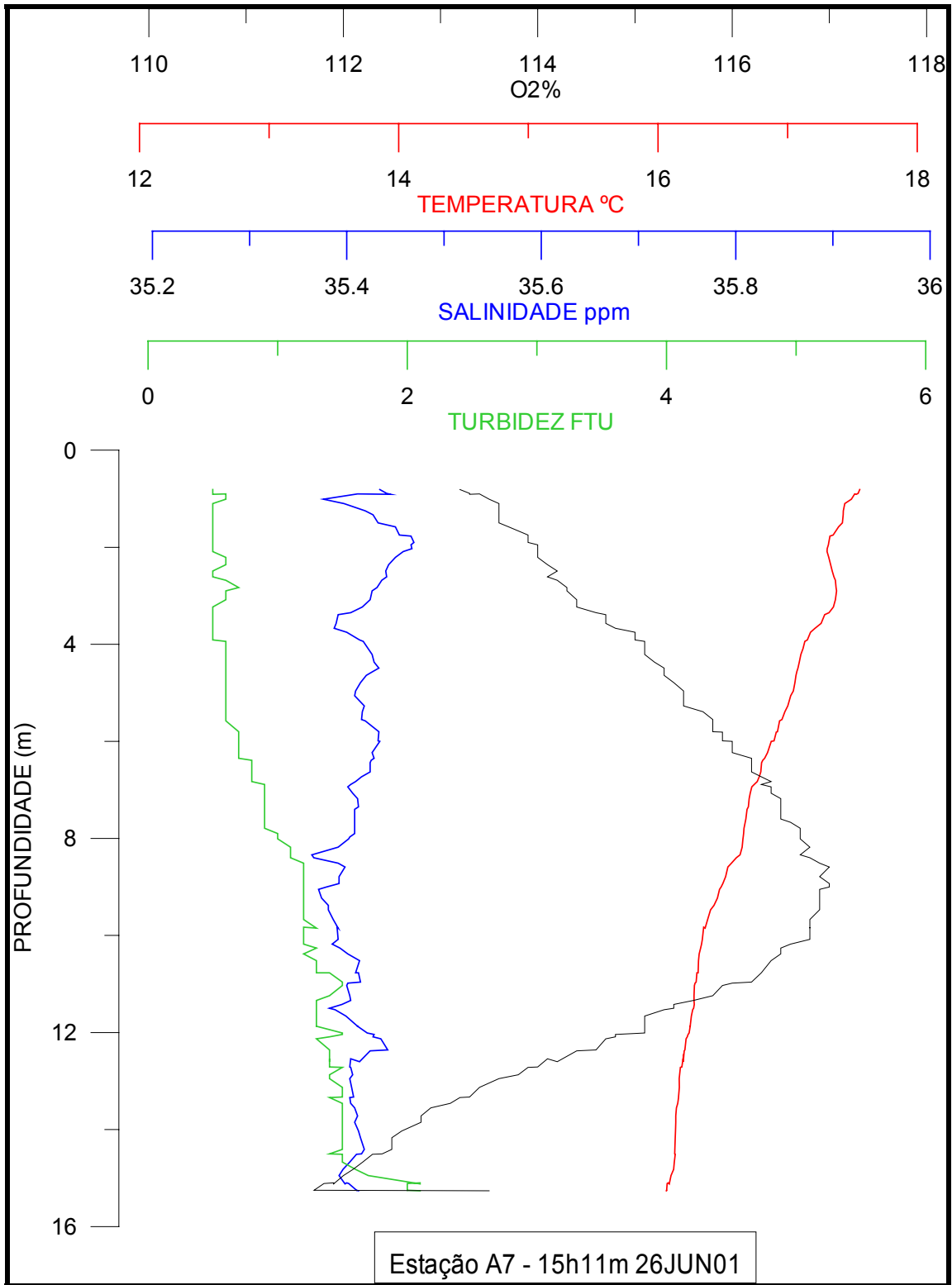












ESTAÇÃO	A8	DATA/HORA	26-Jun-01 1530
SALINIDADE	SUPERFICIE	34,422	

**ANEXO D**

**COORDENADAS E PRANCHETA DAS ESTAÇÕES SEDIMENTOLÓGICAS**

**PLANEADAS**





DIVISÃO DE HIDROGRAFIA

**RELAÇÃO DE COORDENADAS RECTANGULARES, GEOGRÁFICAS E COTAS**  
**Campanha Sedimentológica**

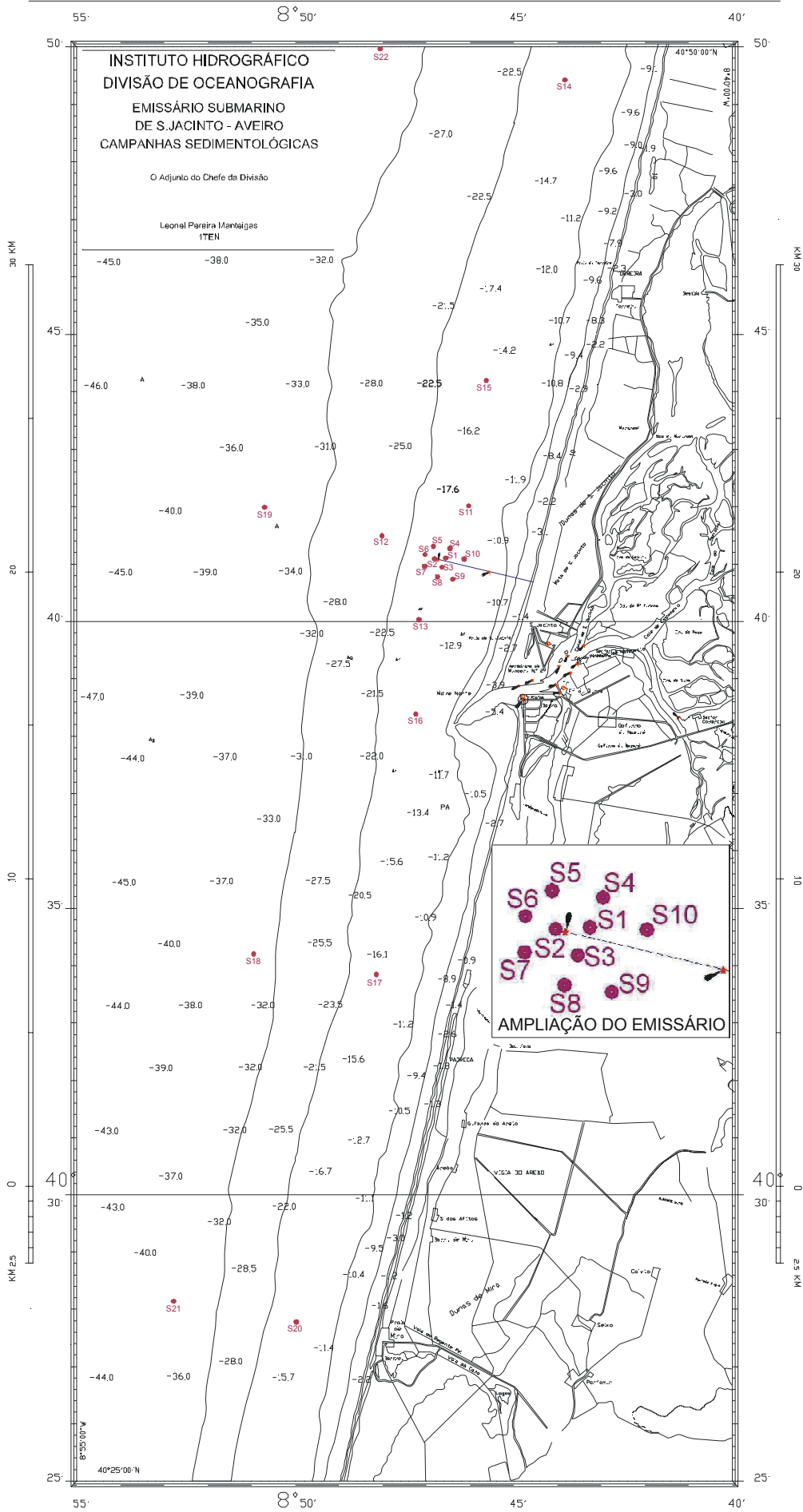
Coordenadas Rectangulares: Datum Europeu (ED50) Local S. Jacinto - Aveiro  
 Militares   
 Hayford-Gauss   
 U. T. M.  (Meridiano Central \_\_\_\_\_ [Fuso \_\_\_\_\_ ])  
 Outras \_\_\_\_\_

PONTO	COORDENADAS RECTANGULARES		COORDENADAS GEOGRÁFICAS		PRECISÃO PLANIM. RELATIVA	ALTURAS	
	X	Y	$\varphi$ (N <input checked="" type="checkbox"/> S <input type="checkbox"/> )	$\lambda$ (E <input type="checkbox"/> W <input checked="" type="checkbox"/> )		(NM <input type="checkbox"/> ZH <input type="checkbox"/> )	
S1	145545	412967	40° 41' 01.7"	008° 46' 38.1"			
S2	145188	412951	40° 41' 01.1"	008° 46' 53.3"			
S3	145415	412675	40° 40' 52.2"	008° 46' 43.5"			
S4	145683	413277	40° 41' 11.8"	008° 46' 32.3"			
S5	145155	413353	40° 41' 14.1"	008° 46' 54.8"			
S6	144877	413089	40° 41' 05.5"	008° 47' 06.6"			
S7	144867	412707	40° 40' 53.1"	008° 47' 06.9"			
S8	145276	412364	40° 40' 42.1"	008° 46' 49.4"			
S9	145805	412289	40° 40' 39.8"	008° 46' 26.8"			
S10	146093	412935	40° 41' 00.8"	008° 46' 14.8"			
S11	146293	414648	40° 41' 56.4"	008° 46' 06.8"			
S12	143507	413699	40° 41' 24.9"	008° 48' 05.1"			
S13	144667	410994	40° 39' 57.5"	008° 47' 14.9"			
S14	149475	428341	40° 49' 20.9"	008° 43' 55.2"			
S15	146887	418682	40° 44' 07.3"	008° 45' 42.7"			
S16	144552	407947	40° 38' 18.7"	008° 47' 18.8"			
S17	143222	399552	40° 33' 46.3"	008° 48' 12.7"			
S18	139283	400247	40° 34' 07.8"	008° 51' 00.3"			
S19	139750	414650	40° 41' 54.8"	008° 50' 45.4"			
S20	140564	388345	40° 27' 42.3"	008° 50' 01.9"			
S21	136624	389040	40° 28' 03.8"	008° 52' 49.3"			
S22	143566	429383	40° 49' 53.3"	008° 48' 07.7"			

O COMPILADOR \_\_\_\_\_

O VERIFICADOR \_\_\_\_\_

DATA \_\_\_\_\_



**ANEXO E**

**COORDENADAS DAS POSIÇÕES OCUPADAS**

ANEXO E

COORDENADAS DAS POSIÇÕES OCUPADAS

<b>CAMPANHA HIDROBIOLÓGICA - 26JUN01</b>											
EST.	TIPO DE COLHEITA	HORA	POSIÇÃO EFECTUADA						POSIÇÃO PRETENDIDA		DESVIO (**)
			COLHEITAS (*)		MÉDIA				MILITARES		
			MILITARES		MILITARES		GEOGRÁFICAS ED50		MILITARES		
			X	Y	X	Y	LAT. (N)	LONG. (W)	X	Y	
A8	ÁGUAS	850	147.366	408.620	147.366	408.620	40°-38.762'	8°-45.236'	147.000	408.500	385
REF	CTD_1	932	139.268	414.661	139.333	414.668	40°-41.996'	8°-50.969'	139.250	414.650	85
REF	CTD_1	935	139.397	414.675							
REF	CTD_2	954	139.253	414.637	139.248	414.631	40°-41.976'	8°-51.029'	139.250	414.650	19
REF	CTD_2	955	139.244	414.626							
REF	PLANCTON	1011	139.181	414.659	139.181	414.659	40°-41.990'	8°-51.077'	139.250	414.650	69
A3	PLANCTON	1036	145.997	414.884	145.997	414.884	40°-42.140'	8°-46.240'	145.950	414.900	50
A3	CTD_1	1047	145.949	414.896	145.944	414.902	40°-42.150'	8°-46.278'	145.950	414.900	7
A3	CTD_1	1048	145.938	414.909							
A3	CTD_2	1101	145.965	414.899	145.961	414.904	40°-42.151'	8°-46.265'	145.950	414.900	11
A3	CTD_2	1102	145.957	414.908							
A2	CTD_1	1117	144.424	413.148	144.424	413.140	40°-41.192'	8°-47.347'	144.400	413.100	47
A2	CTD_1	1117	144.423	413.133							
A2	CTD_2	1133	144.407	413.063	144.409	413.063	40°-41.150'	8°-47.357'	144.400	413.100	38
A2	CTD_2	1134	144.412	413.063							
A1	CTD_1	1148	145.449	412.763	145.449	412.763	40°-40.992'	8°-46.618'	145.350	412.800	105
A1	CTD_2	1208	145.408	412.844	145.401	412.824	40°-41.025'	8°-46.652'	145.350	412.800	56
A1	CTD_2	1210	145.394	412.804							
A4	CTD_1	1224	146.419	412.468	146.424	412.466	40°-40.836'	8°-45.924'	146.350	412.500	81
A4	CTD_1	1224	146.429	412.464							
A4	CTD_2	1237	146.316	412.543	146.314	412.546	40°-40.879'	8°-46.002'	146.350	412.500	58
A4	CTD_2	1238	146.313	412.549							
A4	PLANCTON	1246	146.350	412.616	146.350	412.616	40°-40.916'	8°-45.977'	146.350	412.500	116
A1	PLANCTON	1256	145.431	412.812	145.431	412.812	40°-41.019'	8°-46.630'	145.350	412.800	82
A2	PLANCTON	1304	144.378	413.172	144.378	413.172	40°-41.209'	8°-47.380'	144.400	413.100	76

**CAMPANHA HIDROBIOLÓGICA - 26JUN01**

EST.	TIPO DE COLHEITA	HORA	POSIÇÃO EFECTUADA						POSIÇÃO PRETENDIDA		DESVIO (**)
			COLHEITAS (*)		MÉDIA				MILITARES		
			MILITARES		MILITARES		GEOGRÁFICAS ED50		MILITARES		
			X	Y	X	Y	LAT. (N)	LONG. (W)	X	Y	
A5	PLANCTON	1317	144.949	411.055	144.949	411.055	40°-40.068'	8°-46.963'	144.900	411.100	67
A5	CTD_1	1326	144.917	411.029	144.915	411.020	40°-40.049'	8°-46.987'	144.900	411.100	81
A5	CTD_1	1326	144.914	411.012							
A5	CTD_2	1340	145.043	411.068	145.048	411.061	40°-40.071'	8°-46.893'	144.900	411.100	153
A5	CTD_2	1340	145.054	411.055							
A6	CTD_1	1354	144.309	409.044	144.307	409.034	40°-38.973'	8°-47.408'	144.350	409.150	124
A6	CTD_1	1354	144.304	409.023							
A6	CTD_2	1409	144.423	409.266	144.431	409.268	40°-39.100'	8°-47.321'	144.350	409.150	143
A6	CTD_2	1410	144.439	409.269							
A6	PLANCTON	1420	144.391	409.108	144.391	409.108	40°-39.014'	8°-47.349'	144.350	409.150	58
A7	PLANCTON	1435	144.038	405.370	144.038	405.370	40°-36.993'	8°-47.579'	144.000	405.500	135
A7	CTD_1	1453	144.044	405.510	144.043	405.501	40°-37.064'	8°-47.577'	144.000	405.500	43
A7	CTD_1	1454	144.041	405.493							
A7	CTD_2	1511	144.015	405.456	144.014	405.448	40°-37.035'	8°-47.597'	144.000	405.500	54
A7	CTD_2	1511	144.014	405.440							
A8	ÁGUAS	1530	147.140	408.472	147.140	408.472	40°-38.681'	8°-45.396'	147.000	408.500	143

## CAMPANHA SEDIMENTOLÓGICA - 27 E 28JUN01

EST.	HORA	POSIÇÃO EFECTUADA						POSIÇÃO PRETENDIDA		DESVIO (**)
		COLHEITAS (*)		MÉDIA				MILITARES		
		MILITARES		MILITARES		GEOGRÁFICAS ED50		MILITARES		
		X	Y	X	Y	LAT. (N)	LONG. (W)	X	Y	
<b>27-Jun-01</b>										
S21	758	136.631	389.042	136.645	389.050	40°-28.144'	8°-52.723'	136.624	389.040	23
S21	803	136.642	388.964							
S21	808	136.625	389.075							
S21	810	136.618	389.114							
S21	816	136.713	389.074							
S21	820	136.641	389.032							
S20	836	140.482	388.362	140.549	388.360	40°-27.788'	8°-49.957'	140.564	388.345	22
S20	846	140.608	388.342							
S20	848	140.527	388.370							
S20	850	140.552	388.390							
S20	855	140.599	388.366							
S20	857	140.523	388.331							
S18	935	139.281	400.272	139.312	400.245	40°-34.204'	8°-50.900'	139.283	400.247	29
S18	937	139.311	400.276							
S18	939	139.348	400.205							
S18	943	139.310	400.212							
S18	947	139.287	400.277							
S18	949	139.332	400.227							
S17	1004	143.200	399.532	143.239	399.551	40°-33.846'	8°-48.115'	143.222	399.552	17
S17	1006	143.277	399.552							
S17	1008	143.260	399.549							
S17	1010	143.196	399.521							
S17	1014	143.249	399.584							
S17	1017	143.250	399.568							
S16	1044	144.549	407.898	144.573	407.948	40°-38.388'	8°-47.214'	144.552	407.947	21
S16	1046	144.559	407.996							
S16	1048	144.580	407.996							
S16	1053	144.589	407.909							
S16	1057	144.579	407.947							
S16	1059	144.579	407.944							
S13	1113	144.704	411.140	144.701	411.030	40°-40.053'	8°-47.139'	144.667	410.994	49
S13	1120	144.643	411.038							
S13	1122	144.646	411.055							
S13	1124	144.720	411.004							
S13	1126	144.763	410.969							
S13	1128	144.728	410.974							
S19	1149	139.716	414.660	139.701	414.646	40°-41.986'	8°-50.708'	139.750	414.650	49
S19	1151	139.712	414.682							
S19	1154	139.718	414.706							
S19	1159	139.698	414.615							
S19	1201	139.661	414.567							

## CAMPANHA SEDIMENTOLÓGICA - 27 E 28JUN01

EST.	HORA	POSIÇÃO EFECTUADA						POSIÇÃO PRETENDIDA		DESVIO (**)
		COLHEITAS (*)		MÉDIA				MILITARES		
		MILITARES		MILITARES		GEOGRÁFICAS ED50		MILITARES		
		X	Y	X	Y	LAT. (N)	LONG. (W)	X	Y	
<b>27-Jun-01</b>										
S12	1216	143.514	413.666	143.533	413.657	40°-41.468'	8°-47.982'	143.507	413.699	50
S12	1219	143.541	413.668							
S12	1222	143.558	413.658							
S12	1224	143.580	413.645							
S12	1229	143.508	413.660							
S12	1231	143.497	413.644							
S6	1239	144.918	413.077	144.930	413.076	40°-41.159'	8°-46.987'	144.877	413.089	55
S6	1240	144.963	413.049							
S6	1243	144.918	413.075							
S6	1246	144.887	413.101							
S6	1250	144.931	413.078							
S6	1252	144.964	413.077							
S7	1258	144.883	412.691	144.901	412.663	40°-40.936'	8°-47.006'	144.867	412.707	56
S7	1301	144.910	412.671							
S7	1303	144.896	412.685							
S7	1305	144.873	412.671							
S7	1309	144.900	412.632							
S7	1311	144.946	412.627							
S8	1316	145.285	412.346	145.316	412.324	40°-40.755'	8°-46.710'	145.276	412.364	57
S8	1318	145.329	412.321							
S8	1321	145.311	412.312							
S8	1325	145.295	412.335							
S8	1327	145.339	412.312							
S8	1331	145.337	412.317							
S9	1337	145.811	412.278	145.808	412.268	40°-40.726'	8°-46.360'	145.805	412.289	21
S9	1338	145.853	412.265							
S9	1341	145.807	412.228							
S9	1346	145.754	412.287							
S9	1349	145.788	412.278							
S9	1351	145.836	412.272							
S3	1402	145.419	412.677	145.426	412.659	40°-40.936'	8°-46.633'	145.415	412.675	19
S3	1405	145.431	412.665							
S3	1407	145.455	412.645							
S3	1409	145.422	412.663							
S3	1411	145.399	412.640							
S3	1417	145.430	412.665							
S2	1422	145.195	412.940	145.182	412.920	40°-41.076'	8°-46.808'	145.188	412.951	32
S2	1424	145.156	412.942							
S2	1426	145.135	412.918							
S2	1430	145.209	412.955							
S2	1432	145.197	412.882							
S2	1436	145.202	412.883							

## CAMPANHA SEDIMENTOLÓGICA - 27 E 28JUN01

EST.	HORA	POSIÇÃO EFECTUADA						POSIÇÃO PRETENDIDA		DESVIO (**)
		COLHEITAS (*)		MÉDIA				MILITARES		
		MILITARES		MILITARES		GEOGRÁFICAS ED50				
		X	Y	X	Y	LAT. (N)	LONG. (W)	X	Y	
<b>27-Jun-01</b>										
S1	1441	145.550	412.930	145.563	412.922	40°-41.079'	8°-46.537'	145.545	412.967	49
S1	1444	145.565	412.892							
S1	1447	145.572	412.935							
S1	1451	145.548	412.921							
S1	1453	145.555	412.881							
S1	1457	145.585	412.971							
S10	1504	146.038	412.908	146.108	412.910	40°-41.074'	8°-46.151'	146.093	412.935	30
S10	1506	146.112	412.916							
S10	1508	146.163	412.919							
S10	1514	146.099	412.877							
S10	1516	146.112	412.915							
S10	1518	146.125	412.923							
S4	1523	145.736	413.286	145.712	413.272	40°-41.268'	8°-46.434'	145.683	413.277	29
S4	1525	145.723	413.300							
S4	1527	145.709	413.248							
S4	1532	145.680	413.258							
S4	1534	145.734	413.296							
S4	1538	145.690	413.246							
S5	1546	145.172	413.340	145.161	413.353	40°-41.310'	8°-46.825'	145.155	413.353	6
S5	1547	145.142	413.355							
S5	1549	145.148	413.362							
S5	1553	145.223	413.375							
S5	1557	145.164	413.345							
S5	1559	145.119	413.342							
S11	1607	146.272	414.616	146.305	414.645	40°-42.013'	8°-46.020'	146.293	414.648	12
S11	1609	146.330	414.681							
S11	1610	146.349	414.697							
S11	1614	146.346	414.594							
S11	1616	146.301	414.632							
S11	1618	146.277	414.643							
S11	1620	146.260	414.649							
<b>28-Jun-01</b>										
S15	828	146.901	418.755	146.875	418.745	40°-44.230'	8°-45.636'	146.887	418.682	64
S15	829	146.883	418.740							
S15	831	146.846	418.711							
S15	833	146.814	418.692							
S15	838	146.870	418.756							
S15	839	146.934	418.813							



## **CAMPANHA SEDIMENTOLÓGICA - 27 E 28JUN01**

EST.	HORA	POSIÇÃO EFECTUADA						POSIÇÃO PRETENDIDA		DESVIO (**)
		COLHEITAS (*)		MÉDIA				MILITARES		
		MILITARES		MILITARES		GEOGRÁFICAS ED50		MILITARES		
		X	Y	X	Y	LAT. (N)	LONG. (W)	X	Y	
<b>28-Jun-01</b>										
S22	915	143.570	429.404	143.532	429.398	40°-49.972'	8°-48.068'	143.566	429.383	37
S22	917	143.542	429.399							
S22	920	143.511	429.396							
S22	922	143.487	429.404							
S22	926	143.548	429.386							
S14	948	149.472	428.387	149.517	428.374	40°-49.442'	8°-43.806'	149.475	428.341	53
S14	950	149.508	428.396							
S14	952	149.537	428.404							
S14	954	149.574	428.415							
S14	958	149.502	428.346							
S14	1000	149.508	428.297							

(\*) Posição onde foi efectuada cada colheita.

(\*\*) Diferença em metros entre a posição planeada e a posição média das colheitas efectuadas.

**ANEXO F**

**DADOS DE MARÉ**

## ANEXO F

### DADOS DE MARÉ

HORA (HH:mm) (fuso A)	Aveiro 26 Junho 2001 Altura Prevista (m)
8:00	2,92
8:10	2,91
8:20	2,9
8:30	2,87
8:40	2,84
8:50	2,8
9:00	2,75
9:10	2,7
9:20	2,63
9:30	2,57
9:40	2,49
9:50	2,41
10:00	2,33
10:10	2,24
10:20	2,16
10:30	2,07
10:40	1,98
10:50	1,89
11:00	1,8
11:10	1,71
11:20	1,62
11:30	1,54
11:40	1,46
11:50	1,39
12:00	1,32
12:10	1,25
12:20	1,19
12:30	1,14
12:40	1,09
12:50	1,05
13:00	1,01
13:10	0,99
13:20	0,97
13:30	0,96
13:40	0,95
13:50	0,96
14:00	0,97
14:10	0,99
14:20	1,02
14:30	1,05
14:40	1,1
14:50	1,14
15:00	1,2
15:10	1,26
15:20	1,32
15:30	1,39
15:40	1,46
15:50	1,54
16:00	1,62

HORA (HH:mm) (fuso A)	Aveiro 26 Junho 2001 Altura Prevista (m)
16:10	1,69
16:20	1,77
16:30	1,85
16:40	1,93
16:50	2,01
17:00	2,09
17:10	2,16
17:20	2,24
17:30	2,31
17:40	2,38
17:50	2,45
18:00	2,52
18:10	2,59
18:20	2,65
18:30	2,71
18:40	2,76
18:50	2,82
19:00	2,87
19:10	2,91
19:20	2,95
19:30	2,99
19:40	3,02
19:50	3,04

HORA (HH:mm) (fuso A)	Aveiro 27 Junho 2001 Altura Prevista (m)
8:00	2,72
8:10	2,75
8:20	2,78
8:30	2,8
8:40	2,81
8:50	2,82
9:00	2,82
9:10	2,82
9:20	2,8
9:30	2,78
9:40	2,75
9:50	2,71
10:00	2,67
10:10	2,62
10:20	2,57
10:30	2,51
10:40	2,44
10:50	2,37
11:00	2,3
11:10	2,22
11:20	2,14
11:30	2,06
11:40	1,98
11:50	1,9
12:00	1,82

HORA (HH:mm) (fuso A)	Aveiro 27 Junho 2001 Altura Prevista (m)
12:10	1,74
12:20	1,67
12:30	1,59
12:40	1,52
12:50	1,45
13:00	1,39
13:10	1,33
13:20	1,28
13:30	1,23
13:40	1,19
13:50	1,15
14:00	1,12
14:10	1,1
14:20	1,08
14:30	1,07
14:40	1,06
14:50	1,07
15:00	1,08
15:10	1,09
15:20	1,12
15:30	1,15
15:40	1,18
15:50	1,22
16:00	1,27
16:10	1,32
16:20	1,38
16:30	1,44
16:40	1,5
16:50	1,57
17:00	1,63
17:10	1,7
17:20	1,77
17:30	1,84
17:40	1,91
17:50	1,98
18:00	2,05
18:10	2,12
18:20	2,19
18:30	2,26
18:40	2,32
18:50	2,39
19:00	2,45
19:10	2,51
19:20	2,57
19:30	2,62
19:40	2,68
19:50	2,73

HORA (HH:mm) (fuso A)	Aveiro 28 Junho 2001 Altura Prevista (m)
8:00	2,36
8:10	2,41
8:20	2,47
8:30	2,52
8:40	2,56
8:50	2,6
9:00	2,64
9:10	2,67
9:20	2,7
9:30	2,72
9:40	2,74
9:50	2,75
10:00	2,75
10:10	2,75
10:20	2,74
10:30	2,72
10:40	2,7
10:50	2,67
11:00	2,63
11:10	2,59
11:20	2,54
11:30	2,49
11:40	2,43
11:50	2,37
12:00	2,31

**ANEXO G**

**MEIOS UTILIZADOS**

## **ANEXO G**

### **MEIOS UTILIZADOS**

Esta campanha, sob coordenação da Divisão de Oceanografia, contou com a execução operacional da guarnição do NRP “ANDRÓMEDA”.

Durante a campanha foram usados os seguintes equipamentos:

**a) Sonda:**

Sonda operada nas escalas de profundidades mais convenientes.

**b) Sistema CTD:**

Sistema de aquisição e processamento de dados oceanográficos.

**c) Sistema de posicionamento:**

GPS com correcções diferenciais.

**d) Software de aquisição e processamento:**

Sistema de aquisição automática e processamento de dados hidrográficos HIDROPOS.

**e) Colhedor de Sedimentos:**

Draga tipo Smith-Mcyntire.

**f) Guincho Oceanográfico.**



**ANEXO H**

**RELAÇÃO DO PESSOAL QUE PARTICIPOU NO TRABALHO**

## **ANEXO H**

### **RELAÇÃO DO PESSOAL QUE PARTICIPOU NO TRABALHO**

Oficiais:

2TEN Brites de Pinho

Técnicos Especializados:

TCEP Jesus Marreiros

Técnicos:

CABO A Pépio

CABO CM Alves

Guarnição do NRP “ANDRÓMEDA”



Monitorização ambiental  
associada ao funcionamento do  
emissário submarino  
de S. Jacinto



Região Costeira  
1. Modelação



Relatório de Progresso - 2º Semestre

Janeiro 2002





## **Programa de Monitorização do Emissário Submarino de Aveiro**

**Parte I - Modelação da Qualidade da água da Ria de Aveiro**

**Parte II - Detecção Remota e Observações Superficiais do  
emissário de S. Jacinto**



Ramiro Neves, Henrique Coelho, Marina Pelicano, Paulo Chambel  
Leitão e Pedro Pina



J. Figueired da Silva, R.w. Duck, J.M. Anderson

**Dezembro de 2001**

## Índice

Parte I - Modelação da Qualidade da água da Ria de Aveiro.....	1
Introdução.....	1
Integração espaço - temporal a solução do modelo hidrodinâmico.....	1
Condições de fronteira.....	3
Condições iniciais.....	5
Parametrização de base.....	5
Análise de sensibilidade.....	6
Calibração do modelo.....	7
Valores residuais de fluxos e taxas.....	9
Parte II - Detecção Remota e Observações Superficiais do emissário de S. Jacinto.....	13
Voo 1.....	13
Voo 2.....	14
Voo 3.....	14
Voo 4.....	14
Voo 5.....	15
Voo 6.....	15
Voo 7.....	15
• Instrumentação: Medidor de temperatura e salinidade, GPS e ecossonda.....	16
• Instrumentação: Medidor de temperatura e salinidade, GPS e ecossonda.....	16
• Instrumentação: Medidor de temperatura e salinidade, GPS e ecossonda.....	16
Anexo I - Integração Espacial das Propriedades Hidrodinâmicas no Modelo Mohid2000.....	20
Introdução.....	20
Descrição da Integração Espacial dos Fluxos.....	20
Implementação no Código.....	23
Constantes.....	23
Variáveis.....	24
Anexo II - Parametrização de base do modelo de qualidade da água.....	25

# **Parte I - Modelação da Qualidade da água da Ria de Aveiro**

Autores: Ramiro Neves, Paulo Chambel Leitão, Marina Pelicano, Henrique Coelho

## **Introdução**

A Ria de Aveiro é um sistema aquático com uma geometria complexa sendo constituído por uma rede de canais muito estreitos que dificultam a sua modelação. Este tipo de geometria levou a que o modelo hidrodinâmico fosse calibrado para uma malha fina com um passo mínimo de 50 m. Esta malha torna viável apenas períodos de simulação da ordem das semanas, tendo em conta a capacidade de cálculo existente. Caso se pretenda simular a qualidade da água acoplada à hidrodinâmica é necessário simular períodos da ordem dos meses ou mesmo anos. Para tornar a tarefa da modelação da qualidade da água exequível, do ponto de vista computacional, procedeu-se à integração dos resultados da hidrodinâmica obtidos para a malha fina.

A Ria de Aveiro tem como principais efluentes: o rio Vouga, o rio Antuã, o rio Caster, o rio Mira e o rio Boco. Destes efluentes o que tem maior influência na Ria é o rio Vouga por ter um caudal médio de  $51 \text{ m}^3/\text{s}$  tendo os outros 5, 4, 3 e  $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ , respectivamente.

Os parâmetros mais importantes a simular foram: o fitoplâncton, o zooplâncton, a amónia, o nitrato, o nitrito e o oxigénio.

## **Integração espaço - temporal a solução do modelo hidrodinâmico**

A integração teve uma componente espacial que consistiu em integrar os fluxos de água e variações de volume para uma malha em que cada célula corresponde 3 por 3 células da malha fina. Desta forma foi possível diminuir o número de pontos de cálculo de 9 vezes. Uma descrição detalhada do processo de integração encontra-se em anexo (Anexo I - Integração Espacial das Propriedades Hidrodinâmicas no Modelo Mohid2000). Por outro lado foi feita uma integração temporal que é possível graças a dois factores: A integração espacial permite diminuir o número de pontos de calculo e por outro lado aumentar o passo temporal. No caso do transporte de massa a celeridade que condiciona a estabilidade não é a celeridade máxima da onda de pressão como se verifica na hidrodinâmica ( $\approx 17 \text{ m/s}$ ) mas sim a velocidade máxima do escoamento ( $\approx 2.5 \text{ m/s}$ ). Estes dois factores permitem que mesmo que se utilize um método explícito

para a equação de transporte um passo temporal de 40s caso se considere uma velocidade máxima de escoamento de 2.5 m/s e passo espacial mínimo de 150 m. Este passo temporal contrasta com os 15 s necessários para correr o modelo hidrodinâmico que utiliza um esquema semi-implícito. Recorrendo também a um método semi-implícito para o transporte de massa foi possível aumentar o passo temporal para 105 s ou seja 7 vezes relativamente ao passo utilizado no modelo hidrodinâmico. Graças a esta estratégia foi possível diminuir o tempo de calculo do modelo de qualidade da água 63 vezes. Outra abordagem possível seria a aplicação directa do modelo hidrodinâmico a uma malha mais grosseira. Esta abordagem apesar de mais fácil implementação teria como desvantagem os erros introduzidos nas velocidades devido às alterações grosseiras impostas na batimetria. Com uma malha grosseira seria impossível calibrar o modelo hidrodinâmico tendo em conta a complexidade da Ria de Aveiro. A abordagem escolhida permite utilizar fluxos de água calibrados (Figura 1a, Figura 2a) numa malha grosseira (Figura 1b, Figura 2b).

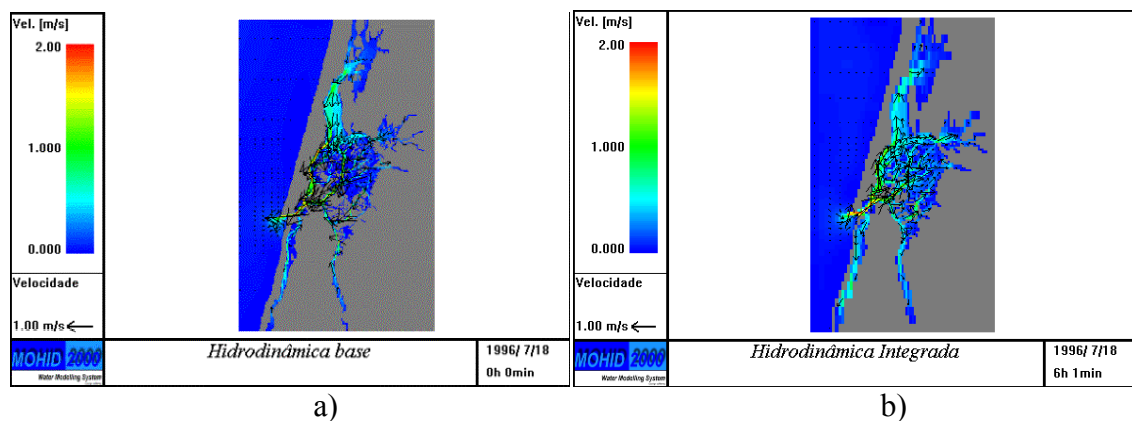


Figura 1 - Campo de velocidades para toda a Ria em situação de enchente a) malha fina b) após a integração.

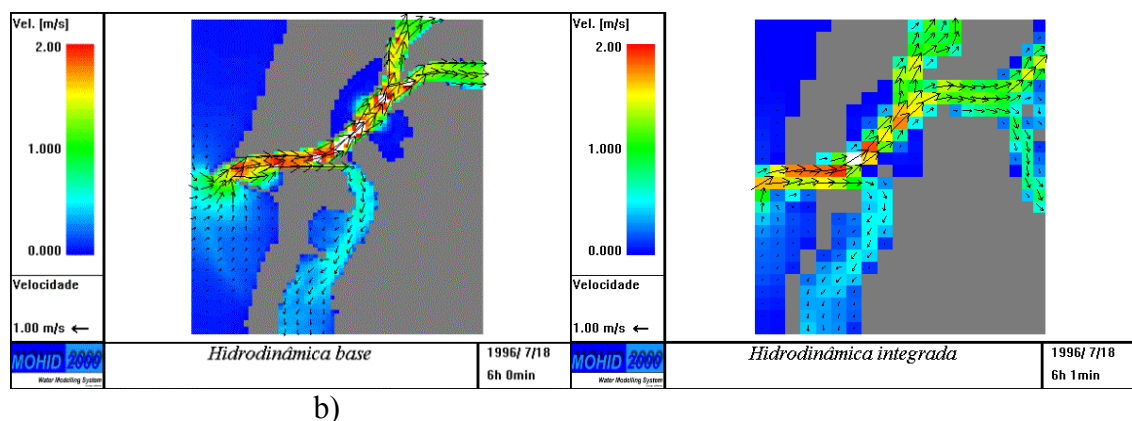


Figura 2 – Campo de velocidades na zona da barra em situação de enchente a) malha fina b) após a integração.

Os únicos erros introduzidos na solução estão associados ao volume de controle. Por razões relacionadas com a eficiência de cálculo, optou-se em correr o modelo hidrodinâmico em separado sendo o resultado da sua integração espaço temporal escrito em ficheiro. Desta forma quando o módulo de qualidade da água é corrido a hidrodinâmica que força o transporte na coluna de água é lida de um ficheiro. Também por razões de rapidez de cálculo optou-se não por guardar os valores de volume controle mas sim os níveis. Os primeiros podem ser obtidos a partir dos segundos recorrendo uma batimetria e de uma discretização vertical previamente definidas. Esta metodologia é extremamente eficiente em domínios 3D. Desta forma em vez de se guardar matrizes 3D de volumes de controle apenas se guarda matrizes 2D (níveis). Esta técnica apesar de eficiente levanta problemas ao nível da integração uma vez que depende da batimetria. Quando se integra a hidrodinâmica é necessário também integrar a batimetria que vai servir de base para o cálculo dos volumes de controle a partir dos níveis. Os maiores problemas ocorrem em células de integração que têm células de terra e de descobertura. No anexo I são descritas metodologias que visam minimizar os erros. Estas técnicas permitem evitar erros de variação de volume mas não de valor médio. No caso específico da Ria de Aveiro relativamente à batimetria da malha fina foi introduzido um erro global de 5 % o que não é significativo.

### **Condições de fronteira**

A Ria de Aveiro é sistema complexo de interface entre o Oceano e a superfície terrestre. As trocas com o Oceano dão-se através da barra ou seja estão bem delimitadas no espaço. Esta situação já não ocorre relativamente às trocas com o meio terrestre, em que não existe um afluente dominante como acontece no caso do estuário do Tejo em que o rio Tejo é responsável por mais de 90% da afluência de água doce. A fronteira terrestre da Ria de Aveiro é caracterizada por uma complexa rede de canais aos quais afluem diversas linhas de água das quais se destacam os rios: Vouga, Antuã, Caster, Mira e Boco. As restantes afluências são de pequena dimensão e o seu contributo para o fluxo de água doce à Ria é considerado desprezável neste estudo.

A identificação das afluências de água doce é um passo fundamental na definição das condições de fronteira de um modelo de qualidade num meio estuarino. Todavia, para além de se quantificar o volume de água que aflui à Ria é necessário também determinar as propriedades dessa água: salinidade, temperatura, oxigénio dissolvido, carência bioquímica de oxigénio, concentração de amónia, de nitrato, de fitoplankton, etc. Destas



propriedades as que requerem maior atenção são os nutrientes que podem ser limitantes da produção primária da Ria ou seja a amónia e o nitrato. Estas são uma das muitas espécies químicas dissolvidas na água cujas concentrações nas linhas de água tem sofrido um acréscimo abrupto devido à acção antropogénica do homem. A componente antropogénica da amónia e nitrato pode ser emitida nas linhas de água por acção directa do homem (descargas de águas residuais) ou podem ser transportados por escoamento superficial (*run-off*) ou por percolação de zonas onde exista forte actividade agrícola. A somar à componente antropogénica existe uma componente natural cujas fontes são mais difusas e que resultam em grande parte da degradação de matéria orgânica (ex: florestas).

Um aspecto que interessa realçar é que nem todos os nutrientes chegam à Ria pelas linhas de água por percolação estes podem ser descarregados directamente na Ria e até mesmo no Oceano, todavia a quantificação deste processo é muito difícil e excede o âmbito deste projecto. Neste estudo somente foi tido em conta os nutrientes provenientes das descargas dos rios principais: Vouga, Antuã, Caster, Mira e Boco. Dos efluentes o que tem maior influência na Ria é o rio Vouga por ter um caudal médio de  $51 \text{ m}^3/\text{s}$  tendo os outros 5, 4, 3 e  $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ , respectivamente. Numa primeira fase foram impostos como condição de fronteira terrestre os caudais médios já referidos com propriedades obtidas a partir de medidas feitas ao longo do ano de 2000 (ModelRia, 2001). Uma vez que estas medidas foram obtidas de uma forma discreta (3 em 3 meses) fez-se uma interpolação entre os valores existentes para se poder ter uma série anual de valores que abrange-se todos os meses do ano 2000, excepção do rio Boco que se admitiram propriedades com valor constante no tempo pelo facto de estas terem sido medidas apenas uma vez no ano. Os parâmetros medidos em cada rio foram: Carência bioquímica de oxigénio (CBO) concentração de sedimento coesivos (SST), nitrato, nitrito, oxigénio, amónia e azoto orgânico.

A condição de fronteira no mar foi imposta com valores típicos para o oceano aberto:  $0.01 \text{ mgC/l}$  de fitoplâncton,  $0.005 \text{ mg/l}$  de zooplâncton e de azoto orgânico dissolvido refractário,  $0.0 \text{ mg/l}$  de azoto orgânico dissolvido não refractário e de azoto orgânico particulado,  $0.036 \text{ mg/l}$  de amónia,  $0.1 \text{ mg/l}$  de nitrato,  $0.0003 \text{ mg/l}$  de nitrito e  $6.9 \text{ mg/l}$  de oxigénio.

## Condições iniciais

Dentro da Ria, as condições iniciais foram impostas utilizando uma inicialização por por caixas ou seja foram definidas várias áreas com características mais ou menos homogéneas em que admitiu concentração constante (Figura 3). Os valores das concentrações foram obtidos através do cálculo de um valor médio, a partir dos valores medidos no interior da Ria ao longo de 2000 (ModelRia, 2001).

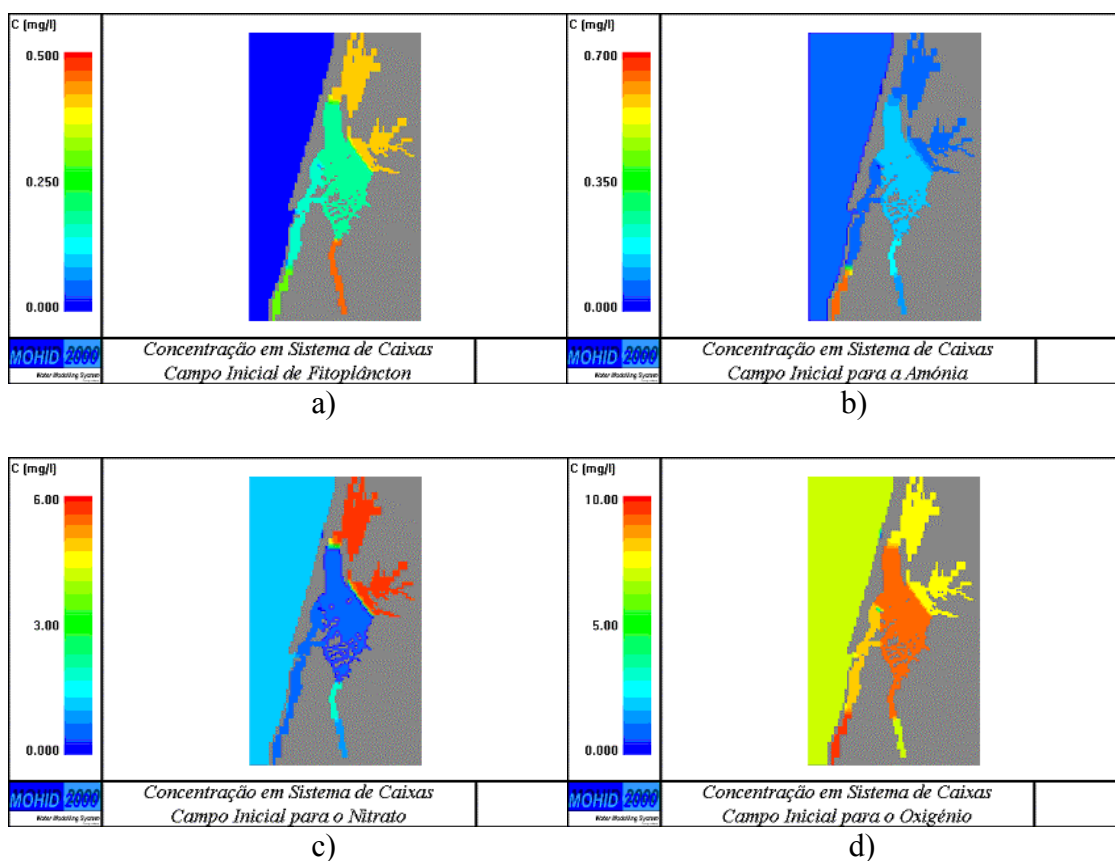


Figura 3 – Distribuições das concentrações iniciais de nutrientes.

## Parametrização de base

O modelo aqui utilizado é adaptado do EPA (1985) e pertence à categoria dos modelos de simulação de ecossistemas, isto é, considera as equações da conservação que descrevem, o mais adequadamente possível, o trabalho e as inter-relações das componentes do ecossistema real. A parametrização de base utilizada para o estudo da qualidade da água no interior da Ria de Aveiro foi também usada no estuário do Tejo. Esta parametrização, descrita no Anexo II, foi baseada em dados existentes na literatura e o facto de ter dados bons resultados em ambos os sistemas estudados, mostra que o modelo descreve explicitamente os principais processos que determinam a qualidade da água em sistemas costeiros.

## **Análise de sensibilidade**

O modelo aqui aplicado visa com base em leis que descrevem os processos que condicionam a qualidade da água (ex: respiração, mineralização da matéria orgânica) obter a evolução das propriedades. Esta ferramenta numérica é útil para reproduzir a variabilidade sistema, mas também perceber o que condiciona essa mesma variabilidade. Esta abordagem direccionada para o “porquê” tem a vantagem de permitir perceber a importância de cada processo e assim orientar o trabalho de campo ao contrário de outras abordagens mais “cegas” que apenas visam reproduzir a variabilidade do sistema como as redes neuronais. A calibração e validação de um modelo deste tipo é um processo iterativo em que com base na informação disponível é feita uma primeira avaliação do sistema que permite por um lado responder algumas questões e levantar outras tantas que irão orientar o trabalho experimental futuro que por sua vez servirá para afinar o modelo e levantar mais questões e assim sucessivamente. Este trabalho pretende ser uma dessas primeiras iterações.

A informação de base disponível sobre a qualidade da água na Ria é muito discreta no tempo e no espaço e normalmente visa quantificar a evolução das propriedades da água e não os processos que condicionam essa evolução. Esta informação de base torna difícil a definição das condições de fronteira e iniciais com rigor e ainda mais difícil a parametrização de cada processo. Por esta razão numa primeira fase foi feita uma análise de sensibilidade às condições de fronteira e iniciais e aos parâmetros dos processos de forma a perceber o que condiciona a qualidade da água na Ria e consequentemente que tipo de dados é vital ter acesso num segundo passo da nossa iteração.

- **Condições de fronteira**

Um dos testes efectuados consistiu no aumento para o dobro de todas as concentrações impostas nos rios. Os resultados obtidos revelam que a maior alteração verificou-se para a concentração de nitratos. Estas alterações são mais significativas nas zonas de influência directa das descargas. Como se verificou que o nitrato era o nutriente mais influenciado pelo aumento de todas as concentrações tentou-se verificar até que ponto o nitrato influenciava o sistema, para isso aumentou-se a concentração do nitrato para 6 vezes mais em relação à concentração medida no ano 2000. Com esta alteração verificou-se um aumento generalizado de todas as concentrações mas mais significativo

para a concentração de nitratos. Este resultado realça a dependência do sistema da condição de fronteira terrestre.

- **Condições iniciais**

A variação das concentrações iniciais dos nutrientes dentro da laguna revelaram que o modelo ‘esquece’ as condições iniciais atingindo rapidamente uma situação de equilíbrio independente do valor dos parâmetros iniciais.

- **Parâmetros dos processos**

O crescimento de fitoplâncton é limitado por quatro factores: a razão de crescimento, a temperatura, o efeito da luz e a limitação de nutrientes disponíveis.

Analisando estes factores considerou-se que a razão máxima de crescimento para o fitoplâncton, usada na parametrização do estuário do Tejo, poderia estar um pouco alta para este sistema pois trata-se de um sistema semi-fechado com muitas zonas de espraiados de maré onde existem canais com uma geometria complexa onde a variabilidade da altura da coluna de água é muito grande. Por esta razão passou-se a razão máxima de crescimento do fitoplâncton de 2.2 para 1.0. Esta alteração provocou uma diminuição na concentração do fitoplâncton mas as restantes concentrações não apresentaram alterações significativas. Outro factor de limitação do crescimento de fitoplâncton é a razão de crescimento. A razão de referência para a nitrificação, usada para estuário do Tejo, foi de 0.06. Para a Ria de Aveiro foi usado o valor de 0.18, ou seja, aumentou-se a taxa de transformação de amónia em nitrito e por sua vez a transformação deste em nitrato. No geral estas alterações provocaram uma diminuição da concentração de fitoplâncton e conseqüentemente um ligeiro aumento das concentrações de amónia e de nitrato.

## **Calibração do modelo**

O modelo foi calibrado comparando com valores obtidos nas estações de amostragem indicadas Figura 6 ao longo do ano de 2000. Estes dados estão compilados no relatório de progresso de Janeiro de 2001 do projecto ModelRia (ModelRia, 2001).

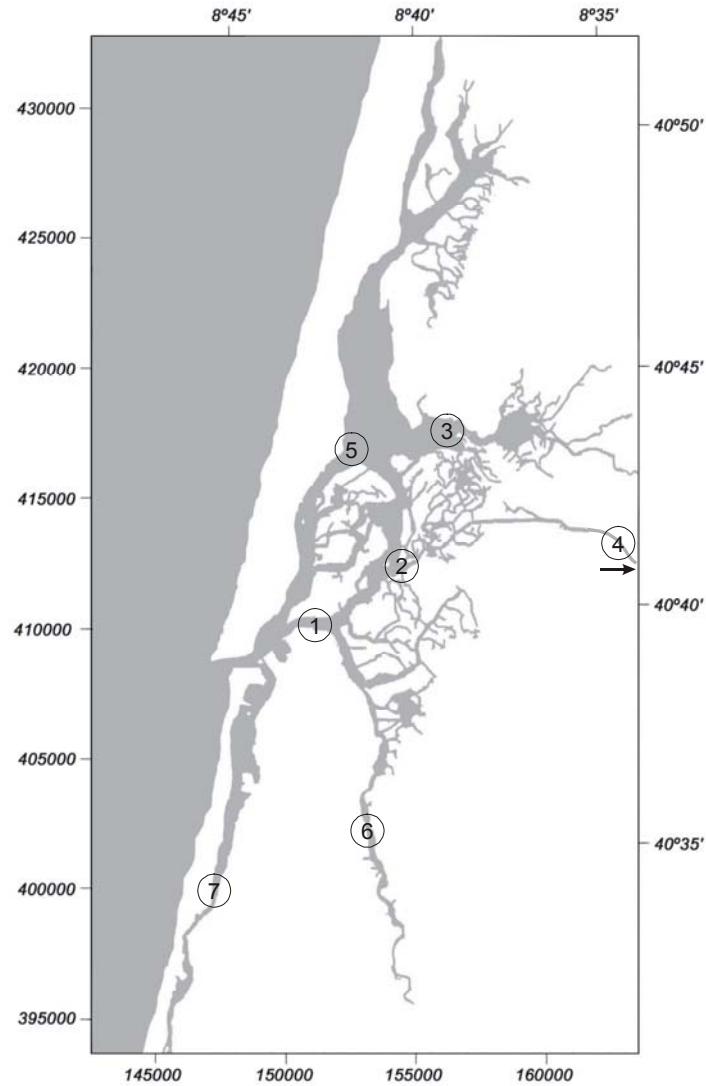
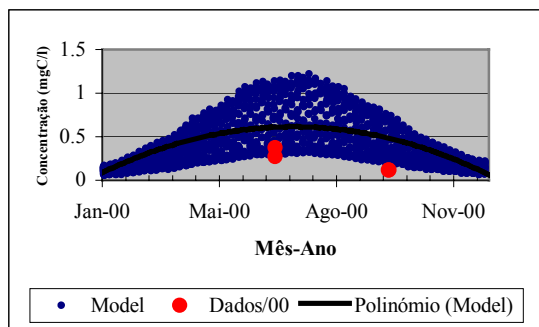
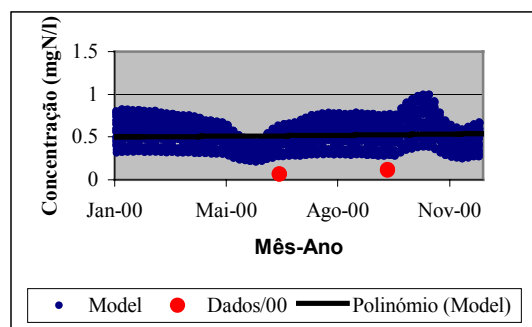


Figura 4 - . Ria de Aveiro com a localização das estações de amostragem.

Os valores apresentados neste relatório são poucos e demasiadamente espaçados no tempo, ou seja, só existe duas medições ao longo de um ano, para o mês de Junho e Setembro na enchente e vazante.



a)



b)

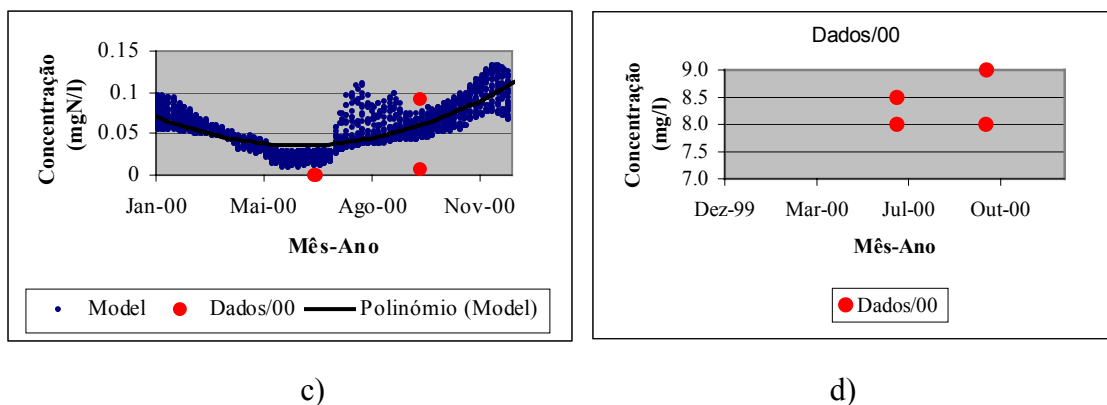


Figura 5 – Séries temporais obtidas com o modelo, para a estação de Moranzel, e tendência. Comparação com os dados do relatório (já mencionado). Concentração de (a) fitoplâncton, (b) de nitrato, (c) de amónia e (d) de oxigénio.

Os resultados do modelo na estação Moranzel mostram que o fitoplâncton (Figura 5a) e amónia (Figura 5c) tendem a acompanhar as medidas enquanto os resultados de nitrato (Figura 5c) estão sobre estimados. A calibração deve ser encarada com alguma precaução uma vez que o número de medidas é diminuto não sendo em número suficiente para aferir de uma forma contínua não só a precisão do modelo como da consistência das próprias medidas. Quanto ao oxigénio optou-se por admitir o seu valor de saturação no modelo o que olhando para as medidas (Figura 5d) revela ser uma aproximação válida uma vez que o oxigénio nunca desce abaixo dos 8 mg/l. As conclusões obtidas para a estação Moranzel são semelhantes para as outras estações.

### Valores residuais de fluxos e taxas

Os resultados seguintes apresentam os fluxos residuais e as taxas de conversão das várias propriedades integrados ao longo de um ano: no caso dos fluxos residuais (Figura 6) avalia-se o transporte mássico entre caixas, no caso das taxas (Figura 7) avalia-se o balanço entre as fontes e poços das várias propriedades dentro de cada caixa. Este resultado permite explicar as variações verificadas entre entradas e saídas de cada caixa nos resultados dos fluxos.

O balanço dos fluxos residuais das várias propriedades simuladas (Figura 6) demonstra claramente que a ria é um sistema exportador de carbono. Esta exportação é justificada pela intensa produção de fitoplâncton dentro da ria que por sua vez tem como fonte de nutrientes as descargas de amónia e nitrato efectuadas pelos rios. Analisando mais em detalhe cada gráfico, verifica-se que as zonas de maior exportação de fitoplâncton são as zonas de menores profundidades onde devido à circulação diminuta o tempo de residência é elevado. Por causa desta produção é nestas áreas onde o consumo de

nutrientes vai ser mais intenso e que numa perspectiva global do sistema tem por consequência um balanço negativo de nutrientes, ou seja, entra mais amónia e nitrado no sistema do sai.

Em relação aos resultados das taxas (Figura 7) é necessário ter em conta que a caixa 7 apresenta sempre valores superiores. Neste tipo de sistema podemos distinguir dois tipos de processos fundamentais o transporte e a actividade biológica. O que distingue o peso de cada um destes processos é a circulação, que se traduz mais precisamente no tempo de residência. Nas zonas onde o tempo de residência é baixo, nomeadamente nas zonas dos canais principais o factor transporte tem muito peso. Nas zonas de transporte limitado de pequena profundidade onde o tempo de residência é elevado a actividade biológica tem condições favoráveis para dominar. Por este motivo podemos identificar claramente nos resultados apresentados que as zonas de maior actividade biológica (onde os valores das taxas são mais elevados) por unidade de volume são também aquelas que apresentam profundidades mais baixas.

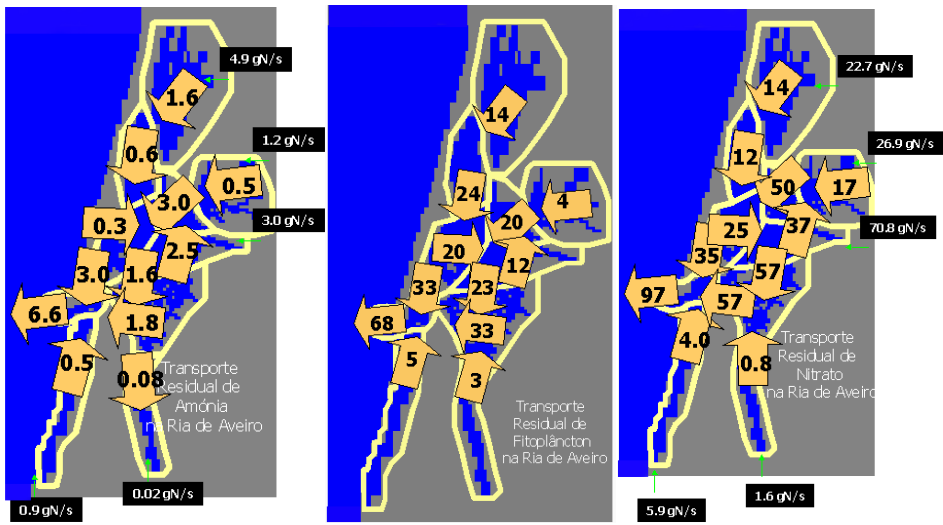
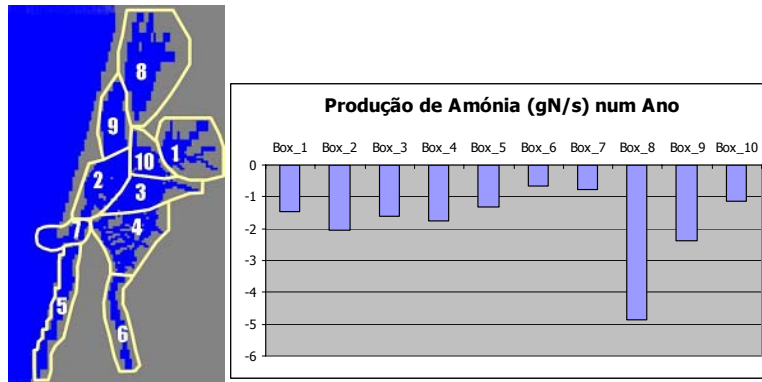


Figura 6 – Caixas de integração para o transporte residual da concentração de fitoplâncton, amónia e nitrato.





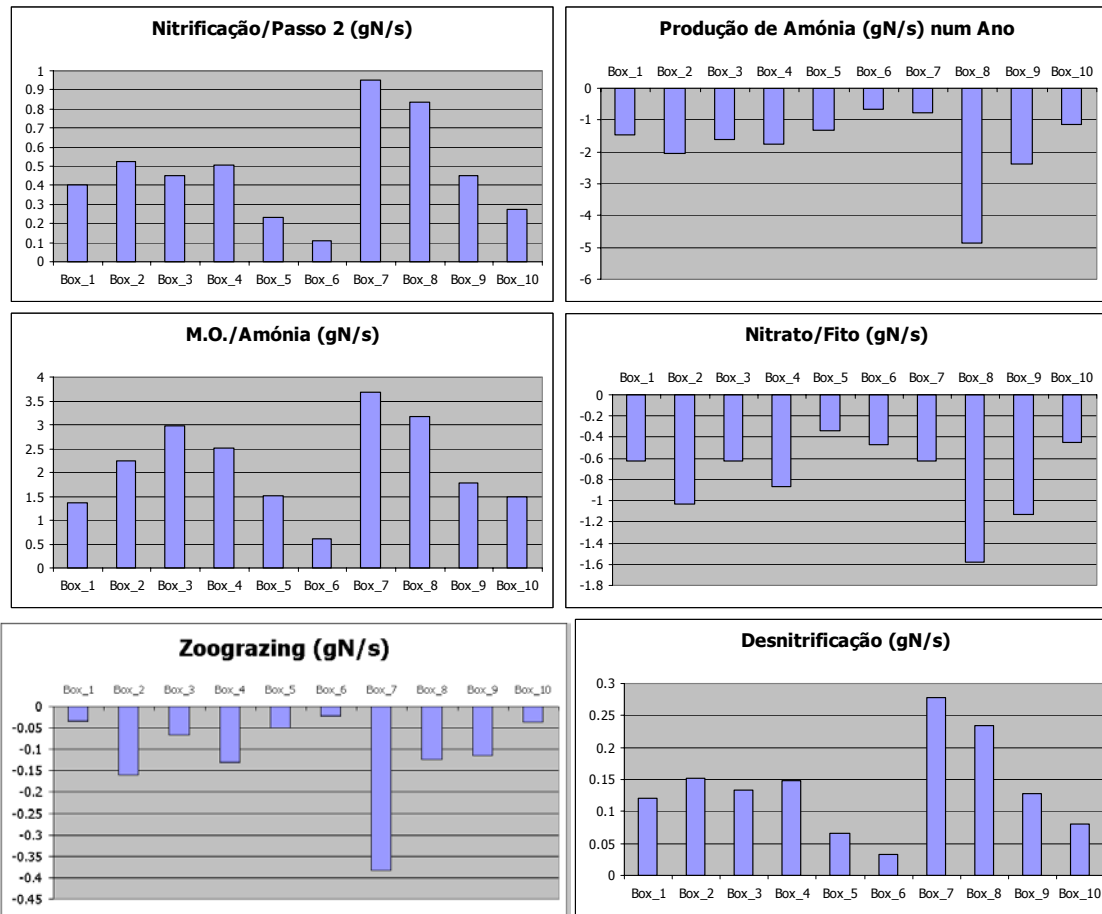


Figura 7 – Distribuição das caixas na Ria (a) e concentrações nas diversas caixas de integração.

## **Parte II - Detecção Remota e Observações Superficiais do emissário de S. Jacinto**

Autores: J. Figueiredo da Silva, R.W. Duck, J.M. Anderson

Os estudos de detecção remota do emissário de S. Jacinto no âmbito do projecto SIMRIA continuaram com uma série de voos sobre a área nos dias 29 de Abril, 1 de Setembro e 8 de Setembro de 2001. Este relatório fornece alguns detalhes sobre a recolha de dados e um sumário dos resultados obtidos. As observações foram feitas a partir de CESNA 152 do Aeroclube de Aveiro pilotado por António Carneiro. Foi utilizada uma combinação entre fotografia de 35 mm e VIFIS (Variable Interference Filter Imaging Spectrometer) em diferentes fases da maré.

Detalhes sobre as observações em termos de duração, instrumentação, operação, condições meteorológicas e outras informações relevantes sobre cada voo são fornecidas de seguida.

A recolha de dados de superfície foi realizada a bordo de uma pequena embarcação de 5 m com um motor de 40 hp equipado com ecossonda, GPS diferencial e medidores de temperatura e salinidade. As observações foram realizadas nos dias 2 e 16 de Setembro e 13 de Outubro de 2001.

**Observações realizadas em 29 de Abril; maré morta com baixa-mar prevista para as 13 horas.**

### **Voo 1**

- Duração: 11.35-12.05 (i.e. c. 1.5 até 1 hora antes do final da vazante).
- Instrumentação: Fotografia de 35 mm.
- Operador: JFS.
- Condições meteorológicas: Overcast com cobertura nebulosa variável, vento (10 nós) de NW e aguaceiros.
- Observações realizadas a 1500 m de altitude. As fotografias digitalizadas apresentadas na Fig. 1 foram obtidas sobre a pluma emergente do emissário e estendendo-se para Sul em direcção à Barra. A pluma tinha uma forma alongada notando-se claramente o efeito de instabilidades no fluxo, que aumentam a dispersão

da pluma, que à superfície ultrapassa a centena de metros (de notar o navio fundeado que serve de referência para a escala).

## **Voo 2**

- Duração: 13.30-13.41.
- Instrumentação: VIFIS.
- Operador: JMA.
- Condições meteorológicas: Chuva torrencial.
- Dados obtidos: Nenhum.
- Notas: Este voo teve de ser cancelado devido às condições atmosféricas.

## **Voo 3**

- Duração: 16.10-16.30 (i.e. c. 3-3.5 horas após a preia-mar).
- Instrumentação: VIFIS.
- Operador: JMA.
- Condições meteorológicas: Ventos fortes de NW (velocidade variável entre 12-15 nós até 30 nós), alguma nebulosidade.
- Dados obtidos: Cerca de 15 minutos de (VIFIS) imagens de vídeo hiperspectral sobre a pluma emergente do emissário e dispersando-se antes de chegar à Barra. A pluma observada à superfície está documentada na Fig. 2 e apresenta uma forma diferente da observada 4 horas antes. Rodou para sudoeste e adquiriu a forma de leque, que corresponde a uma maior dispersão.

## **Voo 4**

- Duração: 16.45-17.15 (i.e. c. 4 horas após a preia-mar).
- Instrumentação: Fotografia de 35 mm.
- Operador: RWD.
- Condições meteorológicas: Ventos fortes de NW (velocidade variável entre 20 a 30 nós), alguma nebulosidade.
- Dados obtidos: As fotos digitalizadas apresentadas na Fig. 3 mostram a pluma emergente sobre o emissário e dispersando-se rapidamente. O aumento da intensidade do vento, embora provocando maior mistura vertical, não alterou a forma da pluma, que se manteve idêntica à observada no voo 3.

**Observações realizadas em 1 de Setembro; maré viva com preia-mar prevista para as 15 horas.**

### **Voo 5**

- Duração: 12.15-12.37 (i.e. c. 2.5 horas antes da preia-mar).
- Instrumentação: Fotografia de 35 mm.
- Operador: JFS.
- Condições meteorológicas: Céu limpo e vento fraco de Norte (8 nós).
- Dados obtidos a 1500 m de altitude. As fotografias apresentadas na Fig. 4 mostram a pequena pluma emergente do emissário. A pluma observada à superfície avançava ao longo do emissário, para este, por uma pequena distancia. O transporte à superfície para terra causava convergência marcada por linhas de espuma. Nesta ocasião existiam blooms de plâncton que aumentavam a turvação da água.

### **Voo 6**

- Duração: 13.15-14.00 (i.e. c. 1 hora antes da preia-mar).
- Instrumentação: VIFIS.
- Operador: JMA.
- Condições meteorológicas: Céu limpo e vento fraco de Norte (8 nós).
- Dados obtidos a 1500 m de altitude. Cerca de 60 minutos de imagens de vídeo sobre a pluma diluída emergente do emissário, e estendendo-se por uma pequena distância para sudeste tal como se documenta na Fig. 5. Em c. de 1 hora a pluma mudou de posição, rodando para sul, o que revela uma resposta ao forçamento do vento, mas com um atraso de poucas horas.

**Observações realizadas em 8 de Setembro; maré morta com baixa-mar prevista para as 12 horas.**

### **Voo 7**

- Duração: 16.30-17.20 (i.e. 1 hora antes da preia-mar).
- Instrumentação: Fotografia de 35 mm.
- Operador: JFS.
- Condições meteorológicas: Céu limpo e vento Norte de 10 nós.
- Observações realizadas a 1500 m de altitude. As fotografias da Fig. 6 mostram a pluma estendendo-se para Sul até uma zona influenciada pela enchente na Barra. Embora as condições meteorológicas no momento das observações fossem semelhantes às do voo 6, a pluma observada diferia marcadamente por existir uma corrente para sul bem estabelecida.

**Observações à superfície em 2 de Setembro de 2001; maré viva com preia-mar prevista para as 16 horas.**

- Duração: 12.30-13.30 (i.e. c. 3 horas antes do final da enchente).
- **Instrumentação: Medidor de temperatura e salinidade, GPS e ecossonda.**
- Equipa: JFS, RWD, JMA.
- Condições meteorológicas: Céu limpo e vento fraco de Norte (8 nós).
- Dados obtidos à superfície: As posições foram gravadas com o GPS coordenado com a ecossonda entre a Barra e o emissário. Foram igualmente medidas as temperaturas e salinidades à superfície e a 7m de profundidade. A temperatura à superfície era de 18°C, sendo inferior na Barra (17.2 °C) e sobre o difusor (16.2 °C). A temperatura a 7 m de profundidade era de 17 °C. A salinidade era de 35.8 psu à superfície e de 35.4 psu na pluma.

**Observações à superfície em 16 de Setembro de 2001; maré viva com preia-mar prevista para as 15 horas.**

- Duração: 11.30-12.30 (i.e. c. 3 horas antes do final da enchente).
- **Instrumentação: Medidor de temperatura e salinidade, GPS e ecossonda.**
- Equipa: JFS, LT.
- Condições meteorológicas: Céu limpo e vento fraco de Norte.
- Dados obtidos à superfície: As posições foram gravadas com o GPS coordenado com a ecossonda entre a Barra e o emissário. Foram igualmente medidas as temperaturas e salinidades à superfície e a 7m de profundidade. Não foi observada qualquer pluma. A temperatura à superfície era de 18°C, e de 17.2°C a 7 m de profundidade. A salinidade era de 36.0 psu.
- A partir dos registos da ecossonda e GPS foi elaborada a carta de batimetria apresentada na Fig. 7.

**Observações à superfície em 13 de Outubro de 2001; maré morta com preia-mar prevista para as 12 horas.**

- Duração: 11.30-12.30 (i.e. c., o final da enchente).
- **Instrumentação: Medidor de temperatura e salinidade, GPS e ecossonda.**
- Equipa: JFS, LT.
- Condições meteorológicas: Algumas nuvens e vento fraco de Sul.
- Dados obtidos à superfície: As posições foram gravadas com o GPS coordenado com a ecossonda entre a Barra e o emissário. Foram igualmente medidas as temperaturas e salinidades à superfície e a 7m de profundidade. A pluma foi

observada sobre o emissário e estendendo-se para Sul por 250 m. A área onde a pluma foi observada foi delimitada por GPS. A temperatura à superfície era de 18.5°C, e de 18.3°C a 7 m de profundidade. Na pluma a temperatura era de 18.1°C. A salinidade era de 35.8 psu à superfície e de 35.7 psu na pluma.



Figura 1. Fotografia da pluma tirada sobre o emissário e fotografia do canal da Barra tirada sobre a pluma.



Figura 2. Fotografia obtida a sul do emissário mostrando a pluma com forma de leque.

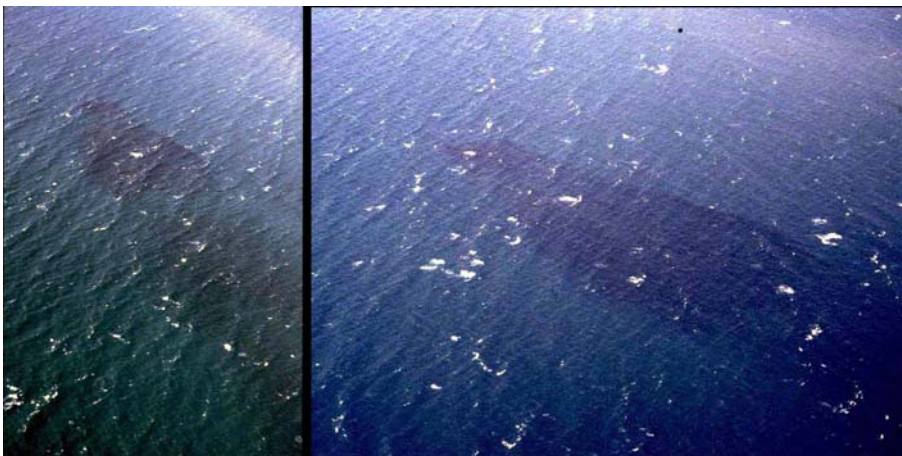


Figura 3. Fotografias obtidas a sul do emissário, com vento de noroeste forte, mostrando a pluma em dispersão para sudeste.



Figura 4. Fotografia obtida sobre o emissário mostrando a pluma em dispersão para nascente (terra). Fotografia do canal da barra onde se observam filamentos avermelhados sem ligação directa com a pluma do emissário.



Figura 5. Fotografia obtida a sul do emissário, mostrando a pluma a dispersar-se para sudeste

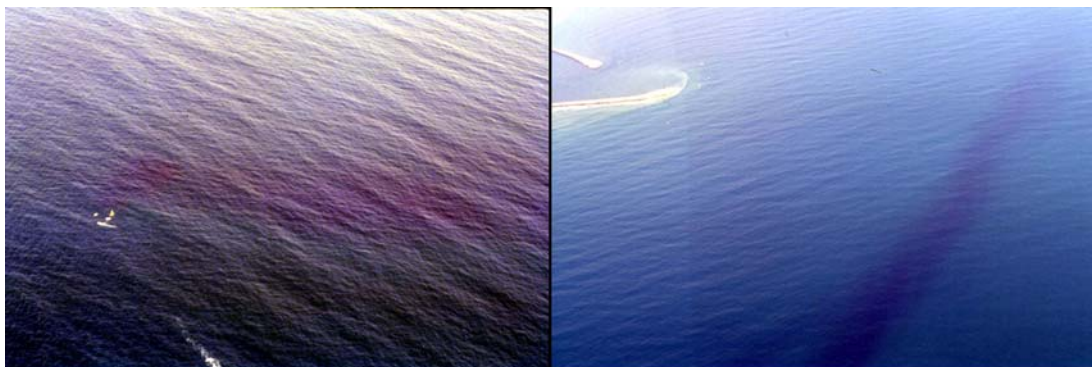


Figura 6. Fotografias da pluma, com forma linear, em dispersão para sul até ao largo do canal da Barra.

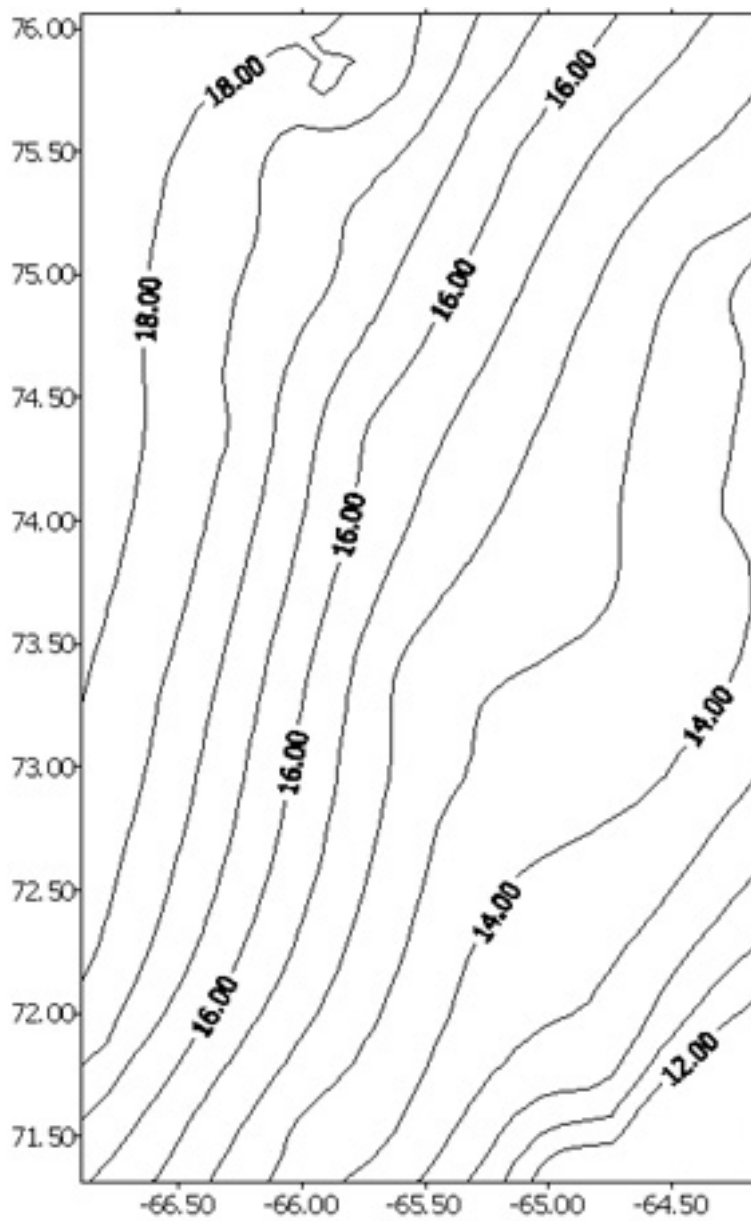


Figura 7. Linhas batimétricas obtidas para a área entre o paralelo da Barra e o emissário de S. Jacinto. Escalas de distancias em km e profundidade observada em metros.



## **Anexo I - Integração Espacial das Propriedades Hidrodinâmicas no Modelo Mohid2000**

### ***Introdução***

A integração espacial das propriedades hidrodinâmicas é feita em dois passos:

1. Calcular uma batimetria integrada com base na batimetria da malha refinada e do número de células com que se pretende fazer a integração.
2. Em cada passo temporal definido pelo utilizador é guardada a soma dos fluxos perpendiculares às faces exteriores das células que se encontram na fronteira da célula integrada. É também guardada a média da superfície livre da água de todas as células usadas na integração.

### ***Descrição da Integração Espacial dos Fluxos***

O programa permite fazer a integração da batimetria de duas formas. Uma destas permite calcular a profundidade média das células a integrar e atribuir esse valor à célula integrada. Outra forma consiste em atribuir a cada célula a profundidade máxima das células a integrar vezes a área das células com água a dividir pela área total. No caso de se determinar a nova batimetria usando o método da média e uma das células que entram na integração da nova célula ser uma célula que representa terra, a média é feita da seguinte forma:

1. Nas células a integrar, determina-se a profundidade mínima das células que são pontos de água ( $h_{min}$ ).
2. Atribuir esse valor às células que representam terra.
3. Fazer a média ponderada pelas áreas de cada uma das células.
4. Guardar o novo valor da batimetria e a profundidade mínima desse ponto.

No ponto 4 está calculada a batimetria da nova célula integrada. Note-se que além da batimetria também se guarda a profundidade mínima. Este valor será necessário mais à frente para determinar a superfície livre da nova célula integrada.

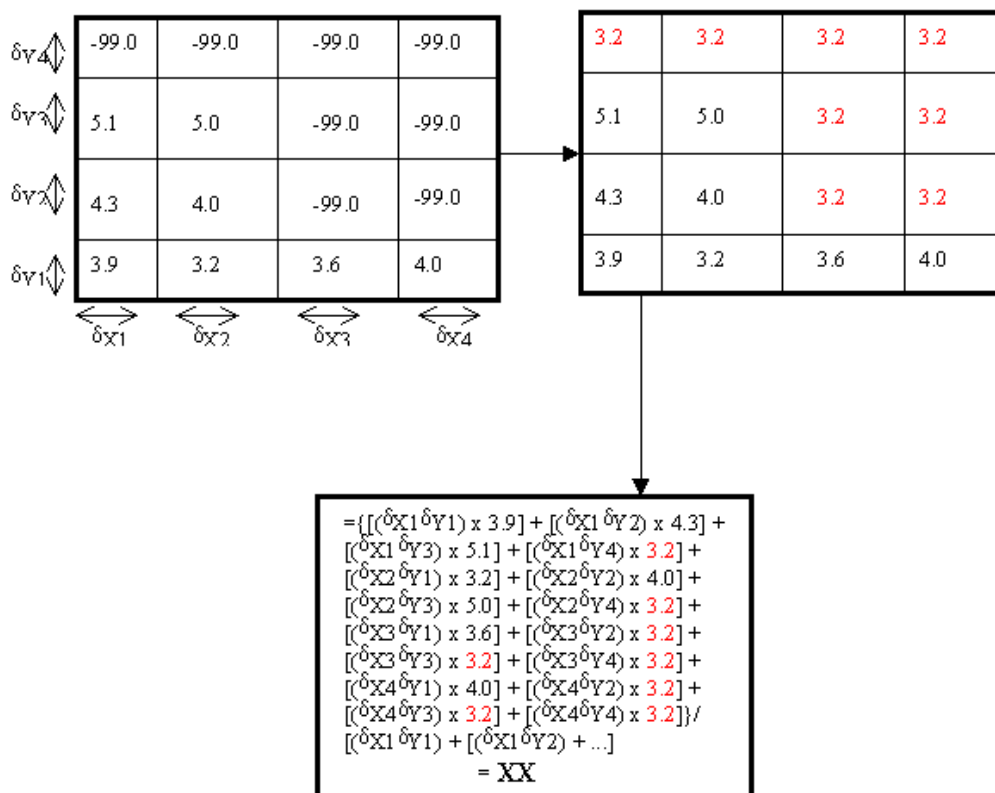


Figura 8 Representação gráfica da integração de uma célula da batimetria usando o método da média.

No caso de se determinar a nova batimetria usando o máximo, usa-se o seguinte procedimento.

1. Nas células a integrar, determinar a profundidade máxima (hmax) e mínima (hmin).
2. Atribuir a profundidade mínima às células que representam terra.
3. Multiplicar a profundidade máxima pela área horizontal de cada uma das células e calcular a média.
4. Guardar o resultado de 3 como o novo valor da batimetria e guardar a profundidade mínima.

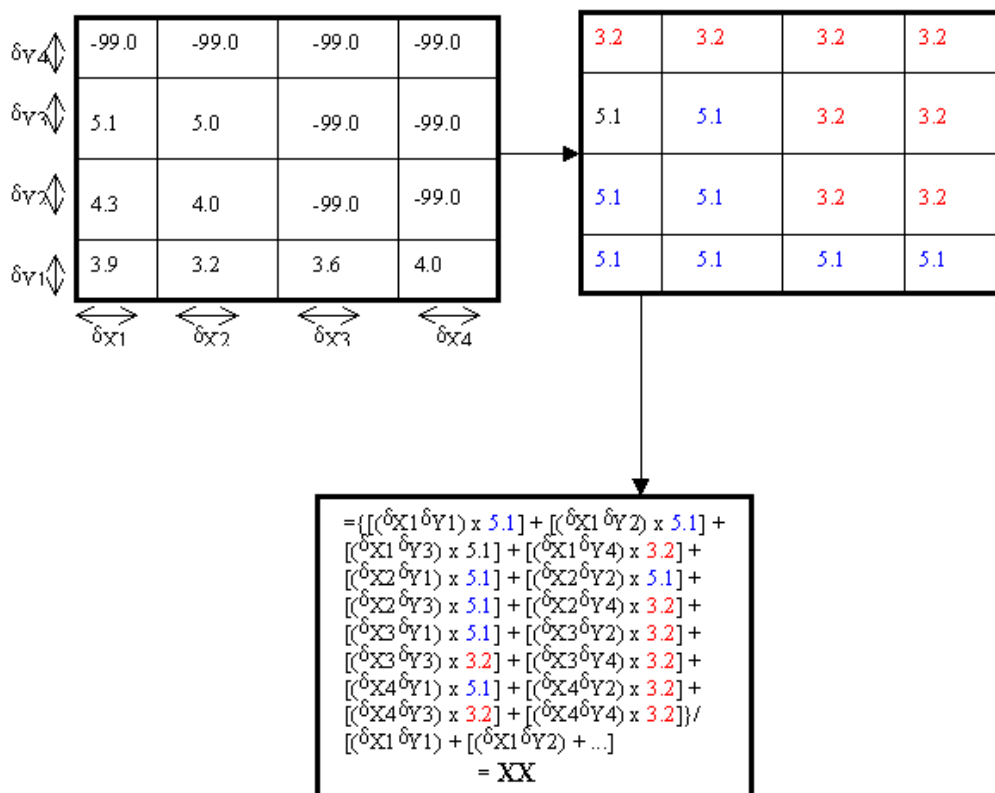


Figura 9 Representação gráfica da integração de uma célula da batimetria usando o método do valor máximo.

A nova batimetria é construída no arranque do modelo. Logo depois de se ter guardado a batimetria, o modelo começa a calcular os fluxos. Os fluxos integrados são guardados com o intervalo do passo temporal definido com a palavra chave `DT_HYDROFILE` no ficheiro `HydrodynamicFile_X.dat` (o X representa o número do Run). Deve-se ter cuidado com o seguinte aspecto, caso se pretenda fluxos integrados, guardados no ficheiro hidrodinâmico, sejam conservativos, a opção `TIME_INTEGRATION` tem que ter o valor 1, mesmo que se deseje fazer a integração espacial dos fluxos em todos os passos temporais do modelo hidrodinâmico.

Assim, o procedimento para integrar os fluxos no espaço é o que se segue:

1. Somar os fluxos, segundo a direcção do eixo dos xx das faces das células que fazem parte da integração e que formam a face da célula integrada.
2. Somar os fluxos, segundo a direcção do eixo dos yy das faces das células que fazem parte da integração e que formam a face da célula integrada.
3. Somar as descargas das células que se encontrem dentro da célula integrada.
4. Calcular a média da superfície livre.
5. Escrever os resultados dos pontos 1 a 4.

É conveniente explicar melhor o ponto 4. Da forma como está descrito é como funciona quando as células a integrar são todas “células de água”. No entanto, caso existam

células que sejam consideradas terra, é necessário ir buscar a profundidade mínima que foi determinada aquando da integração da batimetria (ponto 4 nos dois métodos de integração de batimetria) e dar-lhes o simétrico desse valor como sobre elevação. Faz-se isto de forma a manter o volume de água. Esta técnica tem um problema, sobretudo quando os pontos de terra se encontram perto de pontos com profundidades elevadas. Veja-se o exemplo da figura 3. Neste caso esta técnica teve o efeito de diminuir a altura da coluna de água em cerca de 50%, embora tenha mantido o volume e isto, independentemente da forma como é integrada a batimetria.

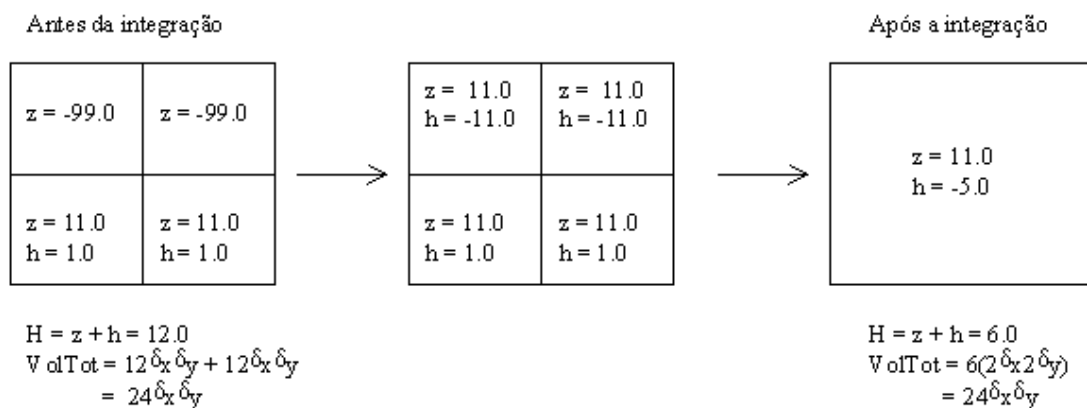


Figura 10 Exemplo da Integração dos níveis de quatro células com iguais dimensões horizontais

## Implementação no Código

As modificações no código do Mohid2000 necessárias para a implementação da integração das propriedades hidrodinâmicas do modelo centraram-se somente sobre um dos módulos do código, o módulo ModuleHydrodynamicFile. Tentou-se modificar o menos possível o código deste módulo, aproveitando linhas de código que já tinham sido escritas e/ou aproveitando variáveis que serviam para outras funcionalidades do modelo e que foram aproveitadas para a integração da hidrodinâmica.

### Constantes

Ao todo foram criadas 4 novas constantes, duas novas constantes inteiras e duas novas constantes de cadeia de caracteres:

```
! Bathymetry integration type
integer, parameter :: MaxVal_Type = 1
integer, parameter :: MeanVal_Type = 2
character(LEN = StringLength), parameter :: Char_MaxVal_Type = trim(adjustl('MaxVal_Type'))
character(LEN = StringLength), parameter :: Char_MeanVal_Type = trim(adjustl('MeanVal_Type'))
```

Estas quatro constantes referem-se todas ao tipo de integração que será aplicada à batimetria (ver ponto anterior). Falar-se-á melhor sobre a utilidade destas constantes no seguimento deste texto.

## Variáveis

Foi criado um novo campo, chamado `T_SpaceIntegration`. Este campo contém uma variável inteira, dois vectores inteiros, uma matriz real e uma variável do tipo `T_STIntegration`:

```
private :: T_SpaceIntegration
type    T_SpaceIntegration
  type(T_STIntegration)      :: Integrate3DSpace
  integer                    :: BatIntegrationType
  integer, pointer, dimension(:) :: VectorIntegrationX
  integer, pointer, dimension(:) :: VectorIntegrationY
  real, pointer, dimension(:, :) :: BatMin
end type T_SpaceIntegration
```

A variável *BatIntegrationType*, é uma variável que indica qual o tipo de integração que vai ser implementado na batimetria. A matriz *BatMin* é uma matriz onde serão guardadas a profundidade mínima de cada uma das células integradas. Estas duas últimas variáveis são unicamente usadas na integração da batimetria. *VectorIntegrationX* e *VectorIntegrationY* são vectores onde são guardados os *endereços* das nove células integradas. Estes vectores são os que fazem a ligação entre a malha original e a malha integrada. Este conceito está melhor exemplificado na figura 4, onde se mostra como é construído o vector de endereços na direcção XX. Estes vectores são construídos ao mesmo tempo que se constroi a batimetria integrada, e são depois aplicados quando se faz a integração dos fluxos de água, das descargas e da sobrelevação. A variável *Integrate3Dspace* é uma variável campo que contém informação variada sobre a integração, tal como o passo temporal em que são guardadas as propriedades hidrodinâmicas do sistema, o passo espacial de integração, se se pretende, ou não, guardar apenas os fluxos de só uma parte do domínio, caso se pretenda guardar a informação de uma janela, qual a dimensão dessa janela, etc.

## Anexo II - Parametrização de base do modelo de qualidade da água

Símbolo	Coefficiente	Unid.	Valor
$\mu_{max}$	Taxa de crescimento Máximo	d <sup>-1</sup>	2.2
$\varepsilon_{Fito}$	Constante de excreção	-	0.07
$k_{er}$	Constante de respiração Endógena	-	0.0175
$k_p$	Factor da fotorespiração	-	0.125
$K_m$	Taxa de meia saturação para a mortalidade	mgC.d.L <sup>-1</sup>	0.3
$m_{max}$	Taxa máxima de mortalidade	d <sup>-1</sup>	0.02
$E$	Eficiência da assimilação		0.6
<u>Limitação de Nutrientes</u>	$K_N$ Constante meia saturação para a limitação de nutrientes	mgN.L <sup>-1</sup>	0.014
<u>Limitação de Temperatura</u>			
$Topt_{minFito}$	Temperatura Mínima para a fotosíntese optimal	°C	25.0
$Topt_{maxFito}$	Temperatura Máxima para a fotosíntese optimal	°C	26.5
$Temp_{minFito}$	Temperatura Mínima para a fotosíntese	°C	4.0
$Temp_{maxFito}$	Temperatura máxima para a fotosíntese	°C	37.0
<b><math>E_{opt}</math></b>	Intensidade luminosa para a fotosíntese	Wm <sup>-2</sup>	100
$\alpha_{Fito}$	Razão de Redfield (N:C)	-	0.18
$K_{FitoNutReg}$	Taxa de meia saturação da regeneração dos nutrientes do fitoplâncton	mgN.L <sup>-1</sup>	1.0
$F_{org P/Ph}$	Fracção da excreção de matéria orgânica particulada		0.7
$f_{in}$	Fracção da excreção inorgânica	-	0.5
$f_{orgD/Fito}$	<b>Fracção da excreção de matéria orgânica solúvel</b>		<b>0.4</b>

**Tabela 1:** Valores usados no modelo standard para o fitoplâncton.

<b>Símbolo</b>	<b>Coefficiente</b>	<b>Unid.</b>	<b>Valor</b>
$g_{max}$	Taxa de crescimento máximo	$d^{-1}$	0.1
$\Delta$	Constante de Ivlev	-	13.0
$Fito_0$	Concentração mínima de fitoplâncton para grazing	mgC/l	0.045
$d_z$	Taxa de respiração e mortalidade de não-predação	$d^{-1}$	0.036
$ez$	Taxa de mortalidade de predação	$d^{-1}$	0.01
<b>Limitação da temperatura</b>			
$Topt_{minZo}$	Temperatura mínima para crescimento optimal do zoo	um °C	24.8
$Topt_{maxZo}$	Temperatura máxima para crescimento optimal	o °C	25.1
$Temp_{minZo}$	Temperatura mínima de crescimento	°C	5.0
$Temp_{maxZo}$	Temperatura máxima de crescimento	°C	35.0
$\alpha_{Fito}$	Razão de Redfield (N:C)	-	0.18

**Tabela 2:** Valores standard usados no modelo para a variável do zooplâncton.

<b>Símbolo</b>	<b>Coefficientes</b>	<b>Unid.</b>	<b>Valor</b>
$T_{ref}$	Temperatura de referencia	°C	25
$M_{DONre}$	Taxa de referencia para a mineralização	$d^{-1}$	0
$M_{DONnr}$	Taxa de referencia para a mineralização	$d^{-1}$	0.1
$\theta_{DONre}$	Coefficiente de temperatura para mineralização do DONre	-	1.02
$\theta_{DONnr}$	Coefficiente de temperatura para mineralização do DONnr	-	1.02
$K_{PhNutRege}$	Constante meia saturação para a regeneração do fito.	-	1.
$M_{nitri}$	Taxa de referencia para a nitrificação		0.1
$\theta_{nitri}$	Coefficiente de temperatura para a nitrificação	-	1.08
$K_{nitri}$	Constante meia saturação para a nitrificação		2.0
$M_{det}$	Taxa de referencia para a dissolução PON	$d^{-1}$	0.1
$\theta_{det}$	Coefficiente de temperatura para a decomposição	-	1.02
$M_{denit}$	Taxa referencia para a desnitrificação	$d^{-1}$	0.1
$\theta_{denit}$	Coefficiente de temperatura para a desnitrificação	-	1.046
$K_{denit}$	Constante meia saturação para a desnitrificação	mgO <sub>2</sub> .L <sup>-1</sup>	0.1
$\alpha_{Fito}$	N:C razão para fito.	-	0.18
$\alpha_{Zoo}$	N:C razão para zoo.		0.24

**Tabela 3:** Valores standard usados no modelo para as variáveis do nitrogénio.



Monitorização ambiental  
associada ao funcionamento do  
emissário submarino  
de S. Jacinto



Região Costeira  
2. Qualidade Sedimentar



Relatório de Progresso - 2º Semestre

Janeiro 2002





# Monitorização associada ao funcionamento do emissário submarino de S. Jacinto

Região Costeira

## 2. Qualidade Sedimentar

**Relatório de Progresso**

**2º semestre**

**Janeiro 2002**

**Relatório:**

Victor Quintino e Ana Maria Rodrigues

**Equipa:**

**Universidade de Aveiro**

*Departamento de Biologia:* Victor Quintino, Ana Maria Rodrigues, Joana Oliveira, Dulce Subida, Ana Ré, Rui Marques

*Departamento de Química:* Eduarda Pereira, Sizenando Abreu e Paulo Monterroso

## Índice

<b>1. Introdução</b> .....	<b>1</b>
<b>2. Metodologia</b> .....	<b>1</b>
2.1 Amostragem .....	1
2.2 Tratamento das amostras .....	3
2.3 Descritores sedimentares e química ambiental.....	3
2.4 Descritores biológicos .....	3
2.5 Descritores ecotoxicológicos .....	4
2.6 Análise e tratamento de dados.....	4
<b>3. Apresentação de resultados</b> .....	<b>4</b>
3.1 Descritores sedimentares e química ambiental.....	4
3.2 Descritores ecotoxicológicos .....	9
<b>4. Conclusões preliminares</b> .....	<b>11</b>
<b>5. Bibliografia</b> .....	<b>12</b>

## Lista de Figuras e Tabelas

<b>Figura 1.</b> Emissário Submarino de S. Jacinto. Posicionamento do emissário e locais de amostragem destinados ao estudo da componente sedimentar, realizados em 27 e 28 de Junho de 2001.	2
<b>Figura 2.</b> Emissário submarino de S. Jacinto, Junho de 2001. Análise de classificação com identificação dos grupos de afinidade A e B entre locais de amostragem, com base na análise dos descritores ambientais. Representação dos locais de amostragem e respectivos grupos de afinidade num diagrama de ordenação (MDS) a duas dimensões.	7
<b>Figura 3.</b> Emissário submarino de S. Jacinto, Junho 2001. Grupos de afinidade “Costa” e “Largo”, com base na análise dos descritores ambientais. Estes grupos determinam um gradiente ambiental cujo eixo principal se estabelece perpendicularmente à costa.	8
<b>Tabela 1.</b> Granulometria dos sedimentos superficiais, campanha de 27 e 28 de Junho 2001. Valores expressos em percentagem do peso seco do sedimento total.	5
<b>Tabela 2.</b> Granulometria dos sedimentos superficiais, campanha de 27 e 28 de Junho 2001. Valores expressos em percentagem cumulativa, relativa ao peso seco do sedimento total.	6
<b>Tabela 3.</b> Descritores ambientais nos sedimentos superficiais, campanha de amostragem de 27 e 28 de Junho de 2001 (Eh – potencial de oxidação-redução; SVT – sólidos voláteis totais; Hg total – mercúrio total).	7
<b>Tabela 4.</b> Valores médios dos descritores ambientais nos grupos de afinidade “Costa” e “Largo”, identificados nas análise de classificação e ordenação. A negrito assinalam-se os grupos nos quais os vários descritores apresentam os valores mais elevados. Costa: n=18; Largo: n=4; d.p. = desvio-padrão.	9
<b>Tabela 5.</b> Resultados dos ensaios de toxicidade sedimentar aguda e crónica com <i>C. multisetosum</i> , nas amostras de Junho de 2001. Valores médios de 5 réplicas por sedimento, com a densidade inicial de 20 anfípodes por réplica (SC1 e SC2 - sedimentos controlo; S1 - Sobrevivência média, ensaio agudo; S2 - Sobrevivência média, ensaio crónico; P - Peso médio individual no final do ensaio; F - Número médio de fêmeas grávidas).	10
<b>Tabela 6.</b> Resultados dos ensaios de toxicidade sedimentar aguda e crónica com <i>C. multisetosum</i> , nas amostras de Setembro de 2000. Valores médios de 5 réplicas por sedimento, com a densidade inicial de 20 anfípodes por réplica. SC1 e SC2 = sedimentos controlo.	10

## **1. INTRODUÇÃO**

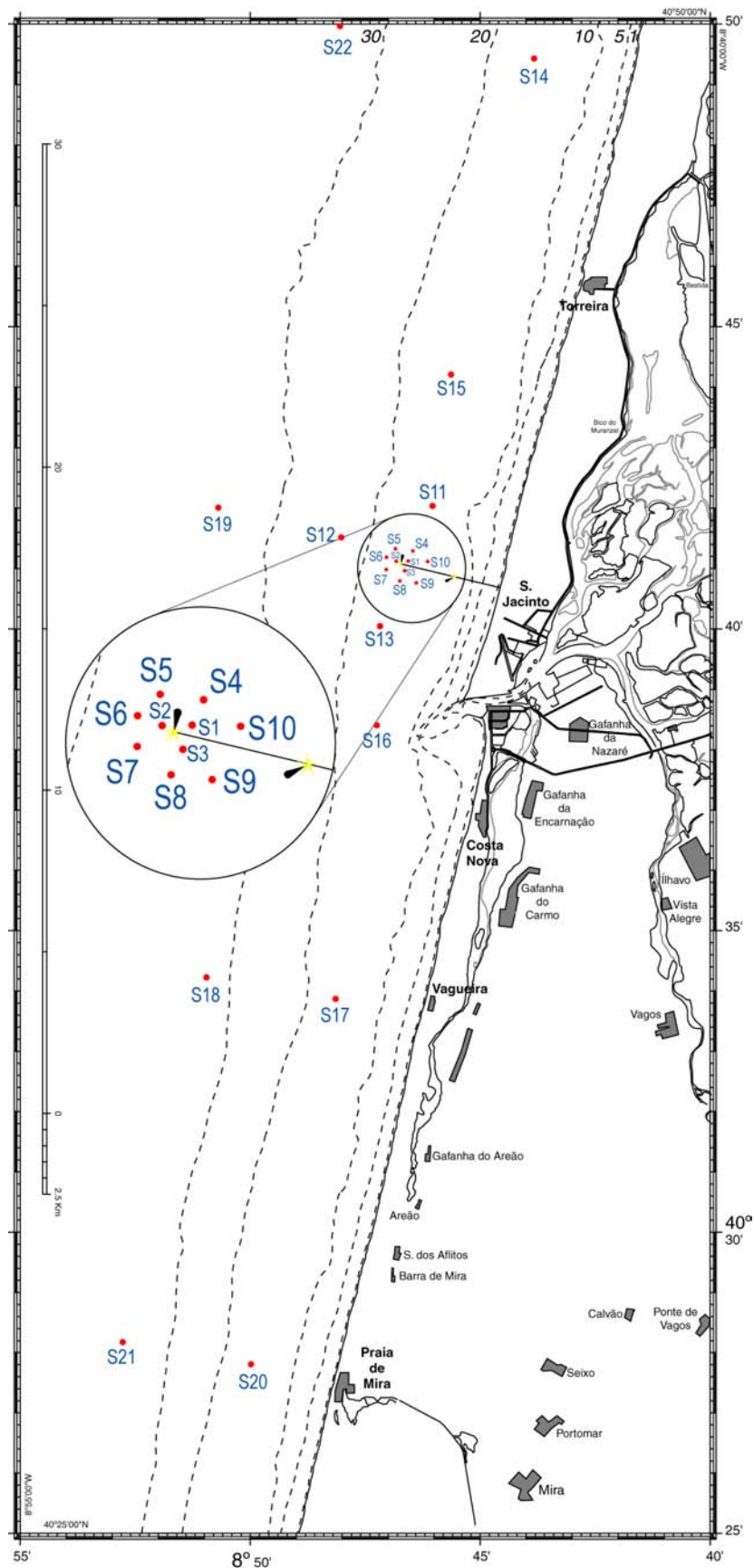
Neste relatório de progresso são apresentados os resultados à data disponíveis relativos à campanha de amostragem efectuada em Junho de 2001, inserida no estudo da qualidade sedimentar da região costeira adjacente ao emissário submarino de S. Jacinto. Esta campanha de amostragem foi realizada antes da entrada em funcionamento das estações de tratamento de águas residuais, Norte e Sul, as quais, como tal, não contribuem para o efluente lançado na região costeira via emissário submarino.

## **2. METODOLOGIA**

Foi seguida a metodologia global considerada na campanha de amostragem de Setembro de 2000, incluindo assim o estudo sinóptico de descritores de química ambiental (contaminação dos sedimentos superficiais), descritores biológicos (comunidades de invertebrados residentes nos sedimentos) e descritores ecotoxicológicos (ecotoxicologia dos sedimentos superficiais) (tríada de qualidade sedimentar, Chapman, 1990; 1996).

### **2.1 Amostragem**

A amostragem de sedimentos foi efectuada em 22 locais, posicionados ao longo de cerca de 40 Km de costa, entre Ovar e Mira, e as profundidades de 15 e 35 m. Estes locais incluem todos os realizados na campanha de Setembro de 2000 (dezoito) e os que então não puderam ser efectuados, dadas as condições adversas do estado do mar. A amostragem decorreu a bordo do NRP "ANDRÓMEDA", nos dias 27 e 28 de Junho de 2001 (ver Relatório "Região Costeira. Posicionamento"). A colheita dos sedimentos superficiais foi realizada com um amostrador quantitativo Smith-McIntyre, de 0,1m<sup>2</sup> de área unitária, operado com guincho hidrográfico. O posicionamento dos 22 locais é apresentado na Figura 1.



**Figura 1.** Emissário Submarino de S. Jacinto. Posicionamento do emissário e locais de amostragem destinados ao estudo da componente sedimentar, realizados em 27 e 28 de Junho de 2001.

## **2.2 Tratamento das amostras**

Em cada local de amostragem foram obtidas 6 amostras de sedimento, 3 destinadas ao estudo das comunidades de macrofauna e 3 ao estudo dos descritores sedimentares, química ambiental e ecotoxicologia. As amostras foram recolhidas a bordo, em caixas plásticas, com o cuidado de não perder sedimento ao abrir o amostrador. As três amostras destinadas ao estudo da macrofauna foram lavadas a bordo, individualmente, sobre um crivo de malha normalizada, de 1mm. O material retido no crivo foi fixado em formol a 10%, neutralizado e corado com Rosa de Bengale e transportado para o laboratório para posterior triagem e identificação taxonómica. As sub-amostras de sedimento para o estudo de descritores sedimentares, química ambiental e ecotoxicologia foram obtidas a partir de uma amostra compósita de três dragagens. Estas sub-amostras foram guardadas no frio e transportadas no final de cada dia de amostragem para o laboratório, onde foram devidamente armazenadas, no frio ou congelador, consoante o descritor em estudo. A bordo, com o sedimento ainda no amostrador, foi medida a temperatura e o potencial de oxidação-redução (Eh) do sedimento, a cerca de -4cm da superfície.

## **2.3 Descritores sedimentares e química ambiental**

A caracterização geral dos sedimentos superficiais foi baseada na análise da granulometria, teor em sólidos voláteis totais, temperatura e potencial de oxidação-redução. Os descritores de química ambiental incluíram a quantificação do teor em mercúrio total. Para os vários descritores, metodologia analítica foi semelhante à apresentada no relatório final relativo ao estudo efectuado no 1º semestre (Quintino e Rodrigues, 2001).

## **2.4 Descritores biológicos**

Em cada local de amostragem foram obtidas 3 amostras para o estudo das comunidades de invertebrados residentes nos sedimentos (macrofauna

bentónica). Estas amostras foram processadas individualmente, a bordo e no laboratório, determinando-se para cada a riqueza em espécies (S) e a abundância em indivíduos (A). A metodologia seguida no tratamento destas amostras, a bordo e no laboratório, foi a utilizada com as amostras de Setembro de 2000 (Quintino e Rodrigues, 2001). Os dados relativos ao estudo da macrofauna bentónica serão apresentados no relatório final, dado que o respectivo trabalho laboratorial se encontra em curso.

## **2.5 Descritores ecotoxicológicos**

O estudo ecotoxicológico dos sedimentos foi realizado com ensaios de toxicidade aguda e de toxicidade crónica, com sedimento integral, utilizando como espécie-teste o anfípode *Corophium multisetosum* e seguindo a metodologia apresentada anteriormente (Quintino e Rodrigues, 2001), exceptuando a duração do ensaio crónico. No presente trabalho, a exposição aos sedimentos em teste foi alargada para 28 dias.

## **2.6 Análise e tratamento de dados**

Os dados relativos aos descritores sedimentares e química ambiental, foram organizados em matrizes, (locais x variáveis ambientais) e submetidos a métodos de análise de classificação e de ordenação, seguindo a metodologia apresentada em Quintino e Rodrigues (2001). Neste relatório são também apresentados os resultados relativos aos ensaios ecotoxicológicos. O seu tratamento final e interpretação conjunta com os dados de macrofauna bentónica e química ambiental, ficam remetidos para o relatório final.

# **3. APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS**

## **3.1 Descritores sedimentares e química ambiental**

Os resultados relativos à análise granulométrica dos sedimentos superficiais são apresentados na Tabela 1. À semelhança do verificado com as amostras

obtidas em Setembro de 2000, todos os sedimentos apresentam baixo teor em finos (partículas de dimensão inferior a 0,063 mm) e a maioria dos sedimentos apresenta baixo teor em cascalho (partículas de dimensão superior a 2,000 mm). Neste caso, a excepção corresponde aos locais S18, S19, S21 e S22, os quais se situam a maior profundidade (cf. Figura 1). Na Tabela 2, os mesmos dados são apresentados sob a forma de percentagem cumulativa, permitindo verificar em que fracção granulométrica se situa a mediana (percentil 50).

**Tabela 1.** Granulometria dos sedimentos superficiais, campanha de 27 e 28 de Junho 2001. Valores expressos em percentagem do peso seco do sedimento total.

	Fracções granulométricas (mm)							Total
	Superior	1,000	0,500	0,250	0,125	0,063	Inferior	
	a 2,000	a 2,000	a 1,000	a 0,500	a 0,250	a 0,125	a 0,063	
<b>S1</b>	0,16	0,85	3,20	3,72	40,23	49,99	1,89	100,0
<b>S2</b>	0,12	0,10	0,30	2,29	44,67	50,42	2,16	100,1
<b>S3</b>	0,44	0,16	0,61	2,76	58,60	35,99	1,50	100,1
<b>S4</b>	0,23	0,07	0,11	0,47	60,66	36,26	2,25	100,1
<b>S5</b>	0,04	0,03	0,14	0,69	48,89	47,94	2,36	100,1
<b>S6</b>	0,01	0,04	0,13	0,54	43,44	53,13	2,78	100,1
<b>S7</b>	0,07	0,02	0,10	0,73	54,49	41,91	2,78	100,1
<b>S8</b>	0,14	0,02	0,14	1,07	48,60	47,78	2,36	100,1
<b>S9</b>	0,26	0,17	0,24	1,15	59,98	36,17	2,06	100,0
<b>S10</b>	0,05	0,16	0,22	0,81	54,14	42,18	2,61	100,2
<b>S11</b>	0,16	0,07	0,83	3,93	50,98	41,61	2,48	100,1
<b>S12</b>	0,00	0,06	1,25	1,86	41,48	52,82	2,60	100,1
<b>S13</b>	0,01	0,02	0,14	1,37	47,54	48,46	2,53	100,1
<b>S14</b>	0,02	0,07	1,17	4,53	52,83	39,28	2,16	100,0
<b>S15</b>	0,40	0,10	1,76	8,09	43,46	44,55	1,67	100,0
<b>S16</b>	0,33	0,17	1,00	6,62	55,66	34,18	2,10	100,1
<b>S17</b>	0,15	0,29	2,91	21,43	46,56	27,64	1,07	100,1
<b>S18</b>	20,14	29,76	25,77	22,99	1,40	0,03	0,01	100,1
<b>S19</b>	25,66	27,79	37,82	8,38	0,39	0,03	0,01	100,1
<b>S20</b>	0,04	0,05	0,36	3,01	62,14	32,95	1,53	100,1
<b>S21</b>	23,44	23,20	30,03	21,13	2,27	0,06	0,01	100,1
<b>S22</b>	15,97	30,32	38,84	13,69	1,07	0,07	0,01	100,0

De acordo com a escala de Wentworth, baseada na mediana (Buchanan, 1984), os sedimentos dos locais S1 a S17 e S20 são classificados como areia fina (mediana entre 2 e 3  $\phi$ , sendo  $\phi = -\log_2$  diâmetro da partícula em mm), ou muito fina (mediana entre 3 e 4  $\phi$ ). Os locais S18, S19, S21 e S22 apresentam um sedimento muito diferente, classificado como areia grosseira (local S19, mediana entre 0 e 1  $\phi$ ) ou muito grosseira (locais S18, S21 e S22, mediana entre -1 e 0  $\phi$ ).



**Tabela 2.** Granulometria dos sedimentos superficiais, campanha de 27 e 28 de Junho 2001. Valores expressos em percentagem cumulativa, relativa ao peso seco do sedimento total.

	<b>Fracções granulométricas (mm)</b>						
	Superior	1,000	0,500	0,250	0,125	0,063	0,000
	a 2,000	a 2,000	a 1,000	a 0,500	a 0,250	a 0,125	a 0,063
<b>S1</b>	0,16	1,01	4,21	7,93	48,16	98,16	100,04
<b>S2</b>	0,12	0,22	0,52	2,81	47,48	97,89	100,05
<b>S3</b>	0,44	0,60	1,21	3,97	62,56	98,56	100,06
<b>S4</b>	0,23	0,29	0,41	0,88	61,54	97,81	100,05
<b>S5</b>	0,04	0,07	0,21	0,90	49,79	97,72	100,08
<b>S6</b>	0,01	0,05	0,18	0,72	44,16	97,30	100,08
<b>S7</b>	0,07	0,08	0,18	0,91	55,40	97,31	100,09
<b>S8</b>	0,14	0,16	0,30	1,37	49,97	97,75	100,11
<b>S9</b>	0,26	0,44	0,67	1,82	61,80	97,97	100,03
<b>S10</b>	0,05	0,22	0,43	1,24	55,38	97,55	100,17
<b>S11</b>	0,16	0,23	1,07	5,00	55,98	97,60	100,08
<b>S12</b>	0,00	0,06	1,31	3,17	44,65	97,47	100,08
<b>S13</b>	0,01	0,03	0,17	1,55	49,09	97,55	100,08
<b>S14</b>	0,02	0,09	1,26	5,78	58,61	97,89	100,05
<b>S15</b>	0,40	0,49	2,25	10,34	53,80	98,35	100,02
<b>S16</b>	0,33	0,50	1,49	8,12	63,77	97,95	100,05
<b>S17</b>	0,15	0,44	3,35	24,78	71,35	98,99	100,05
<b>S18</b>	20,14	49,90	75,67	98,66	100,06	100,09	100,10
<b>S19</b>	25,66	53,45	91,27	99,65	100,03	100,06	100,07
<b>S20</b>	0,04	0,09	0,45	3,46	65,60	98,55	100,08
<b>S21</b>	23,44	46,64	76,67	97,80	100,07	100,12	100,13
<b>S22</b>	15,97	46,29	85,14	98,83	99,89	99,96	99,97

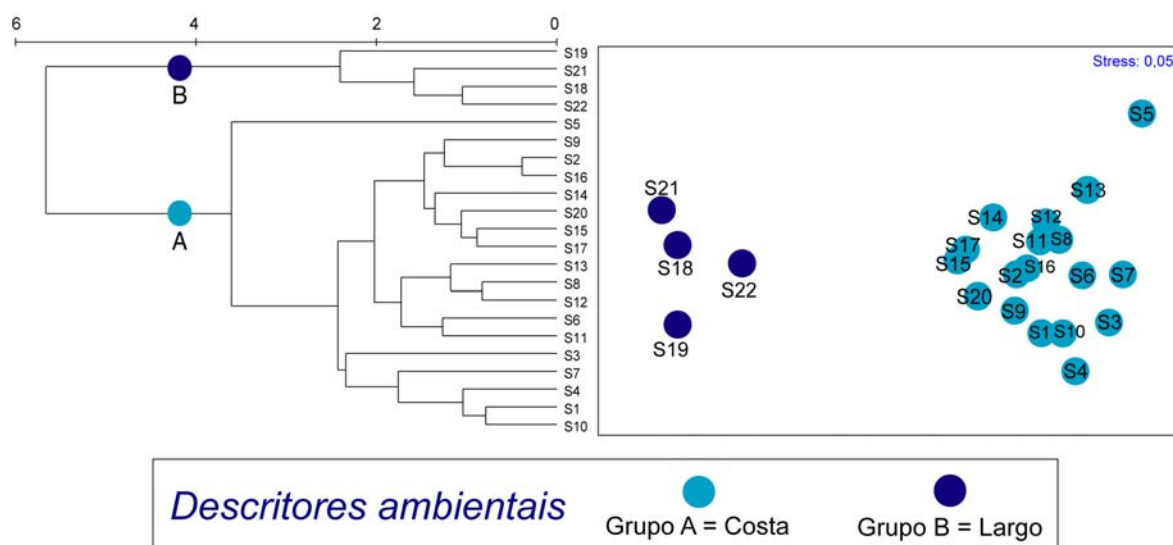
Na Tabela 3 é apresentada uma súmula dos resultados obtidos para os vários descritores ambientais, os quais, na globalidade, são muito comparáveis aos obtidos na campanha de Setembro de 2000. O potencial de oxidação-redução apresenta valores elevados, como seria de esperar em sedimentos arenosos da plataforma continental. O teor em sólidos voláteis totais é baixo, concordante com o teor também baixo em partículas finas. As concentrações em mercúrio total são mais baixas nos quatro locais de sedimento mais grosseiro, mais profundos, embora, na globalidade, todos os valores sejam relativamente baixos, indicando que não existe contaminação relevante dos sedimentos com este metal.

A aplicação de métodos de classificação e de ordenação aos dados da Tabela 3 forneceu os resultados apresentados na Figura 2. A classificação identifica dois grupos de afinidade, A e B, cuja separação é confirmada pelo diagrama de ordenação. Os locais de amostragem que compõem estes dois grupos

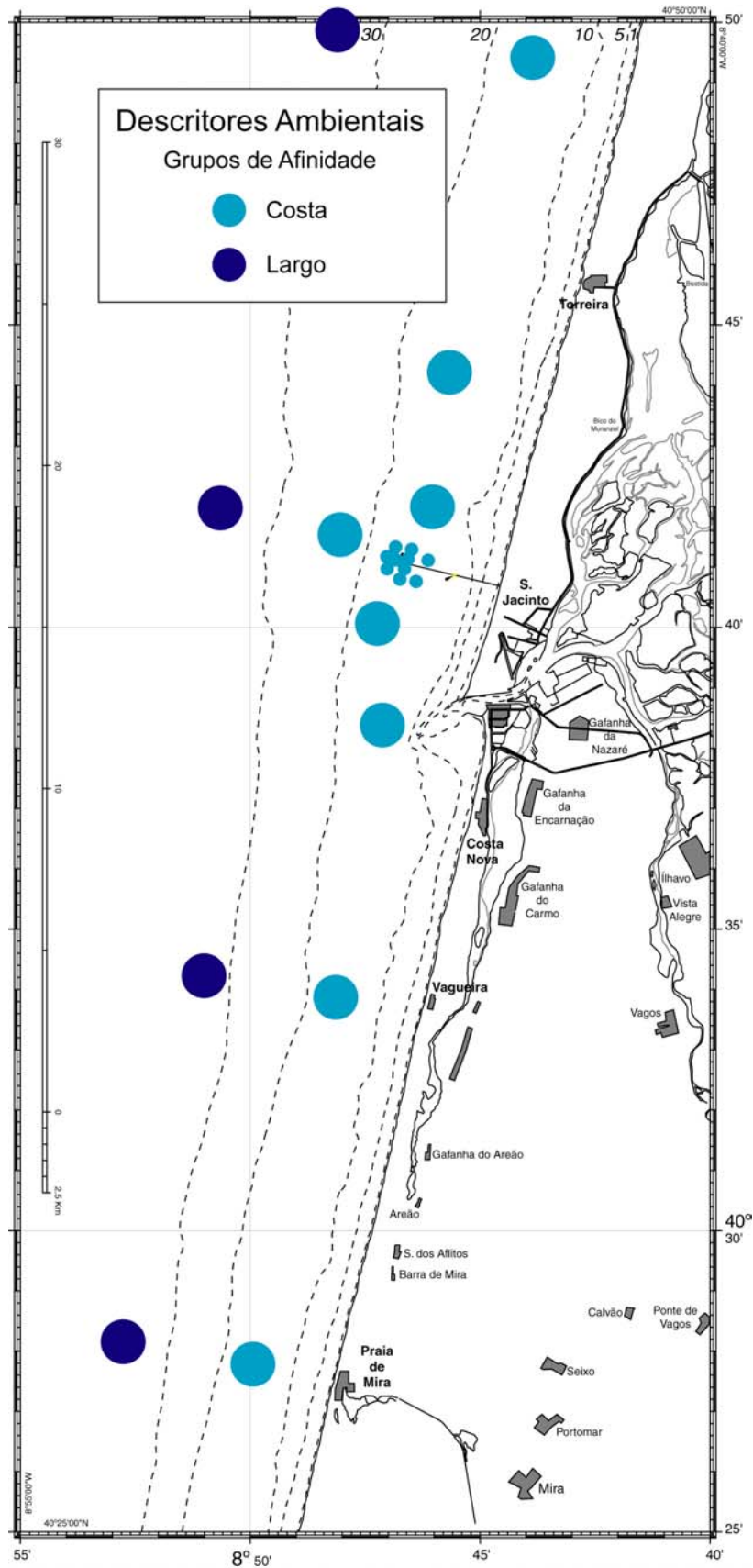
correspondem a um gradiente no sentido Costa → Largo. A repartição espacial dos grupos A e B é apresentada na Figura 3. Estes resultados são em tudo semelhantes aos obtidos com as amostras de Setembro de 2000.

**Tabela 3.** Descritores ambientais nos sedimentos superficiais, campanha de amostragem de 27 e 28 de Junho de 2001 (Eh – potencial de oxidação-redução; SVT – sólidos voláteis totais; Hg total – mercúrio total).

	Temperatura (°C)	Eh (mV)	SVT (%)	Finos (%)	Areia (%)	Cascalho (%)	Hg total (ng.g-1)
<b>S1</b>	15,1	285	0,50	1,89	97,99	0,16	4,2
<b>S2</b>	14,4	304	0,45	2,16	97,78	0,12	4,4
<b>S3</b>	14,6	261	0,51	1,50	98,12	0,44	6,5
<b>S4</b>	15,5	282	0,65	2,25	97,58	0,23	4,4
<b>S5</b>	13,9	259	1,33	2,36	97,69	0,04	4,4
<b>S6</b>	14,7	286	0,81	2,78	97,29	0,01	4,3
<b>S7</b>	14,9	233	0,69	2,78	97,25	0,07	4,5
<b>S8</b>	14,2	258	0,63	2,36	97,61	0,14	4,3
<b>S9</b>	14,8	318	0,57	2,06	97,71	0,26	3,8
<b>S10</b>	15,1	286	0,54	2,61	97,50	0,05	4,3
<b>S11</b>	14,2	310	0,73	2,48	97,43	0,16	4,5
<b>S12</b>	13,9	268	0,52	2,60	97,47	0,00	4,3
<b>S13</b>	13,8	248	0,80	2,53	97,53	0,01	4,4
<b>S14</b>	13,8	316	0,49	2,16	97,87	0,02	3,9
<b>S15</b>	14,1	328	0,46	1,67	97,95	0,40	3,0
<b>S16</b>	14,3	293	0,46	2,10	97,62	0,33	4,6
<b>S17</b>	14,1	318	0,54	1,07	98,84	0,15	3,6
<b>S18</b>	13,9	374	0,14	0,01	79,95	20,14	1,0
<b>S19</b>	14	293	0,20	0,01	74,40	25,66	1,2
<b>S20</b>	14,5	318	0,38	1,53	98,51	0,04	3,5
<b>S21</b>	13,6	381	0,37	0,01	76,69	23,44	1,4
<b>S22</b>	14,1	354	0,22	0,01	83,99	15,97	1,3



**Figura 2.** Emissário submarino de S. Jacinto, Junho de 2001. Análise de classificação com identificação dos grupos de afinidade A e B entre locais de amostragem, com base na análise dos descritores ambientais. Representação dos locais de amostragem e respectivos grupos de afinidade num diagrama de ordenação (MDS) a duas dimensões.



**Figura 3.** Emissário submarino de S. Jacinto, Junho 2001. Grupos de afinidade “Costa” e “Largo”, com base na análise dos descritores ambientais. Estes grupos determinam um gradiente ambiental cujo eixo principal se estabelece perpendicularmente à costa.

Na Tabela 4 são apresentados os valores médios dos vários descritores ambientais, nos grupos de afinidade “Costa” e “Largo”. A distinção entre os dois grupos é devida às características granulométricas dos sedimentos superficiais. O grupo “Costa” é caracterizado por um sedimento do tipo areia fina a muito fina. O grupo “Largo” corresponde aos locais de amostragem mais profundos e é caracterizado por um sedimento do tipo areia muito grosseira. Em ambos, o teor em finos e em sólidos voláteis é baixo. O teor em mercúrio total é superior no grupo mais próximo da costa (*cf.* Tabela 4).

**Tabela 4.** Valores médios dos descritores ambientais nos grupos de afinidade “Costa” e “Largo”, identificados nas análise de classificação e ordenação. A negrito assinalam-se os grupos nos quais os vários descritores apresentam os valores mais elevados. Costa: n=18; Largo: n=4; d.p. = desvio-padrão.

	Grupos de afinidade ambiental			
	Costa		Largo	
	(Locais S1 a S17 e S20)		(Locais S18, S19, S21 e S22)	
	Média	d.p.	Média	d.p.
Temperatura (°C)	<b>14,43</b>	0,497	13,9	0,216
Potencial de oxidação-redução (mV)	287,3	28,06	<b>350,5</b>	40,00
Sólidos voláteis totais(%)	<b>0,61</b>	0,216	0,23	0,098
Teor em finos (%)	<b>2,16</b>	0,476	0,01	0,0005
Teor em areia (%)	<b>97,76</b>	0,409	78,76	4,164
Teor em cascalho (%)	0,15	0,135	<b>21,30</b>	4,216
Hg total (ng/g)	<b>4,27</b>	0,698	1,23	0,171

### 3.2 Descritores ecotoxicológicos

A Tabela 5 apresenta um resumo dos resultados obtidos nos ensaios de toxicidade sedimentar aguda e crónica efectuados com os sedimentos obtidos na campanha de Junho 2001. Os resultados obtidos em Setembro de 2000 são apresentados na Tabela 6, para efeitos comparativos.

A sobrevivência foi bastante elevada na globalidade dos sedimentos e em ambos os ensaios. No ensaio de toxicidade aguda, 16 dos 22 sedimentos apresentaram mortalidade inferior a 10%, valor exigido no sedimento controlo para que o ensaio seja considerado válido. Nos outros sedimentos, o valor foi

apenas ligeiramente superior a 10%. A mortalidade ultrapassou 20% da população em teste apenas num dos sedimentos, no ensaio crónico (local 8). Os valores obtidos indicam que os sedimentos não apresentaram sinais de toxicidade letal para a espécie testada.

**Tabela 5.** Resultados dos ensaios de toxicidade sedimentar aguda e crónica com *C. multisetosum*, nas amostras de Junho de 2001. Valores médios de 5 réplicas por sedimento, com a densidade inicial de 20 anfípodes por réplica (SC1 e SC2 - sedimentos controlo; S1 - Sobrevivência média, ensaio agudo; S2 - Sobrevivência média, ensaio crónico; P - Peso médio individual no final do ensaio; F - Número médio de fêmeas grávidas).

27 e 28 de Junho de 2001	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	SC1
S1 (N)	18,0	18,4	17,8	17,6	18,6	18,0	18,4	18,0	18,0	18,2	18,4	19,2
S2 (N)	16,6	17,0	16,2	16,2	18,2	18,0	16,6	15,6	16,4	17,4	17,4	19,6
P (mg) <sup>a, c</sup>	0,86	0,85	0,93	1,00	1,09	1,12	0,89	0,67	0,62	0,72	1,16	1,38
F (N) <sup>a</sup>	2,7	3,0	3,2	3,6	5,4	6,0	3,0	2,1	2,4	2,6	6,8	8,8
F (%) <sup>b</sup>	16,0	17,4	19,7	22,4	29,6	33,4	18,1	13,6	14,9	15,1	39,3	44,9
27 e 28 de Junho de 2001	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18	S19	S20	S21	S22	SC2
S1 (N)	17,8	17,8	18,4	17,8	18,2	18,2	18,2	17,6	18,6	18,2	18,6	19,4
S2 (N)	17,8	18,4	18,2	17,0	18,2	18,4	18,2	17,8	18,6	18,0	19,0	19,2
P (mg) <sup>a, c</sup>	0,86	1,24	1,10	0,87	1,10	1,15	1,11	1,14	1,18	1,20	1,26	1,29
F (N) <sup>a</sup>	3,0	6,8	6,6	2,9	6,4	6,6	6,6	6,4	6,6	6,8	7,0	7,0
F (%) <sup>b</sup>	16,9	37,2	36,3	17,2	35,2	35,9	36,3	35,9	35,7	37,7	36,8	36,5

<sup>a</sup> média ponderada pelo nº de sobreviventes

<sup>b</sup> percentagem relativa aos sobreviventes

<sup>c</sup> peso médio individual inicial para os ensaios crónicos (mg) = 0,11 (n=5x20)

**Tabela 6.** Resultados dos ensaios de toxicidade sedimentar aguda e crónica com *C. multisetosum*, nas amostras de Setembro de 2000. Valores médios de 5 réplicas por sedimento, com a densidade inicial de 20 anfípodes por réplica. SC1 e SC2 = sedimentos controlo.

27 e 28 de Setembro de 2000	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	SC1
Sobrevivência média – agudo (N)	18,4	18,8	17,8	17,0	19,2	18,2	18,8	17,6	17,2	19,0
Sobrevivência média – crónico (N)	18,4	18,0	16,4	16,8	19,2	19,4	18,4	18,4	18,8	18,8
Peso médio individual (mg) <sup>a, c</sup>	0,56	0,65	0,65	0,65	0,63	0,67	0,62	0,65	0,56	0,93
Nº médio de fêmeas grávidas (N) <sup>a</sup>	0,6	4,4	3,3	4,4	3,0	5,6	2,9	2,9	0,8	6,5
Nº médio de fêmeas grávidas (%) <sup>b</sup>	3,3	24,4	19,5	26,2	15,6	28,9	16,3	16,3	4,3	34,0
27 e 28 de Setembro de 2000	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S19	S22	SC2
Sobrevivência média – agudo (N)	18,4	18,8	17,0	17,0	18,2	17,0	18,0	17,3	19,0	-
Sobrevivência média – crónico (N)	17,6	17,8	16,4	19,4	17,4	17,4	18,6	17,2	17,2	19,0
Peso médio individual (mg) <sup>a, c</sup>	0,60	0,70	0,62	0,72	0,68	0,54	0,80	0,67	0,63	0,91
Nº médio de fêmeas grávidas (N) <sup>a</sup>	1,6	4,8	2,6	5,2	3,9	1,3	4,2	3,4	4,0	7,8
Nº médio de fêmeas grávidas (%) <sup>b</sup>	9,1	27,0	15,9	26,8	21,8	6,9	22,6	19,8	23,3	41,0

<sup>a</sup> média ponderada pelo nº de sobreviventes

<sup>b</sup> percentagem relativa aos sobreviventes

<sup>c</sup> peso médio individual inicial para os ensaios crónicos (mg) = 0,11 (n=5x20)

Quanto aos restantes parâmetros ecotoxicológicos medidos nos ensaios crónicos, os resultados obtidos com as amostras de Junho de 2001 mostraram valores de crescimento e de fecundidade mais elevados do que os obtidos com as amostras de Setembro de 2000, incluindo os do sedimento controlo (*cf.* Tabelas 5 e 6). Estes valores mais elevados devem-se ao aumento do tempo de exposição utilizado no ensaio, de 21 para 28 dias. Nas amostras de Junho de 2001, ambos os descritores apresentaram, nalguns sedimentos, valores tão elevados como os observados no sedimento controlo (*cf.* Tabela 5), o que não havia acontecido com os ensaios efectuados em Setembro 2000. Contudo, continuaram a verificar-se valores relativamente mais baixos, quer de crescimento quer do número médio de fêmeas grávidas, nalguns sedimentos. O número médio de fêmeas grávidas, nomeadamente, quando expresso em percentagem do número de sobreviventes, apresentou valores inferiores a 20% nos locais 1, 2, 3, 7 a 10, 12 e 15, nas amostras obtidas em Junho 2001, e nos locais 1, 3, 5, 7 a 10, 12 e 15, nas amostras obtidas em Setembro de 2000. Nestes locais, o crescimento foi também menor. Não é possível, de momento avançar uma explicação para o que parece ser um padrão repetitivo, o qual afecta sobretudo locais situados mais próximo do emissário, embora não todos.

#### **4. CONCLUSÕES PRELIMINARES**

Os resultados apresentados neste relatório de progresso mostram nítida semelhança nos valores apresentados pelos descritores sedimentares de base em Setembro de 2000 e em Junho de 2001, nomeadamente no que respeita às características granulométricas, teor em sólidos voláteis e contaminação por mercúrio total. Os gradientes ambientais de fundo nesta região costeira em ambas as épocas de amostragem foram essencialmente os mesmos, no que respeita ao ambiente sedimentar. Os ensaios de toxicidade sedimentar mostraram também que nenhum dos sedimentos induz mortalidade significativa na espécie-teste, quer nos ensaios agudos, quer nos crónicos. Alguns dos sedimentos parecem contudo afectar sistematicamente tanto o crescimento como

a fecundidade da mesma espécie. Estes sedimentos localizam-se na proximidade do emissário, embora não incluam a totalidade dos locais aí prospectados.

## 5. BIBLIOGRAFIA

- Buchanan, J.B., 1984. Sediment Analysis. *in: Methods for the Study of Marine Benthos*. Ed. N. A. Holme & A. D. McIntyre. Blackwell Scientific Publications, Oxford. 2nd edition: 41-65.
- Chapman, P. M., 1990. The sediment quality triad approach to determining pollution-induced degradation. *The Science of the Total Environment*, 97/98, 815-825.
- Chapman, P. M., 1996. Presentation and interpretation of the sediment quality triad data. *Ecotoxicology*, 5, 327-339.
- Quintino, V. & A. M. Rodrigues, 2001. Monitorização ambiental associada ao funcionamento do emissário submarino de S. Jacinto. Região Costeira. 2. Qualidade Sedimentar. Relatório final do 1º semestre. Agosto 2001.



# Monitorização ambiental associada ao funcionamento do emissário submarino de S. Jacinto



## Região Costeira 3. Qualidade da Água



Relatório de Progresso - 2º Semestre

Janeiro 2002





# MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DO EMISSÁRIO SUBMARINO DE S.JACINTO

RELATÓRIO DA CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO MAR

Campanha de Junho 2001

Relatório de Progresso

**Coordenação:** Cristina Santos e Justina Catarino

**Composição elementar:** Manuela Bordalo, Alexandra Barreiros e Catarina Ralheta

**Composição físico-química** (restantes parâmetros): Zélia Figueiredo, Adelina Moreira, Manuela Raposo, Anabela Mourato, Sandra Lemos e Sofia Rodrigues

**Ecotoxicidade:** Elsa Mendonça e Pedro Santos

**Componente microbiológica e fitoplancton:** Angela Cunha, Adelaide Almeida, Anabela Pereira, Isabel Henriques

**Composição da matéria orgânica:** Teresa R. Santos, Eduarda Pereira e Armando Duarte

Contribuição do Prof. Ramiro Neves

**MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DO EMISSÁRIO SUBMARINO DE**  
**S.JACINTO**

RELATÓRIO DA QUALIDADE DA ÁGUA DO MAR  
Relatório de Progresso  
Junho 2001

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>3</b>
<b>2. METODOLOGIAS .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. PARÂMETROS ANALISADOS .....</b>	<b>5</b>
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS .....</b>	<b>8</b>
<b>3.2. RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS .....</b>	<b>12</b>
<b>3.3. SESTON E PRODUÇÃO PRIMÁRIA .....</b>	<b>14</b>
<b>3.4. ECOTOXICIDADE .....</b>	<b>16</b>
<b>3.5. COMPOSIÇÃO DA MATÉRIA ORGÂNICA .....</b>	<b>17</b>
<b>3.6. ZOOPLANCTON .....</b>	<b>24</b>
<b>3.7. COMPOSIÇÃO ELEMENTAR .....</b>	<b>24</b>
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>25</b>
<b>5. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>27</b>

ANEXO I    Tabelas de Resultados

---

## 1. INTRODUÇÃO

O emissário de S.Jacinto lança no oceano Atlântico águas residuais domésticas e industriais tratadas. O programa de Monitorização Ambiental do Emissário de S.Jacinto, aprovado pela SIMRIA, S.A. para os anos 2000-2001, deu início à caracterização do estado de qualidade da zona envolvente do emissário, das praias e do ecossistema Ria de Aveiro.

Concluída a primeira fase do trabalho (com a entrega do relatório relativo às campanhas de Setembro de 2000 e Janeiro de 2001 – 1º semestre), aguarda-se a conclusão da segunda fase com a realização da última campanha de amostragem adiada sucessivamente (devido a problemas com o navio e com o mau estado do mar), sendo então entregue o relatório final - 2º semestre. O presente documento é o relatório de progresso relativo à campanha realizada em 26 de Junho de 2001.

O INETI e a UA, nesta data – Junho 2001 - caracterizaram o efluente descarregado na câmara de carga, o meio receptor à saída do emissário (coluna de água) e as praias a norte e a sul da barra. A caracterização do efluente encontra-se em documento à parte.

## 2. METODOLOGIAS

As metodologias de amostragem e de análise foram em tudo semelhantes às seguidas nas duas outras campanhas encontrando-se, por isso, descritas no relatório do 1º semestre. Relembrem-se aqui, no entanto, os locais amostrados e os parâmetros analisados.

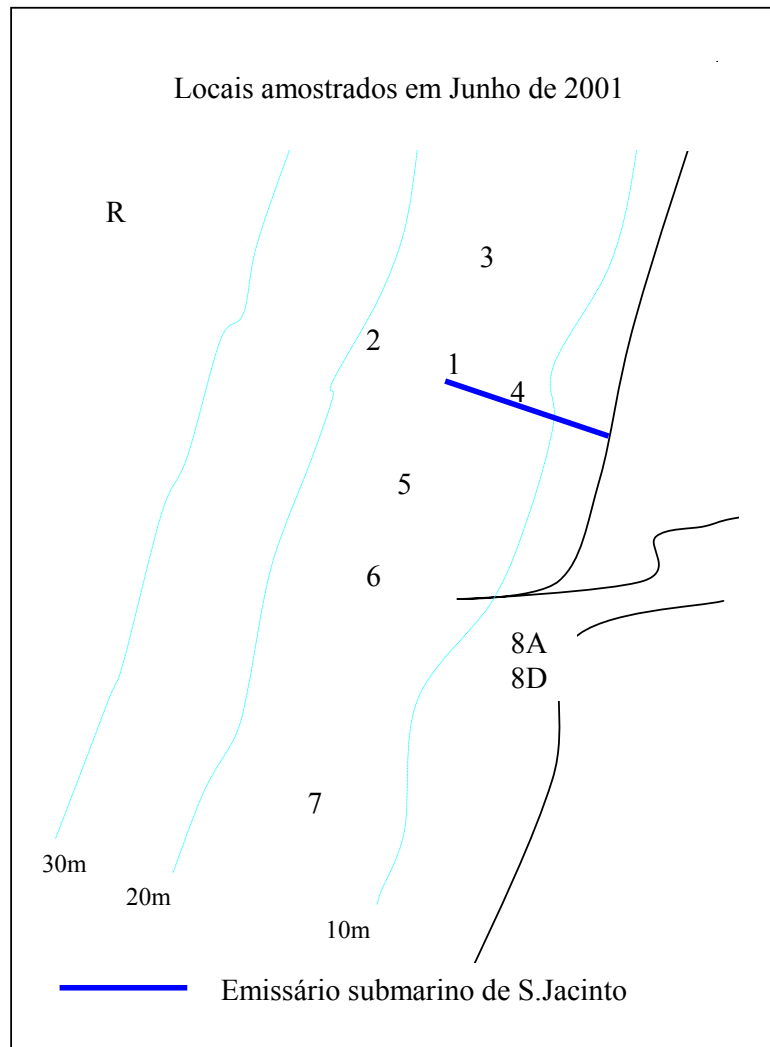


Figura 1 – Localização esquemática das estações de colheita na campanha de 26 de Junho de 2001.

## 2.1. Parâmetros analisados

As determinações analíticas foram efectuadas no INETI - núcleos de métodos clássicos e de TXRF do LAACQ e Unidade de Monitorização e Ecotoxicidade do DB e na Universidade de Aveiro (♦) – Sector de Microbiologia e Genética do Departamento de Biologia, e Departamento de Química. Os óleos, gorduras e hidrocarbonetos foram determinados no Instituto Hidrográfico. Os métodos de análise utilizados para cada parâmetro foram os seguintes:

Parâmetro	Método de análise/Referência
pH.....	potenciometria*
Cor .....	ISO 7887
Transparência.....	Disco de Secchi*
Sílica .....	SMEWW 4500-Si E
Fosfatos.....	Strickland e Parsons (EAM) *
Nitritos .....	SKALAR 21625*
Nitratos.....	SKALAR 461*
Azoto amoniacal.....	Aminot e Chaussepied (EAM)*
Oxigénio dissolvido .....	NP – 733
Sólidos suspensos totais.....	SMEWW 2540-D
Cianetos .....	ISO 6703-1
Fenóis.....	ISO 6439
Óleos e gorduras .....	Método interno IH (1A/O) (EIV)*
Hidrocarbonetos.....	Método interno IH (1A/O) (EIV)*
Tensoactivos aniónicos .....	INETI/LAACQ 200.05
Composição elementar.....	TXRF*
Clorofila <i>a</i> ♦.....	Yentsch e Menzel*
Seston ♦.....	Parsons & al*
Produção primária do plâncton. ♦ .....	(ver texto rel. 1º sem.)*
Coliformes totais♦.....	membranas filtrantes*
Coliformes fecais♦.....	membranas filtrantes*
Estreptococos fecais♦.....	membranas filtrantes*
Saprófitas♦.....	( ver texto rel. 1º sem.)*
Ecotoxicidade.....	ISO/FDIS 11348-3*
Composição da matéria orgânica (fingerprinting)♦.....	(ver texto rel. 1º sem.)*
Zooplâncton♦.....	arrastos oblíquos*

Todos os ensaios estão acreditados ao Sistema Português da Qualidade, com excepção dos assinalados com asterisco (\*).

A percentagem de oxigénio dissolvido em relação à saturação foi calculada através da expressão:

$$\%O_2 = \frac{\text{concentração medida (ml/L)}}{\text{solubilidade}} \times 100$$

### 3. RESULTADOS

Todos os resultados brutos (físico-químicos e microbiológicos) encontram-se em tabelas anexas a este documento (Anexo I). Os boletins analíticos emitidos pelo INETI serão fornecidos com o relatório semestral.

Os resultados obtidos foram discutidos tendo em consideração o documento elaborado pelo INAG “Linhas de orientação Metodológica para a elaboração dos Estudos Técnicos Necessários para cumprir o Artigo 7º do Decreto-Lei 152/97 – descargas de águas residuais em zonas menos sensíveis” bem como o Decreto-Lei 236/98 e em particular o estipulado no seu Anexo XV (Qualidade das águas balneares).

#### *Tabelas de referência para discussão dos resultados*

No Quadro I inscrevem-se os valores máximos recomendáveis (VMR) e os valores máximos admissíveis (VMA) que constam do Anexo XV (Qualidade das águas balneares) do Decreto-Lei 236/98 para os parâmetros determinados e os valores constantes no documento INAG relativos a descargas de águas residuais em zonas marinhas menos sensíveis, que servirão de referência aos resultados obtidos.

Indicam-se ainda, a título informativo, os valores legais constantes do Anexo XXI (Objectivos ambientais de qualidade mínima para águas superficiais) do mesmo Decreto-Lei, para os parâmetros azoto amoniacal, nitritos e fosfatos, que embora mencionados no anexo XV, não apresentam quaisquer limites legais para os referidos parâmetros.

Quadro I - Valores de referência para alguns parâmetros físico-químicos. VMR – Valor Máximo Recomendável; VMA – Valor Máximo Admissível.

Parâmetro	Qualidade das águas Balneares D.L. 236/98 (Anexo XV)		Documento INAG	Qualidade mínima para águas superficiais D.L. 236/98 (Anexo XXI)
	VMR	VMA	Valores Limite à superfície	VMA
<b>pH</b> (escala Sorënsen)	---	6-9	---	5-9
<b>Transparência</b> (m)	2	1	>2 , no Inverno	---
<b>Oxigénio Dissolvido</b> (%Sat)	80-120 % de saturação	---	>90% de saturação, no Verão	50%
<b>Nitratos dissolvidos</b> (mgN/L)	---	---	<0,930 ( mg/L NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) ou <0,210 ( mg/L N), no Inverno	---
<b>Azoto amoniacal</b> (mg NH <sub>4</sub> /L)	---	---	---	1
<b>Fósforo total</b> (mg P/L)	---	---	---	1
<b>Clorofila a</b> (mg/m <sup>3</sup> )	---	---	<10mg/m <sup>3</sup> no Verão	---
<b>Cor</b> (mgPt-Co/L)		Sem alteração	---	---
<b>Óleos minerais</b> mg/L	0,3	---	---	---
<b>Tensoactivos</b> mg/L sulfato de laurilo e sódio	0,3	---	---	0,5
<b>Fenóis</b> mg C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH /L	0,005	0,05	---	---
<b>Cianetos</b> mg CN/L	---	---	---	0,05

Quadro II - Valores estabelecidos pelo DL 236/98, no que se refere aos indicadores de poluição entérica. Valor Máximo Recomendado (VMR) e Valor Máximo Admissível (VMA).

	Águas Balneares	
	Anexo XV - DL 236/98	
Parâmetros/100ml	VMR	VMA
Coliformes totais	500	10 000
Coliformes fecais	100	2 000
Estreptococos fecais	100	-

### 3.1. Resultados físico-químicos

Uma apreciação global dos parâmetros analisados na água do mar, na campanha de Junho, não revelou a presença de concentrações de substâncias tidas como perigosas ou indesejáveis como cianetos, fenóis, óleos e gorduras, hidrocarbonetos e tensoactivos aniónicos, cujos valores se situaram abaixo dos limites de quantificação.

Relativamente ao pH, os valores determinados *in situ* foram os esperados para uma água do mar. Variaram entre 8 e 8,2 não pondo em causa a apreciável capacidade tampão da água do mar.

Neste estudo, nas águas superficiais a percentagem de saturação, superior a 100% em todos os locais, ultrapassou sempre o valor estabelecido, de 90% de saturação, pelo INAG.

Os resultados obtidos para parâmetros como temperatura, oxigénio dissolvido, azoto amoniacal, clorofila a e nitratos (Fig.2) e segundo Ramiro Neves (sic.) “apontam no seu conjunto para uma situação de *upwelling*– processo forçado pelo vento do quadrante norte, que na nossa costa origina um escoamento à superfície dirigido para o largo e no fundo dirigido para a costa. A profundidade da água trazida para a costa aumenta com a intensidade do vento e pode ser identificada pela temperatura. Água com temperaturas da ordem dos 14 °C vem de profundidades da ordem dos 200 metros. A luz não penetra até esta profundidade e como consequência aí não há produção primária, sendo por conseguinte uma zona de respiração e consequente regeneração de nutrientes.



Durante o Verão estabelece-se uma termoclina que dificulta a difusão vertical e por conseguinte os nutrientes não podem ser difundidos para a zona fótica. Nestas condições, a zona acima da termoclina tem produção primária intensa na primavera, que origina o consumo dos nutrientes e exportação de matéria orgânica particulada para as camadas mais profundas do oceano onde é remineralizada. O *upwelling* (ou ressurgência de água profunda) transporta a água abaixo da termoclina para as camadas superficiais junto à costa, fazendo baixar a temperatura e aumentando a disponibilidade de nutrientes e a produção primária. A produção primária começa logo que esta água entra na zona fótica. Na zona do emissário o fundo do mar está a cerca de duas dezenas de metros de profundidade e por isso na zona fótica. Assim, a água proveniente das camadas a 200 metros de profundidade fica sujeita a produção primária ainda junto ao fundo.

As concentrações de nitrato medidas junto ao fundo são muito superiores às medidas junto à superfície, excepto nos pontos mais próximos da embocadura. Esta distribuição sugere que a fonte de nitrato não é a ria, mas o oceano e que os nitratos são transportados do oceano junto ao fundo. Esta distribuição é por isso consistente com uma situação de *upwelling*.

As concentrações de fitoplâncton são também mais elevadas junto ao fundo, com excepção do ponto 8, medido na embocadura. A distribuição de amónia é muito semelhante à do fitoplâncton. Estas distribuições sugerem que a produção de fitoplâncton no exterior da ria é alimentada por nitrato proveniente do *upwelling*, que à profundidade à qual foram feitas as medidas (inferior a 20 metros) já tem luz suficiente para ter produção primária. Os valores medidos na embocadura da ria mostram que a ria é exportadora de fitoplâncton.

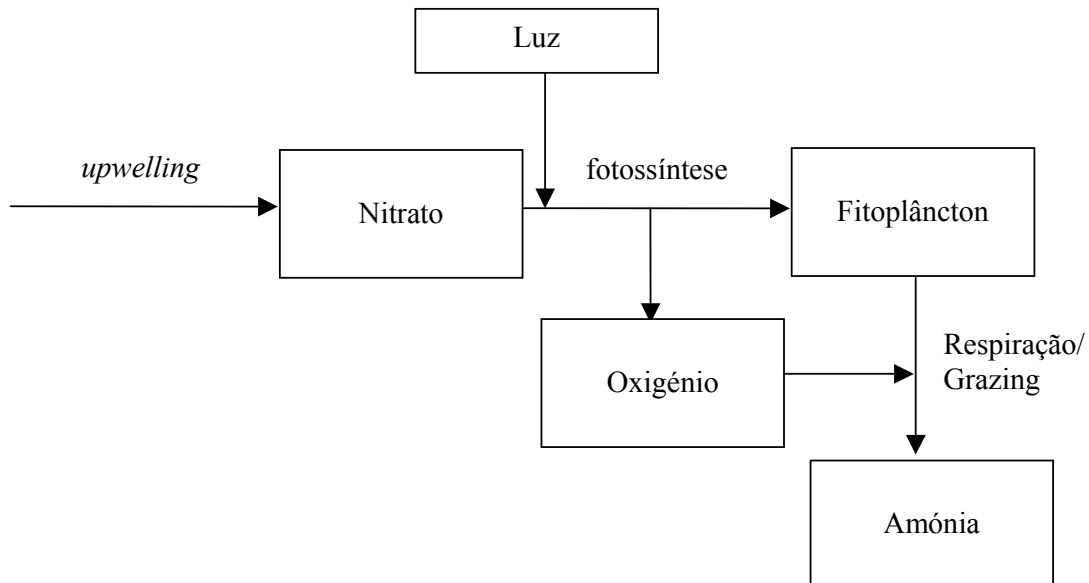
O facto de a amónia ter uma distribuição que acompanha o fitoplâncton mostra que a respiração é elevada. Esta respiração é dos predadores do fitoplâncton e do próprio fitoplâncton. A amónia produzida por respiração é também reutilizada na produção de fitoplâncton (regeneração).

O oxigénio dissolvido depende: (i) da produção, (ii) do consumo e (iii) das trocas com a atmosfera. As trocas com a atmosfera fazem a concentração à superfície evoluir para a saturação. A produção é o único mecanismo capaz de produzir situações de sobre-saturação e o consumo o único capaz de produzir sub-saturação.

Assim poderemos dizer que os valores de concentração de O<sub>2</sub> abaixo da saturação são consistentes com os valores elevados de amónia e denotam maior consumo do que produção. Como as medidas

foram feitas durante a manhã, os valores mostram ainda o resultado da respiração durante a noite. À superfície a intensidade luminosa é maior do que no fundo e por isso a produção máxima é atingida mais cedo do que no fundo. O facto de haver pouco fitoplâncton à superfície mostra que a produção tem que ser baixa. A sobre-saturação atingida com uma produção inferior à do fundo mostra que a respiração nesta zona também é baixa, o que está de acordo com o valor de concentração de amónia também inferior”.

Esquema explicativo dos processos descritos.



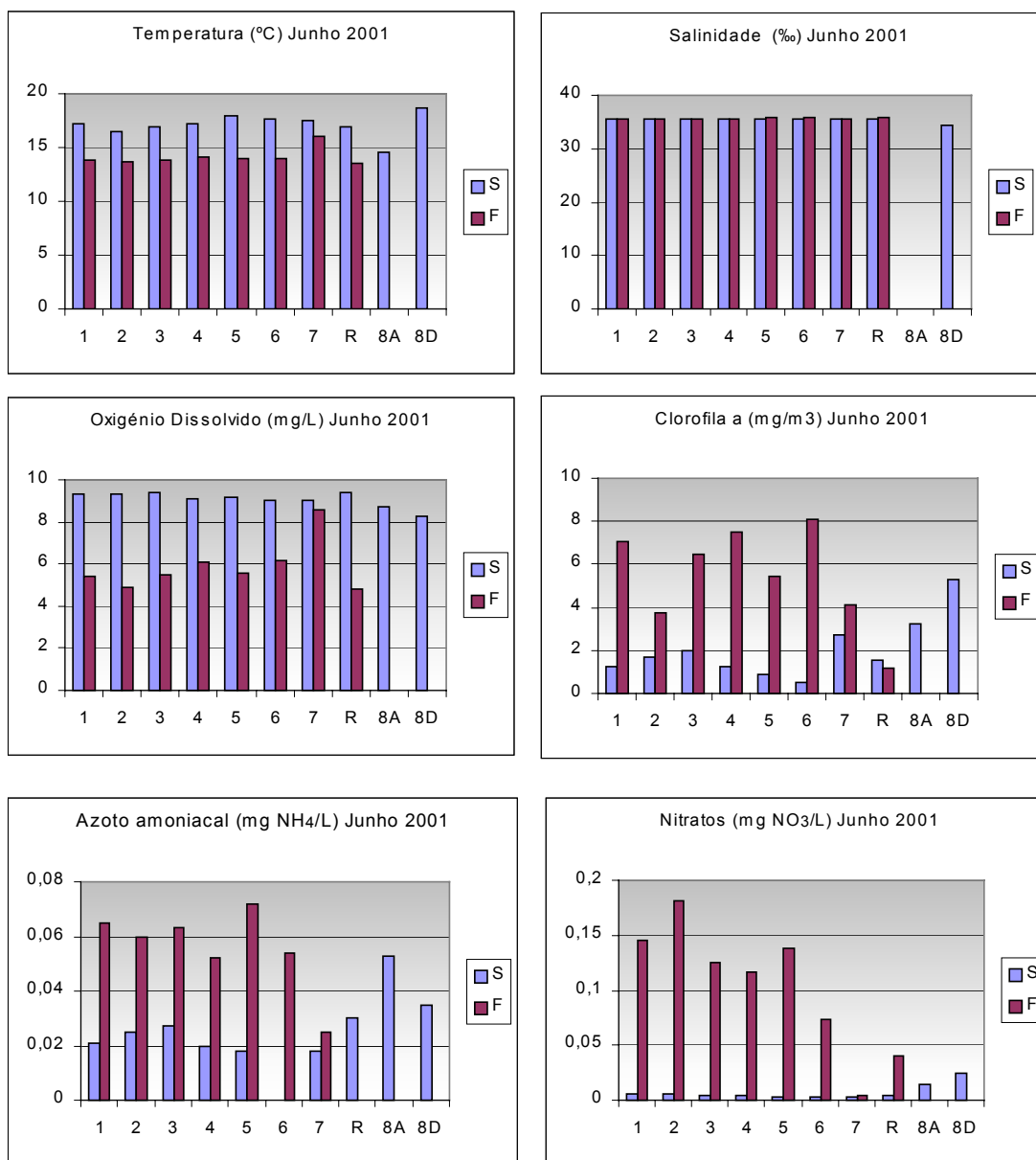


Figura 2 – Resultados obtidos para temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido, Clorofila a, azoto amoniacal e nitratos em Junho de 2001.

### 3.2. Resultados microbiológicos

▪ A caracterização microbiológica das águas do mar esteve a cargo do Sector de Microbiologia e Genética do Departamento de Biologia da Universidade de Aveiro.

Os métodos utilizados encontram-se em conformidade com o estipulado no DL 236/98 com algumas adaptações e encontram-se definidos no relatório do 1º semestre.

#### Coliformes Totais

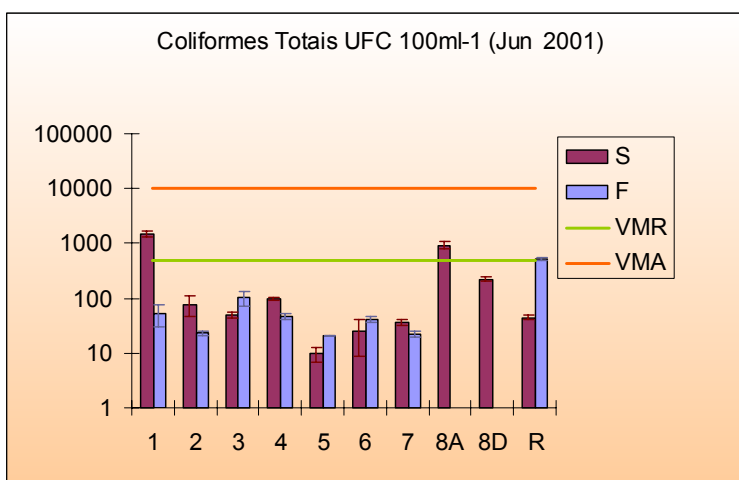


Figura 3 – Distribuição de coliformes totais nos locais amostrados em Junho de 2001.

O local 1 situado à saída do emissário apresentou a maior concentração em coliformes totais (1500 UFC/100ml) nas águas superficiais, ultrapassando o Valor Máximo Recomendável (500 UFC/100ml) mas não atingindo o Valor Máximo Admissível (10 000 UFC/100ml). Situados ao longo do emissário os locais 2 e 4, também apresentaram este padrão de distribuição na coluna de água, embora já com alguma diluição, não atingindo sequer o VMR. O local 7, situado a sul da embocadura do Ria também apresentou este padrão embora com concentrações francamente inferiores.

Em todos os outros locais as concentrações em CT foram mais baixas à superfície do que no fundo. O local R (referência) apresentou nas águas de fundo alguma contaminação (520 UFC/ml) ultrapassando um pouco o VMR.

O local 8 amostrado no início (8 A) e no fim (8D) da campanha apresentou alguma contaminação decerto relacionada com a sua localização e influência directa das águas da ria.

**Coliformes Fecais**

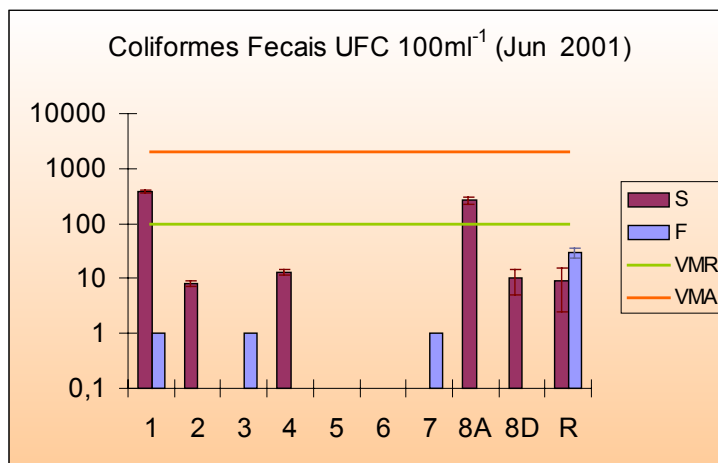


Figura 4 – Distribuição de coliformes fecais nos locais amostrados em Junho de 2001.

Estes microrganismos foram detectados, em particular, nos locais situados ao longo do emissário (1, 2 e 4) o que denota a presença de alguma contaminação com origem doméstica, embora nunca atingindo o VMA (2000 UFC/100ml). De salientar que o local R (referência) situado a cerca de 6 km para W do emissário não é um local isento de contaminação. Tal como para os coliformes totais também se registou a presença de CF no local 8 amostrado na barra, nas duas situações de colheita.

**Estreptococos Fecais**

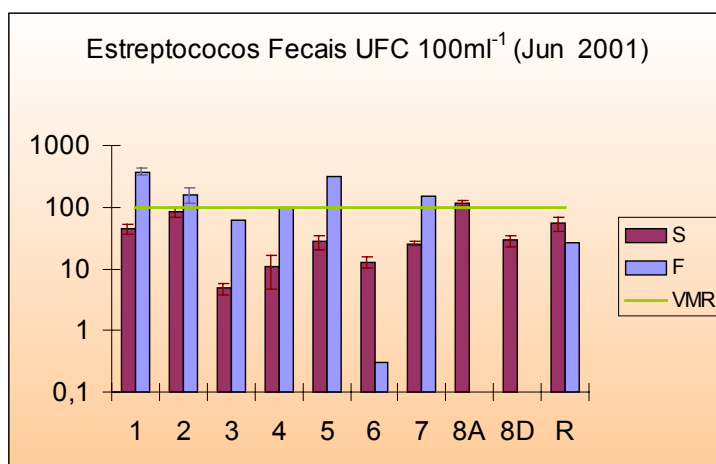


Figura 5 – Distribuição de estreptococos fecais nos locais amostrados em Junho de 2001.

Estes microrganismos ocorrerem em concentrações baixas. Predominaram nas águas de fundo onde excederam em mais de 50% dos casos o VMR (100 UFC/100ml)

**Bactérias Saprófitas Aeróbicas**

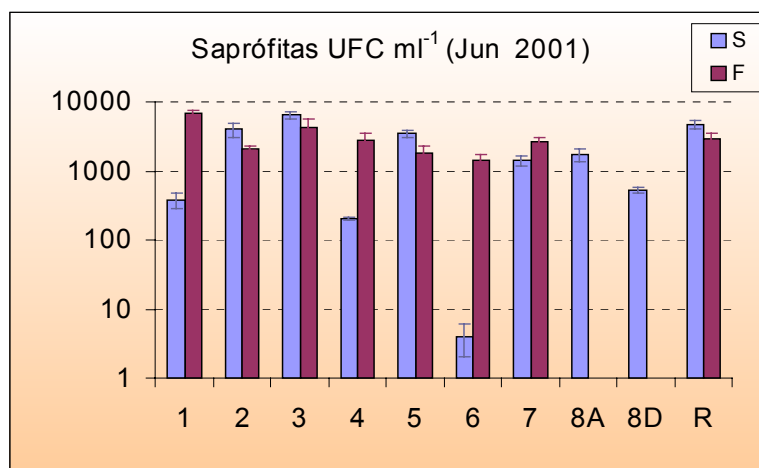


Figura 6 – Distribuição de bactérias saprófitas aeróbicas nos locais amostrados em Junho de 2001.

As bactérias saprófitas, cujo desenvolvimento é suportado por matéria orgânica alóctone ou autóctone, apresentam valores ligeiramente mais elevados nas estações de amostragem próximas do emissário (locais 1, 2, 3 e 5). No entanto, as restantes estações e, em particular, a estação de referência, revelam também teores relativamente elevados destes indicadores bacterianos. O acréscimo generalizado do teor de bactérias saprófitas halotolerantes registado no conjunto dos 9 locais de amostragem relativamente à situação de Inverno está possivelmente mais relacionado com o aumento da produção primária local do que com entradas de matéria orgânica de origem antropogénica.

### 3.3. Seston e Produção primária

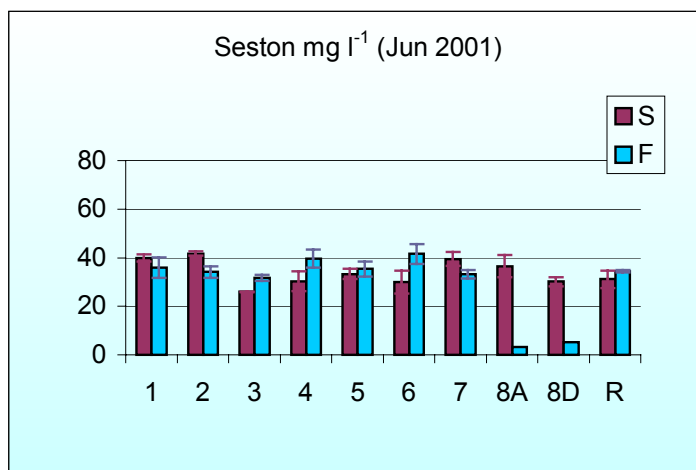


Figura 7 – Concentração de Seston nos locais amostrados em Junho de 2001.

Os valores de seston variaram entre 25,9 e 41,7 mg/l e descrevem um decréscimo global da concentração de material particulado relativamente à situação de inverno. Na estação de referência e na estação 5, os valores registados à superfície e no fundo da coluna de água não são significativamente diferentes. No entanto, nas estações 1, 2 e 7 a água de superfície é mais rica em seston do que a água do fundo. Nas estações 3, 4 e 6, pelo contrário, os teores de seston são consideravelmente mais elevados junto ao fundo. Os resultados podem, assim, indiciar a ocorrência de transporte de material particulado em direcção à costa nas camadas mais profundas da coluna de água e um transporte de sentido inverso junto à superfície.

A produção primária bruta registada à superfície da coluna de água variou entre 0,133 mgC L<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> na estação 1 e 0,496 mgC L<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> na estação 4. A produção primária bruta integrada para toda a coluna de água variou entre 26,8 gC m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> na estação 1 e 126,7 gC m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> na estação de referência, o que constitui, no conjunto dos diferentes pontos de amostragem, um acréscimo de cerca de 6 vezes relativamente aos valores de produção registados em situação de inverno.

Os valores de produção integrada reflectem não só as taxas de produção por unidade de volume de água, como também a profundidade total da camada fótica em cada local. Isto justifica que a produção integrada seja máxima na estação de referência, mais profunda, embora a produção por unidade de volume de água da camada superficial seja comparativamente baixa.

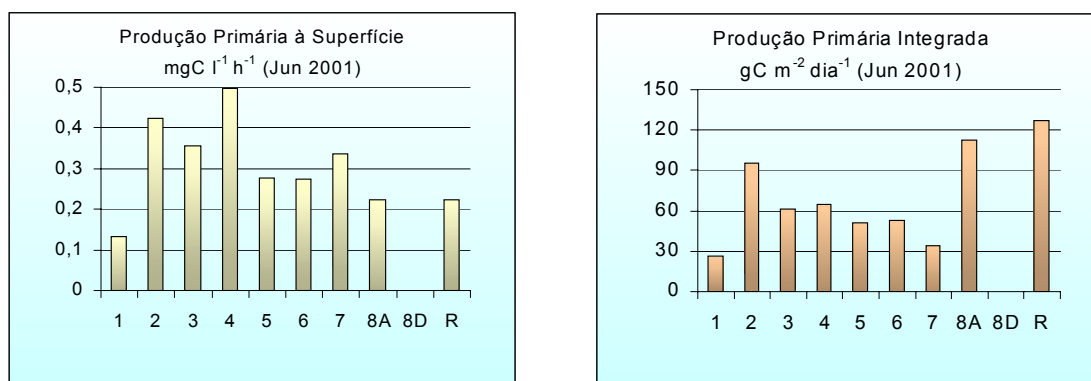


Figura 8 – Produção primária e Produção primária integrada nos locais amostrados em Junho de 2001.

De salientar ainda que as estações de amostragem vizinhas do ponto de saída do emissário submarino (estações 2, 3 e 4) sejam caracterizadas por valores elevados de produção expressa por unidade de volume, tal como havia já sido observado no inverno.

### 3.4. Toxicidade

Embora ainda sem expressão no normativo português mas porque nos encontramos na presença de uma descarga de um efluente industrial, na zona costeira procedeu-se também à avaliação da ecotoxicidade, apenas nas amostras de fundo e no local 8 (A e D) através da aplicação do teste Microtox, que permite determinar a inibição da luminescência da bactéria marinha *Vibrio fisheri*. O teste foi realizado de acordo com a Norma ISO/FDIS 11348-3 : 1998.

Os resultados dos testes de ecotoxicidade são normalmente expressos em CI50, concentração responsável pela inibição de 50% da população testada.

No caso destas amostras de águas do mar, dado o baixo nível de efeito na luminescência da bactéria testada, não foi possível determinar a CI50. Apresenta-se, no entanto, para cada amostra o efeito observado para a amostra não diluída, em termos de percentagem de inibição da luminescência da bactéria. O efeito das amostras não diluídas variou entre sem efeito (0%) e 33,3 % de inibição da luminescência.



Quadro III - Valores de CI 50 – 15 min e percentagem de efeito a 100% para as amostras de água do mar nas amostras de Junho 2001.

Local	Junho 2001	
	CI50-15min	% efeito [C] 100%
1F	n.d.	33,3
2F	n.d.	31,7
3F	n.d.	24,7
4F	n.d.	0
5F	n.d.	25,8
6F	n.d.	2,7
7F	n.d.	0
8A	n.d.	11,4
8D	n.d.	0
RF	n.d.	0

n.d. – não determinada

### 3.5. Composição da matéria orgânica (fingerprinting)

Na amostragem de Junho de 2001, não se identificaram todos os compostos julgados característicos do efluente na amostra recolhida na entrada da Barra em qualquer situação de maré, enquanto que na amostragem de Janeiro de 2001 foi possível constatar, na amostra recolhida na entrada da Barra (*Local 8*) em enchente, a presença de compostos orgânicos que também foram identificados na amostra de efluente. No entanto, não se constatou a presença destes compostos na entrada da Barra, *Local 8*, em vazante.

Numa primeira análise esta situação pode ser indicativa de uma variação sazonal ou de uma ressuspensão de material no canal da barra (tendo em conta a situação climática de fortes temporais ocorridos em Novembro e Dezembro) e que aponta para uma pesquisa mais intensa para confirmar ou não estas hipóteses.

As Figuras 9 a 19 mostram os cromatogramas obtidos para os extractos das amostras de água recolhidas em vários locais na amostragem de Junho de 2001.

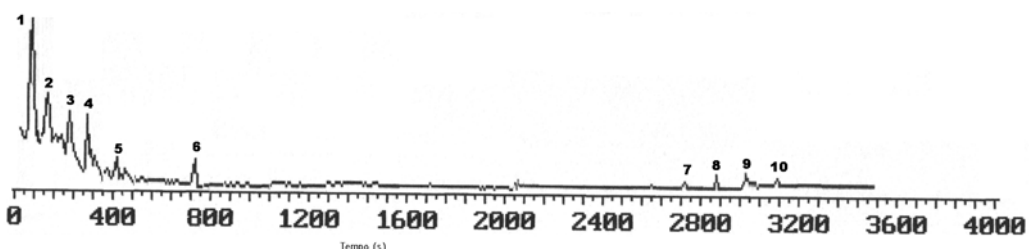


Figura 9 - Cromatograma obtido para o extracto da amostra de água recolhida no Local 8A (Barra) em situação de PM+1h.

Tabela 1 - Compostos e tempos de retenção correspondentes aos picos numerados na Figura 9.

<i>Pico n<sup>o</sup></i>	<i>Tempo de retenção (s)</i>	<i>Nome do Composto</i>
1	0.66	<i>Piridina (solvente)</i>
2	0.88	<i>Não identificado</i>
3	3.33	<i>Não identificado</i>
4	5.00	<i>Metil-isopropil-sulfureto</i>
5	6.12	<i>Ácido etanodióico</i>
6	12.00	<i>2,2,3,3-tetrametilhexano</i>
7	45.37	<i>Não identificado</i>
8	47.70	<i>Não identificado</i>
9	50.00	<i>Não identificado</i>
10	52.89	<i>di(2-etilhexil)ftalato</i>

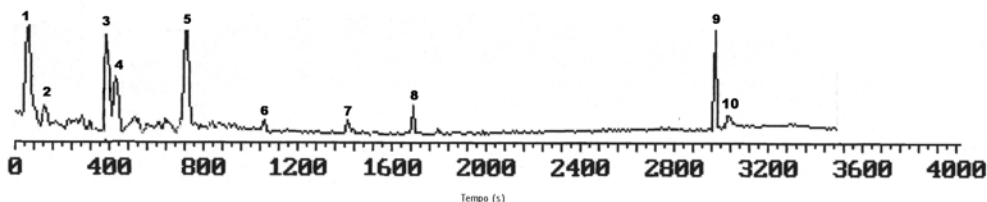


Figura 10 - Cromatograma obtido para o extracto da amostra de água recolhida no Local 8D (Barra) em situação de BM+2h

Tabela 2 - Compostos e tempos de retenção correspondentes aos picos numerados na Figura 10.

<i>Pico n°</i>	<i>Tempo de retenção (s)</i>	<i>Nome do Composto</i>
1	0.66	<i>Piridina (solvente)</i>
2	0.88	<i>Não identificado</i>
3	6.12	<i>Ácido etanodióico</i>
4	7.00	<i>Não identificado</i>
5	12.04	<i>2,2,3,3-tetrametilhexano</i>
6	17.57	<i>Ácido decanóico</i>
7	23.33	<i>Não identificado</i>
8	28.00	<i>Não identificado</i>
9	49.33	<i>Não identificado</i>
10	50.67	<i>Não identificado</i>

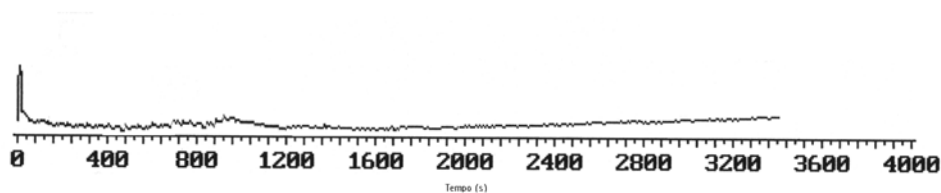


Figura 11 - Cromatograma obtido para o extracto da amostra de água recolhida no Local 1 (superfície).

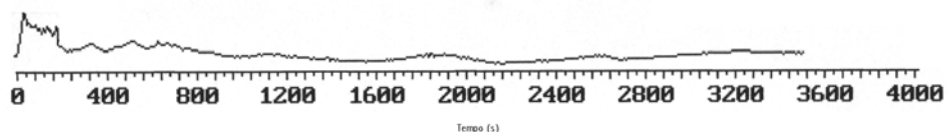


Figura 12 - Cromatograma obtido para o extracto da amostra de água recolhida no Local 3 (superfície).

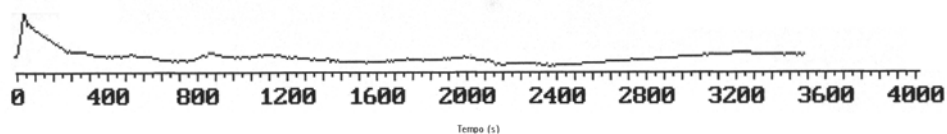


Figura 13 - Cromatograma obtido para o extracto da amostra de água recolhida no Local 5 (superfície).

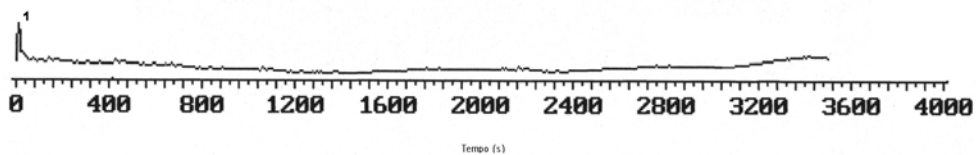


Figura 14 - Cromatograma obtido para o extracto da amostra de água recolhida no Local 6 (superfície).

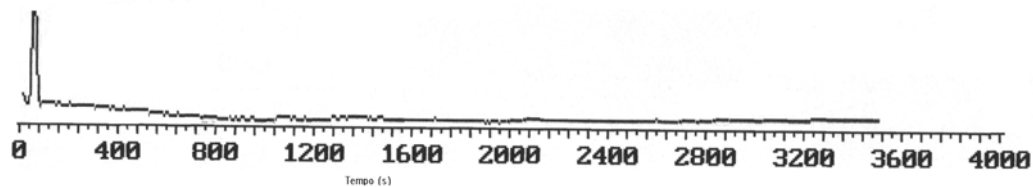


Figura 15 - Cromatograma obtido para o extracto da amostra de água recolhida no Local 7 (superfície).

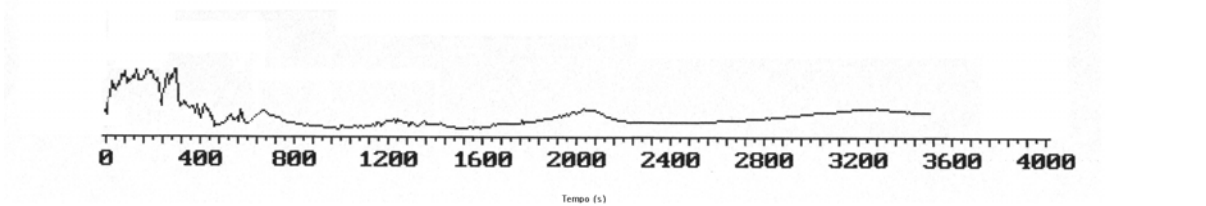


Figura 16 - Cromatograma obtido para o extracto da amostra de água recolhida no Local de Referência (superfície).

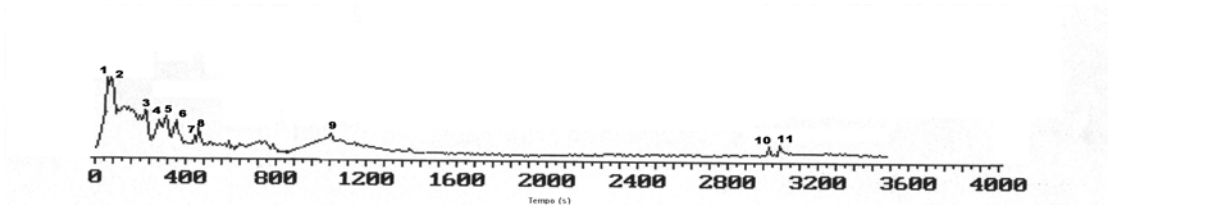


Figura 17 - Cromatograma obtido para o extracto da amostra de água recolhida no Local 2 (superfície).

Na Tabela 3 encontram-se os nomes dos compostos e tempos de retenção correspondentes aos picos numerados na Figura 17.

Tabela 3 - Compostos e tempos de retenção correspondentes aos picos numerados na Figura 9.

<i>Pico n<sup>o</sup></i>	<i>Tempo de retenção (s)</i>	<i>Nome do Composto</i>
1	0.66	<i>Piridina (solvente)</i>
2	0.72	<i>Não identificado</i>
3	3.66	<i>Não identificado</i>
4	4.33	<i>Não identificado</i>
5	5.01	<i>Metil-isopropil-sulfureto</i>
6	6.04	<i>Ácido etanodióico</i>
7	7.33	<i>Não identificado</i>
8	8.12	<i>Ácido hidroxipropanóico</i>
9	17.33	<i>Ácido decanóico</i>
10	50.00	<i>Não identificado</i>
11	50.67	<i>Não identificado</i>

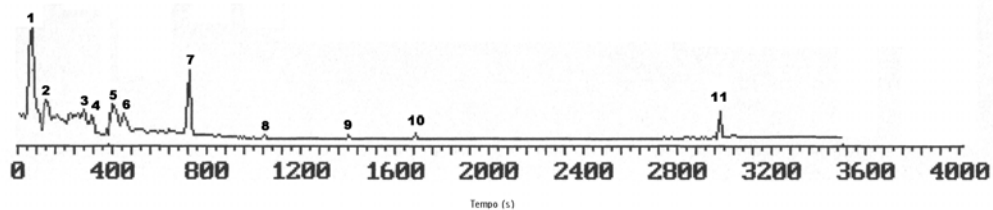


Figura 18 - Cromatograma obtido para o extracto da amostra de água recolhida no Local 4 (superfície).

Tabela 4 - Compostos e tempos de retenção correspondentes aos picos numerados na Figura 18.

<i>Pico nº</i>	<i>Tempo de retenção (s)</i>	<i>Nome do Composto</i>
1	0.66	<i>Piridina (solvente)</i>
2	1.47	<i>Metoxitrietilsilano (solvente)</i>
3	4.33	<i>Não identificado</i>
4	5.16	<i>Metil-isopropil-sulfureto</i>
5	6.17	<i>Ácido etanodióico</i>
6	7.00	<i>Não identificado</i>
7	12.00	<i>2,2,3,3-tetrametil-hexano</i>
8	17.33	<i>Ácido decanóico</i>
9	23.33	<i>Não identificado</i>
10	27.52	<i>Ácido 3-hidroxicinâmico</i>
11	49.67	<i>Não identificado</i>

As Figuras 19 e 20 mostram os cromatogramas obtidos para os extractos das amostras de água recolhidas no local 2 e referência (fundo) na amostragem de Junho de 2001.

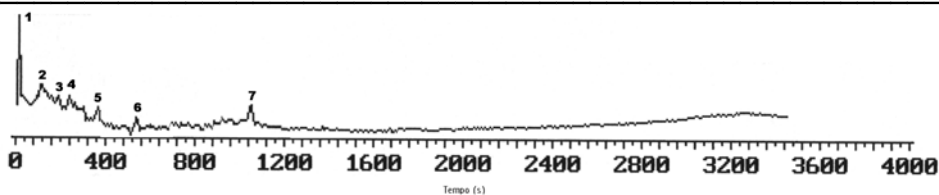


Figura 19 - Cromatograma obtido para o extracto da amostra de água recolhida no Local 2 (fundo).

Tabela 5 - Compostos e tempos de retenção correspondentes aos picos numerados na Figura 19.

<i>Pico nº</i>	<i>Tempo de retenção (s)</i>	<i>Nome do Composto</i>
1	0.66	<i>Piridina (solvente)</i>
2	1.54	<i>Metoxitrietilsilano (solvente)</i>
3	3.11	<i>Não identificado</i>
4	3.71	<i>Não identificado</i>
5	6.03	<i>Ácido etanodióico</i>
6	9.54	<i>Tetraclorotiofeno</i>
7	17.39	<i>Ácido decanóico</i>

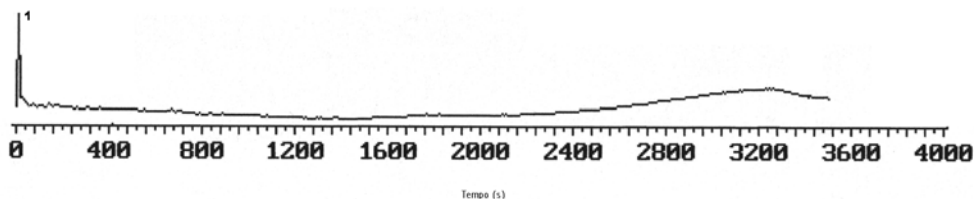


Figura 20 - Cromatograma obtido para o extracto da amostra de água recolhida no Local R referência (fundo).

Não se detectaram compostos orgânicos nos extractos das restantes amostras de águas recolhidas no fundo (1,3,4,5,6,7 e R), sendo os cromatogramas obtidos idênticos aos da Figura 20.

### 3.6. Zooplankton

Resultados ainda não disponíveis

### 3.7. Composição elementar

Nesta região costeira, através da análise multielementar por TXRF (descrita no relatório do 1º semestre), que possibilita a determinação de titânio (Ti), vanádio (V), crómio (Cr), ferro (Fe), cobalto (Co), níquel (Ni), cobre (Cu), zinco (Zn), arsénio (As), selénio (Se), molibdénio (Mo), prata (Ag), cádmio (Cd), estanho (Sn), mercúrio (Hg) e chumbo (Pb), foram detectados alguns destes elementos, nas 10 amostras seleccionadas – 1S, 1F, 2S, 3S, 4S, 5S, 7S, 8A, 8D e RS.

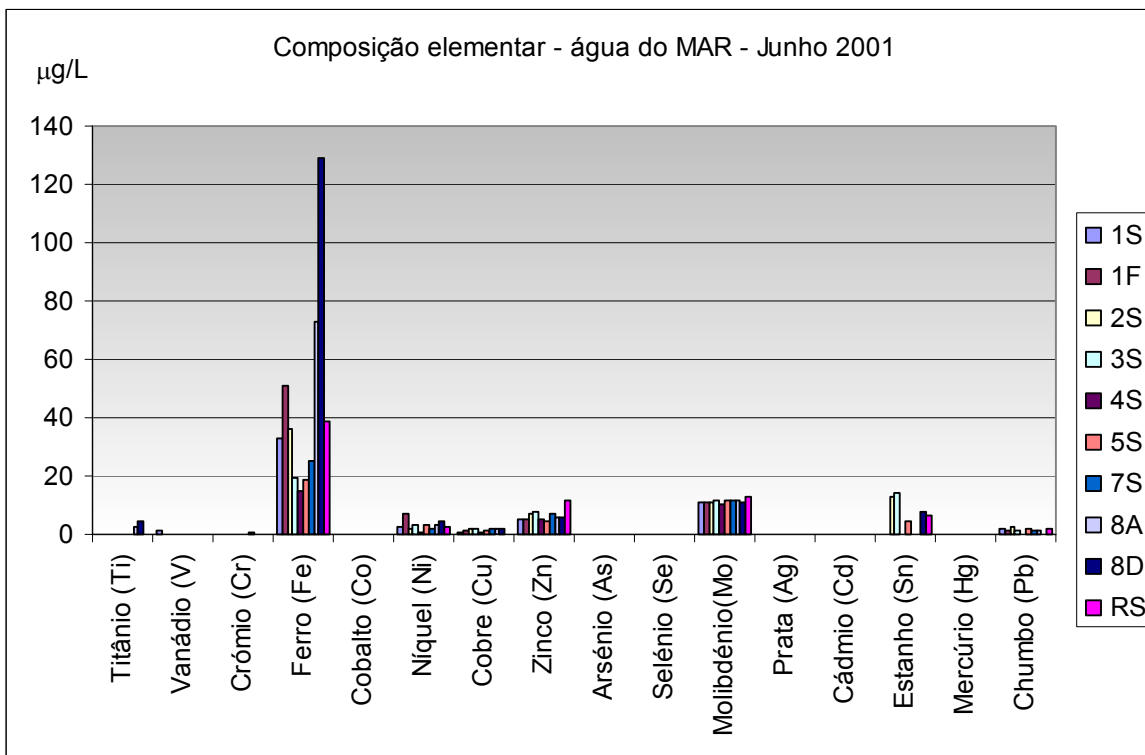


Figura 21 – Elementos presentes nas 10 amostras de água do mar. Junho 2001.



Dos resultados obtidos, o ferro (Fe) foi o elemento que ocorreu em maior concentração e em todos os locais de amostragem não havendo a registar, de um modo geral, a presença de elementos, em concentrações elevadas. Outros metais presentes com alguma frequência, mas sempre em micro quantidades foram o estanho, o zinco, o níquel, o chumbo e o cobre, embora sem um padrão definido entre locais. O molibdénio por ser um dos constituintes da água do mar apresentou uma concentração quase sempre constante em todas as amostras

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A qualidade da água do mar, na zona circundante ao emissário submarino de S. Jacinto, e relativamente aos descritores físico-químicos amostrados e analisados na campanha de Junho de 2001 - temperatura, salinidade, pH, oxigénio dissolvido, azoto amoniacal, nitritos, nitratos, cor, cianetos, fenóis, tensoactivos - não registou alterações face ao pré definido nos documentos que serviram de base a esta avaliação – documento INAG e Dec. Lei 236/98 (anexo XV – Qualidade das Águas Balneares).
- Relativamente à composição elementar, não foi detectada a presença de elementos tóxicos como o mercúrio, o cádmio, o arsénio, o selénio, a prata ou o selénio – em que os valores foram sempre inferiores ao limite de detecção e inferiores ao VMA estabelecido no Anexo XXI do Dec. Lei 236/98, “Objectivos ambientais de qualidade mínima para águas superficiais”.
- Os teores em bactérias indicadoras de poluição fecal nas amostras de água do mar encontraram-se dentro dos limites admissíveis para águas de recreio (Anexo XV do Dec. Lei 236/98). A água do local 8, à saída da Barra e do local 1S, sobre o emissário, apresentaram, no entanto, indícios de contaminação fecal tendo o VMR sido ultrapassado tanto para os coliformes totais e fecais.
- A avaliação da Ecotoxicidade através do teste Microtox não revelou características de ecotoxicidade para as amostras de água analisadas, tendo revelado, no entanto, existir algum efeito de redução na luminescência da bactéria testada.

- 
- A composição da matéria orgânica (fingerprinting) não revelou a presença de todos os compostos orgânicos nas amostras de água do mar, detectados no efluente. Estão ainda a ser identificados outros compostos sendo necessária pelo menos mais duas amostragens para se completar o processo de identificação e tirar conclusões quanto à existência ou não destes compostos nos diversos locais.

## 5. BIBLIOGRAFIA

AMINOT, A. & CHAUSSEPIED, M. – *Manuel des analyses chimiques en milieu marin*. Ed.CNEXO, 1983, 395p.

Decreto Lei 236/98 de 1 de Agosto. Ministério do Ambiente. *Diário da República* nº 176/98, I série A:3676 – 3722.

Documento INAG – *Linhas de Orientação Metodológica para a Elaboração dos Estudos Técnicos necessários para cumprir o art.7º, do DL 152/97 – Descargas em zonas menos sensíveis*. INAG – Ministério do Ambiente. Lisboa, 1998.

INETI/LAACQ 200.05 - Espectrometria de absorção molecular - etilenodiamina - cobre (II).

ISO 6703-1 - Norme internationale. Qualité de l'eau -Dosage des cyanures - partie 1 : Dosage des cyanures totaux.

ISO 6439 - Norme internationale. Qualité de l'eau - Détermination de l'indice phénol -Méthode spectrométrique à l'amino - 4 - antipyrine après distillation.

ISO 7887 – Qualidade da água - exame e determinação da cor, 1985.

ISO/FDIS 11348-3 -. Water Quality – Determination of the inhibitory effect of water samples on the light emission of *Vibrio fischeri* (Luminescent bacteria test) – Part 3 :Method using freeze-dried bacteria. 1998.

NP 733 – Determinação do teor em oxigénio dissolvido. Método volumétrico. 1969.

PARSONS T. R., MAITA, Y. & Lalli, C. M. 1989 - A manual of chemical and biological methods for seawater analysis. Pergamon Press, Oxford, 172p.

SKALAR 461 – Determinação do teor em nitratos. Método automático para aparelho SKALAR.

SKALAR 21625 - Determinação do teor em nitritos. Método automático para aparelho SKALAR.

SMEWW - *Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater* (20th ed.), American Public Health Association, Washington D. C. 1998

STRICKLAND, J.D.H. & PARSONS, T.R. 1972 - A practical handbook for seawater analysis. *Fisheries Research Board of Canada Bull* 167. (2nd ed). 310p.

YENTSCH C.S. & MENZEL D.W. - A method for the determination of phytoplankton chlorophyll and phaeophytin by fluorescence. *Deep-Sea Res.*, 1963, 10:221-23

ANEXO I

Caracterização da Qualidade da Água do Mar

Resultados do mês de Junho 2001

MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DO EMISSÁRIO DE S. JACINTO

RESULTADOS DO MÊS DE JUNHO (26/06/01)

LOCAL	Hora da Colheita	Profund. colheita (m)	Temperatura (°C)	Salinidade (‰)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	OD (% sat.)	pH	Disco de Secchi (m)	Azoto Amoniacal (mgNH <sub>4</sub> /L)	Nitratos (mg N/L)	Nitritos (mg N/L)	Fosfatos (mg P/L)
1S	12:15	0,7	17,24	35,463	9,3	120	8,1	7	0,021	0,006	0,005	0,008
2S	11:40	0,6	16,48	35,491	9,3	118	8,1	8,5	0,025	0,006	0,005	0,008
3S	10:45	0,6	16,91	35,495	9,4	120	8,1	8	0,027	0,005	0,005	0,005
4S	12:30	0,6	17,19	35,501	9,1	117	8,2	7,5	0,02	0,004	0,004	0,010
5S	13:50	0,3	17,89	35,436	9,2	120	8,1	9,5	0,018	0,003	0,004	0,003
6S	14:20	0,9	17,63	35,418	9,0	117	8,1	>10	<0,009*	0,003	0,004	0,005
7S	15:00	0,8	17,56	35,434	9,0	117	8,1	6	0,018	0,003	0,004	0,003
RS	9:40	0,7	16,95	35,433	9,4	120	8,1	9	0,03	0,004	0,004	0,008
8A	8:50	0,5	14,5	-	8,7	-	8,1	4,5	0,053	0,015	0,007	0,006
8D	15:30	0,9	18,7	34,422	8,3	109	8,1	3	0,035	0,024	0,008	0,007
1F		15	13,83	35,669	5,4	65	8		0,065	0,145	0,014	0,034
2F		18	13,69	35,681	4,9	59	7,9		0,06	0,181	0,015	0,033
3F		15	13,82	35,661	5,5	66	8		0,063	0,125	0,014	0,025
4F		13	14,05	35,623	6,1	74	8		0,052	0,117	0,010	0,028
5F		14	13,91	35,713	5,6	68	8		0,072	0,138	0,013	0,023
6F		15	13,98	35,730	6,2	75	8		0,054	0,073	0,013	0,022
7F		15	16,07	35,412	8,6	108	8,1		0,025	0,005	0,006	0,005
RF		36	13,54	35,762	4,8	58	7,9		<0,009*	0,041	0,017	0,041

\* l.q. limite de quantificação

**RESULTADOS DO MÊS DE JUNHO (26/06/01)**

	<b>Cor</b> (mgPt/Co/L)	<b>SST</b> (mg/L)	<b>Sílica</b> (mgSiO <sub>2</sub> /L)	<b>Cianetos</b> (µg CN/L)	<b>Fenóis</b> (µgC <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH/L)	<b>Óleos e Gorduras</b> (mg/L)	<b>Hidrocarbonetos</b> (mg/L)	<b>Tensoactivos</b> (mg/L) sulfato de laurilo e sódio	<b>Teste Microtox</b> (%) [C] 100%
1S	2,5	2,5	0,01	<1*	<4*	≤0,05*	≤0,05*	<0,25*	
2S	<1	1,4	0,06	<1*	<4*	≤0,05*	≤0,05*	<0,25*	
3S	<1	3,1	0,01	<1*	<4*	≤0,05*	≤0,05*	<0,25*	
4S	<1	2,6	0,03	<1*	<4**	≤0,05*	≤0,05*	<0,25*	
5S	6,7	1,7	0,03	<1*	<4*	≤0,05*	≤0,05*	<0,25*	
6S	2,5	1,4	0,02	<1*	<4*	≤0,05*	≤0,05*	<0,25*	
7S	6,7	3,0	0,04	<1*	<4*	≤0,05*	≤0,05*	<0,25*	
Rs	11	2,1	0,04	<1*	<4*	≤0,05*	≤0,05*	<0,25*	
8A	13	3,0	0,13	<1*	<4*	≤0,05*	≤0,05*	<0,25*	11,4%
8D	6,7	8,1	0,20	<1*	<4*	≤0,05*	≤0,05*	<0,25*	n.t.
1F	<1	6,1	0,32	<1*	<4*			<0,25*	33,3%
2F	<1	3,3	0,40	<1*	<4*			<0,25*	31,7%
3F	4,6	5,4	0,30	<1*	<4*			<0,25*	24,7%
4F	2,5	4,5	0,19	<1*	<4*			<0,25*	n.t.
5F	13,1	5,4	0,32	<1*	<4*			<0,25*	25,8%
6F	6,7	4,2	0,28	<1*	<4*			<0,25*	2,7%
7F	6,7	3,5	0,06	<1*	<4*			<0,25*	n.t.
RF	<1	2,8	0,48	<1*	<4*			<0,25*	n.t.

\* l.q. limite de quantificação

n.t. não tóxico



MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DO EMISSÁRIO DE S. JACINTO

RESULTADOS DO MÊS DE JUNHO (26/06/01) - Universidade de Aveiro

LOCAL	Hora da Colheita	Coliformes Totais (UFC/100ml)	Coliformes Fecais (UFC/100ml)	Estreptococos Fecais (UFC/100ml)	Saprófitas (UFC/ml)	Clorofila a (mg/m <sup>3</sup> )	Seston (mg/L)	Produção Primária (mg C/l/h) (1)	Produção Primária (g C/m <sup>2</sup> /dia) (2)
1S	12:15	1500	383	44	382	1,22	39,9	0,133	26,8
2S	11:40	77	8	82	3984	1,7	41,7	0,424	95,6
3S	10:45	50	0	5	6384	2,02	25,9	0,355	61,7
4S	12:30	98	13	11	202	1,28	30,3	0,496	64,8
5S	13:50	10	0	27	3488	0,91	33,3	0,276	51,2
6S	14:20	25	0	13	4	0,52	30	0,275	52,8
7S	15:00	37	0	26	1440	2,69	39,5	0,335	33,8
RS	9:40	44	9	55	4704	1,54	31,1	0,222	126,7
8A	8:50	923	267	117	1760	3,24	36,5	0,223	112,8
8D	15:30	223	10	29	538	5,31	30,1	-	-
1F		53	1	376	6832	7,07	35,9		
2F		23	0	162	2132	3,77	34,1		
3F		103	1	60	4296	6,48	31,7		
4F		47	0	100	2824	7,49	39,7		
5F		21	0	320	1808	5,46	35,3		
6F		41	0	1	1440	8,06	41,5		
7F		22	1	150	2612	4,1	33,2		
RF		520	29	26	2928	1,15	34,4		

(1) superfície

(2) integrada

MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DO EMISSÁRIO DE S. JACINTO

RESULTADOS DO MÊS DE JUNHO (26/06/01)

Metais Pesados µg/l	<b>l.d.</b>	<b>1S</b>	<b>1F</b>	<b>2S</b>	<b>3S</b>	<b>4S</b>	<b>5S</b>	<b>7S</b>	<b>8A</b>	<b>8D</b>	<b>RS</b>
Titânio (Ti)	≤2	≤2	≤2	≤2	≤2	≤2	≤2	≤2	2,9	4,7	≤2
Vanádio (V)	≤1	1,5	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
Crômio (Cr)	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	0,9	≤0,4	≤0,4	≤0,4
Ferro (Fe)	≤0,6	33	51	36	19,5	15,0	19,0	25	73	129	39
Cobalto (Co)	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4
Níquel (Ni)	≤0,4	2,4	6,8	1,8	3,5	0,8	3,4	1,9	3,0	4,2	2,7
Cobre (Cu)	≤0,4	0,5	1,5	2,0	2,0	0,9	1,0	1,7	1,7	1,8	≤0,4
Zinco (Zn)	≤0,8	5,2	4,9	6,8	7,6	5,4	4,6	7,2	5,8	5,7	11,5
Arsénio (As)	≤0,6	≤0,6	≤0,6	≤0,6	≤0,6	≤0,6	≤0,6	≤0,6	≤0,6	≤0,6	≤0,6
Selénio (Se)	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1
Molibdénio(Mo)	≤0,4	10,7	11,1	11,2	11,3	10,1	11,5	11,8	11,8	11,2	12,6
Prata (Ag)	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5
Cádmio (Cd)	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5
Estanho (Sn)	≤2	≤2,0	≤2,0	13,2	14,5	≤2,0	4,6	≤2,0	≤2,0	7,7	6,7
Mercúrio (Hg)	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
Chumbo (Pb)	≤0,7	1,7	1,2	2,4	1,4	≤0,7	2,0	1,4	1,5	≤0,7	1,7

l.d. limite de detecção





# Monitorização ambiental associada ao funcionamento do emissário submarino de S. Jacinto



## Região Costeira 4. Praias Oceânicas



Relatório de Progresso - 2º Semestre

Janeiro 2002



# MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DO EMISSÁRIO SUBMARINO DE S.JACINTO

CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DAS PRAIAS

RELATÓRIO DE PROGRESSO  
Campanha de Junho 2001

**Coordenação:** Cristina Santos e Justina Catarino

**Composição elementar:** Manuela Bordalo e Alexandra Barreiros

**Composição físico-química** (restantes parâmetros): Zélia Figueiredo, Adelina Moreira, Manuela Raposo, Anabela Mourato, Sandra Lemos e Sofia Rodrigues

**Componente microbiológica:** Angela Cunha, Adelaide Almeida, Anabela Pereira, Isabel Henriques

---

**MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DO EMISSÁRIO SUBMARINO DE  
S.JACINTO**

RELATÓRIO DA CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA DAS PRAIAS

Junho 2001

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>3</b>
<b>2. METODOLOGIA</b> .....	<b>3</b>
<b>2.1 METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM E PARÂMETROS ANALISADOS</b> .....	<b>3</b>
<b>2.2 METODOLOGIA ANALÍTICA</b> .....	<b>4</b>
<b>3. RESULTADOS</b> .....	<b>4</b>
<b>4. CONCLUSÕES</b> .....	<b>8</b>
<b>5. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>9</b>

ANEXO I    Tabelas de Resultados

## 1. INTRODUÇÃO

Integrado na Monitorização ambiental do emissário de S.Jacinto foi também estabelecido um programa de monitorização da qualidade microbiológica e físico-química da água, em 6 praias oceânicas situadas na zona costeira de intervenção do Projecto.

Ao INETI coube a determinação analítica da componente físico-química da água das praias e à Universidade de Aveiro a caracterização microbiológica dessa mesma água.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM E PARÂMETROS ANALISADOS

Nos termos da proposta, das quatro amostragens previstas no estudo, em duas vezes no ano - Inverno e Verão - a amostragem seria feita nas duas situações de maré, (preia-mar e baixa-mar) para todos os parâmetros. A amostragem do dia 26 de Junho de 2001 (Verão) preencheu este requisito.

Seleccionaram-se 6 praias, 3 a norte e 3 a sul da barra de Aveiro por forma a cobrir esta vasta zona balnear o que obrigou à divisão das colheitas por duas equipas de amostragem: uma para as praias a norte e outra para as praias situadas a sul da barra. As praias estudadas foram Furadouro (P1), Torreira (P2) e S. Jacinto (P3), a norte da embocadura da Ria, e Costa Nova (P4), Vagueira (P5) e Mira (P6), a sul.

Dado tratar-se de uma zona balnear por excelência - os parâmetros seleccionados encontram-se referenciados no Anexo XV (Qualidade das Águas Balneares) do Dec. Lei 236/98, e foram os seguintes: oxigénio dissolvido, cor, tensoactivos, fenóis, cianetos, óleos, gorduras e hidrocarbonetos, composição elementar, coliformes totais, coliformes fecais e estreptococos fecais. Para além destes determinaram-se também a salinidade, o pH, a temperatura por leitura no local e as bactérias saprófitas.

As colheitas realizaram-se com o auxílio de um balde para o parâmetro oxigénio dissolvido e directamente no mar, para os restantes parâmetros.

## 2.2. METODOLOGIA ANALÍTICA

As determinações do programa analítico foram efectuadas no INETI - núcleos de métodos clássicos e de TXRF do LAACQ e na Universidade de Aveiro (♦) – Sector de Microbiologia e Genética do Departamento de Biologia. Os óleos, gorduras e hidrocarbonetos foram determinados no Instituto Hidrográfico. Os métodos de análise utilizados para cada parâmetro foram os seguintes:

Parâmetro	Método de análise
pH.....	Potenciometria*
Cor .....	ISO 7887
Oxigénio dissolvido .....	NP – 733
Cianetos .....	ISO 6703-1
Fenóis.....	ISO 6439
Óleos e gorduras .....	SMEWW 5520 C
Tensoactivos aniónicos .....	INETI/LAACQ 200.05
Óleos e gorduras .....	Método interno IH (1A/O) (EIV)*
Hidrocarbonetos.....	Método interno IH (1A/O) (EIV)*
Composição elementar.....	TXRF(rel 1º semestre)*
Coliformes totais (♦).....	membranas filtrantes*
Coliformes fecais (♦).....	membranas filtrantes*
Estreptococos fecais (♦).....	membranas filtrantes*
Saprófitas (♦).....	ver texto (rel 1º semestre)*

Todos os ensaios estão acreditados ao Sistema Português da Qualidade, com excepção dos assinalados com asterisco (\*).

## 3. RESULTADOS

As tabelas de resultados encontram-se no Anexo I.

Do ponto de vista físico-químico os resultados obtidos nas praias amostradas a norte e a sul da barra de Aveiro, na campanha de Junho de 2001, (e tendo presentes os parâmetros do Anexo XV do D.L. 236/98) cumprem o estipulado no normativo nacional: o pH, o oxigénio dissolvido e a cor apresentaram valores em conformidade com o estipulado; substâncias como cianetos, fenóis e tensoactivos não foram detectadas, tendo o seu registo sido inferior ao limite de quantificação, tal como aconteceu nas águas do largo. Esta situação também se verificou na campanha de Setembro de 2000 e de Janeiro de 2001, e nas as duas situações de maré.

A cor da água das praias, apesar de não apresentar alteração visual, (como definido no DL 236/98) revelou na sua determinação laboratorial (cor verdadeira – leitura após filtração por filtro de 0,45µm de poro), mais cor na baixa-mar, em cinco praias – Furadouro, S.Jacinto, Costa Nova, Vagueira e Mira, do que em preia-mar. Apenas na Torreira a cor foi mais elevada em preia-mar.

Relativamente aos óleos e gorduras apenas Vagueira e Mira em situação de baixa mar e S.Jacinto em preia-mar apresentaram valores entre 0,06 e 0,08 mg/L enquanto que em todas as outras praias o resultado obtido para este parâmetro foi igual ou inferior a 0,05 mg/L ( $\leq 0,05$ ) ou seja o limite de quantificação do método. Saliente-se que o VMR para este parâmetro é de 0,3mg/L [D.L. 236/98 (Anexo XV)].

Também não se detectaram hidrocarbonetos cuja concentração foi, em todas as praias, sempre inferior ao limite de quantificação do método ( $\leq 0,05$ mg/L).

Relativamente à composição elementar, verificou-se que, embora em micro quantidades, na água das praias foi detectada uma maior concentração de elementos do que nas águas do largo, (Figs. 1 e 2) o que pode estar relacionado com a ressuspensão de partículas do sedimento, já que a amostragem nas praias se faz na zona da rebentação e os frascos são cheios directamente no mar, como referido na metodologia. Excepção para o estanho que não foi detectado nas praias mas apenas nas águas do largo.

O ferro foi o elemento predominante, encontrando-se também, de origem telúrica, o titânio, o vanádio e o cobalto e ainda sempre presentes o zinco, o cobre e algum chumbo.

As amostras colhidas em **baixa mar** apresentaram uma menor concentração em Ferro. Apresentaram, no entanto, e sem explicação aparente um pico de cobre em P3 (318 µg/L) (S. Jacinto) e um outro de Prata em P6 (54 µg/L) (Mira). Em **preia mar** também foi esta praia a única que registou concentração em Prata (25 µg/L) (Fig.1 ).

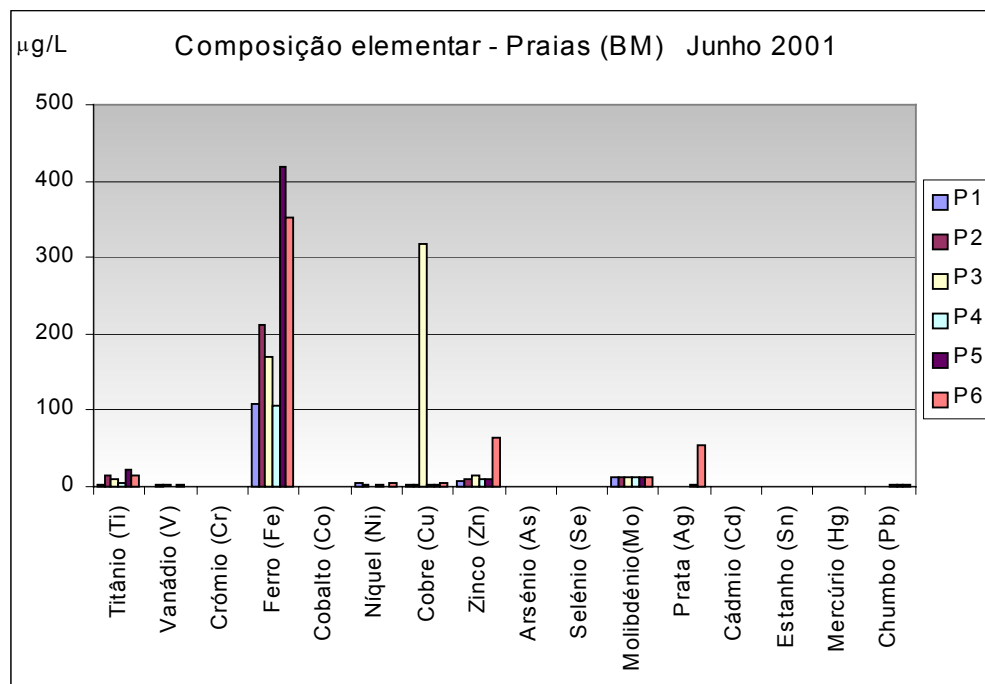
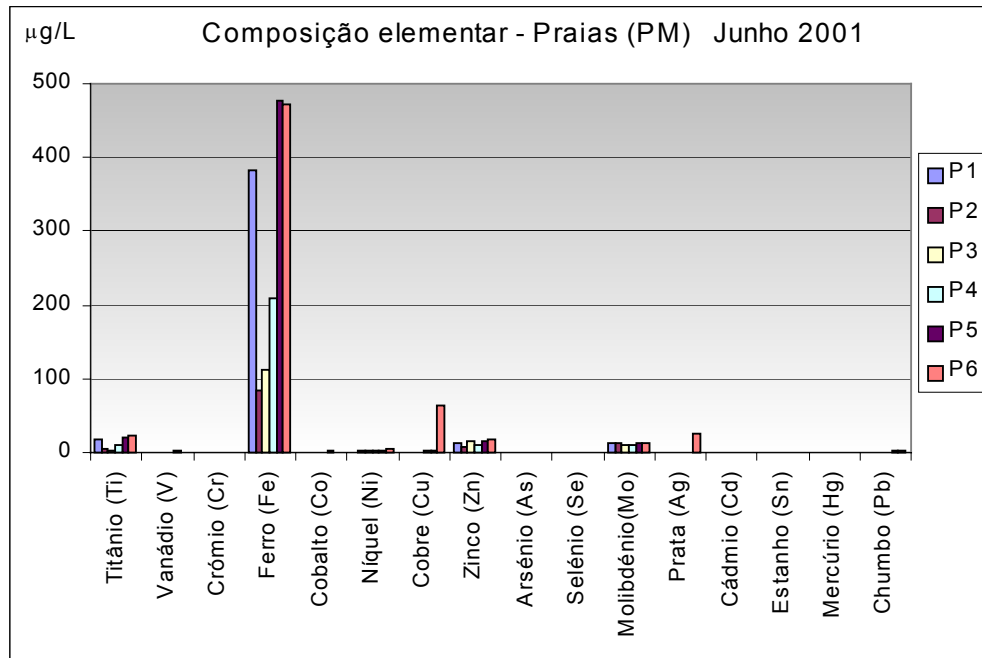


Figura 1 - Distribuição de alguns elementos em Preia Mar e Baixa Mar, nas praias amostradas em Junho 2001.

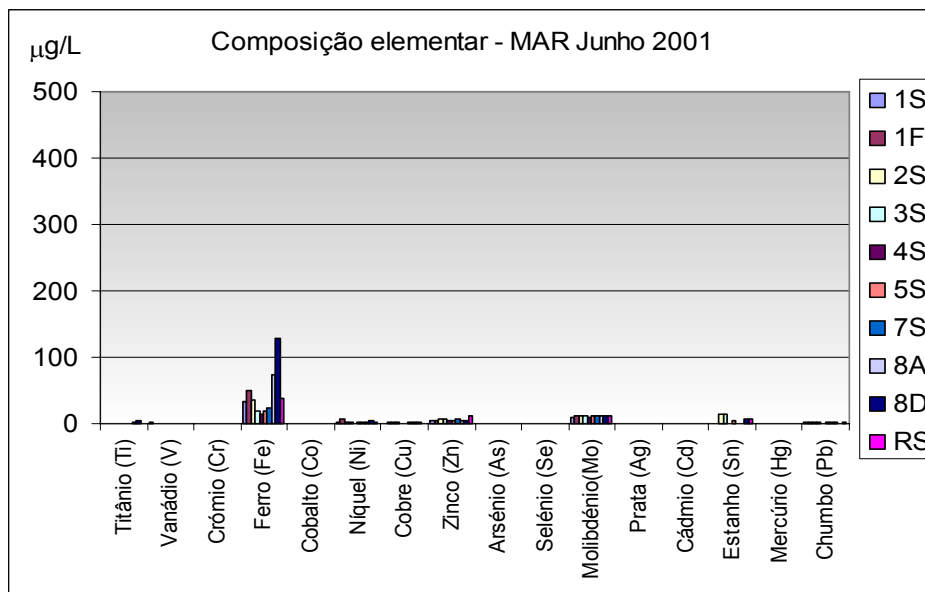


Figura 2 – Composição elementar na água do mar na zona amostrada.

Os resultados referentes à caracterização microbiológica da água das praias do Furadouro (P1), Torreira (P2), S. Jacinto (P3), Costa Nova (P4), Vagueira (P5) e Mira (P6) são apresentados na Figura 3 (As tabelas de dados são apresentadas no Anexo I).

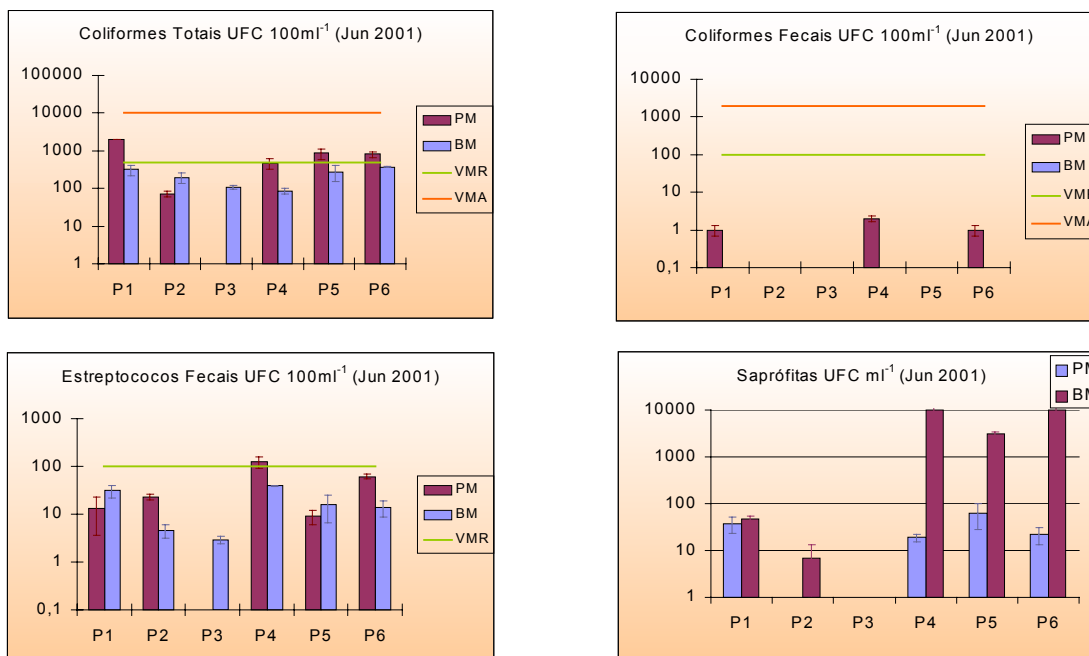


Figura 3 - Teores de coliformes totais, coliformes fecais, estreptococos fecais e bactérias saprófitas nas praias do Furadouro (P1), Torreira (P2), S. Jacinto (P3), Costa Nova (P4), Vagueira (P5) e Mira (P6) na campanha de Junho de 2001 (Preia Mar e Baixa Mar).



Os teores da bactérias saprófitas (SAP) em meio salino (17‰) variaram entre 7 e 9928 UFC/ml. As bactérias saprófitas respondem ao aumento da disponibilidade de substratos orgânicos (autóctones ou alóctones) com aumento da densidade das comunidades acompanhado de aumento das taxas de actividade. O acréscimo registado em Junho, relativamente aos valores obtidos em Janeiro, reflecte provavelmente uma resposta da comunidade bacteriana heterotrófica ao aumento da produção primária local. No entanto, as praias a sul da embocadura da Ria apresentaram teores de saprófitas significativamente mais elevados do que as praias a norte, apontando também para a eventual contaminação das águas com matéria orgânica de origem alóctone.

Os teores de coliformes totais (CT) variaram entre 73 e 2000 UFC/100ml. Os valores máximos para este parâmetro foram registados na praia do Furadouro. O VMR foi ultrapassado nesta praia bem como nas 3 praias a sul da embocadura (Costa Nova, Vagueira e Mira) em condições de preia mar, não sendo, no entanto atingido o VMA para este indicador.

A concentração de coliformes fecais (CF) variou entre <1 e 2 UFC/100ml o que constitui um acentuado decréscimo relativamente aos valores registados no Inverno.

Os teores de estreptococos fecais (SF) variaram entre 3 e 124 UFC/100ml, ultrapassando o VMR na colheita de preia mar efectuada na praia da Costa Nova.

Os baixos teores de coliformes fecais, relativamente aos teores de estreptococos fecais são normalmente interpretados como indiciando contaminação fecal essencialmente de origem animal, quando os valores são obtidos próximo da fonte de contaminação. A extrapolação deste tipo de interpretação aos resultados obtidos nas praias é, no entanto difícil, uma vez que os resultados são fortemente afectados pelos diferentes tempos de sobrevivência dos diferentes indicadores bacterianos no meio marinho.

#### **4. CONCLUSÕES**

As 6 praias amostradas apresentaram-se em conformidade legal relativamente ao Anexo XV (Qualidade das águas balneares) do Dec. Lei 236/98, no que respeita os parâmetros físico químicos: o pH, o oxigénio dissolvido e a cor apresentaram valores dentro dos limites estipulados; substâncias como cianetos, fenóis e tensoactivos não foram detectadas, tendo o seu registo sido inferior ao limite de quantificação. Relativamente à composição elementar e tal como nas águas do largo, não foi detectada a presença de concentrações elevadas de elementos potencialmente tóxicos que

apresentaram concentrações quase sempre inferiores ao limite de detecção e inferiores ao VMA estabelecido no Anexo XXI do Dec. Lei 236/98, “Objectivos ambientais de qualidade mínima para águas superficiais”, excepção feita a P3 (S.Jacinto), em situação de baixa-mar, onde foi encontrada uma concentração elevada de cobre e outra de prata na praia de Mira (P6) nas duas situações de maré.

Da apreciação global dos resultados microbiológicos obtidos na campanha de Junho de 2001 pode concluir-se que:

- As praias de Mira, Vagueira e particularmente, da Costa Nova, revelaram os maiores índices de contaminação bacteriológica da água. No entanto, os valores relativos aos diferentes indicadores bacteriológicos analisados situaram-se abaixo dos VMA respectivos.

- O aumento dos teores de coliformes totais, coliformes fecais e estreptococos fecais na água colhida aquém da zona de rebentação em preia-mar, relativamente à situação de baixa mar, ocorreu mais frequentemente nas praias da Costa Nova, Vagueira e Mira e pode indicar deterioração da qualidade da água por contaminação a partir do areal inundado.

## 5. BIBLIOGRAFIA

Decreto Lei 236/98 de 1 de Agosto. Ministério do Ambiente. *Diário da República* nº 176/98, I série A:3676 – 3722.

INETI/LAACQ 200.05 - Espectrometria de absorção molecular - etilenodiamina - cobre (II).

ISO 6703-1 - Norme internationale. Qualité de l'eau - Dosage des cyanures - partie 1 : Dosage des cyanures totaux.

ISO 6439 - Norme internationale. Qualité de l'eau - Détermination de l'indice phénol - Méthode spectrométrique à l'amino - 4 - antipyrine après distillation.

ISO 7887 – Qualidade da água - exame e determinação da cor, 1985.

NP 733 – Determinação do teor em oxigénio dissolvido. Método volumétrico. 1969.

SMEWW - *Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater* (20th ed.), American Public Health Association, Washington D. C. 1998.

MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DO EMISSÁRIO SUBMARINO DE S.JACINTO – RELATÓRIO DA CARACTERIZAÇÃO DO MEIO RECEPTOR – SETEMBRO 2000 E JANEIRO 2001. INETI E UA. JULHO 2001.

---

ANEXO I

Caracterização da Água das Praias

Resultados do mês de Junho 2001

## CARACTERIZAÇÃO DAS PRAIAS - RESULTADOS DO MÊS DE JUNHO (26/06/01)

PREIA MAR						Hora: 07:55					
LOCAL	Hora de Colheita	Temperatura (°C)	Salinidade (‰)	Oxi.Dissolv. (mg/L)	pH	Cianetos (µg CN/L)	Fenóis (µgC <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH/L)	Tensoactivos (mg/L) sulfato de laurilo e sódio	Óleos e Gorduras (mg/L)	Hidrocarbonetos (mg/L)	Cor (Pt/Co) mg/L
P1 - Furadouro	8:45	17°	34,9	8,2	8,1	<1*	<4*	<0,25*	≤0,05*	≤0,05*	2,5
P2 - Torreira	9:20	17,5°	35,1	8,1	8,1	<1*	<4*	<0,25*	≤0,05*	≤0,05*	8,9
P3 - S. Jacinto	10:15	18°	34,8	8,2	8,1	<1*	<4*	<0,25*	0,07	≤0,05*	4,6
P4 - Costa Nova	9:50	19°	34,8	8,3	8,1	<1*	<4*	<0,25*	≤0,05*	≤0,05*	4,6
P5 - Vagueira	9:25	18°	34,6	8,3	8,1	<1*	<4*	<0,25*	≤0,05*	≤0,05*	4,6
P6 - Mira	8:25	18°	34,7	8,3	8,1	<1*	<4*	<0,25*	≤0,05*	≤0,05*	2,5

\* l.q. limite de quantificação

PREIA MAR					Hora: 07:55				
LOCAL	Coliformes Totais UFC/100ml	Coliformes Fecais UFC/100ml	Estreptococos Fecais UFC/100ml	Saprófitas UFC/ml					
P1 - Furadouro	2000	1	13	38					
P2 - Torreira	73	0	23	0					
P3 - S. Jacinto	n.d.	0	0	0					
P4 - Costa Nova	471	2	124	19					
P5 - Vagueira	857	0	9	63					
P6 - Mira	813	1	61	22					

n.d. não determinado

## CARACTERIZAÇÃO DAS PRAIAS - RESULTADOS DO MÊS DE JUNHO (26/06/01)

BAIXA MAR						Hora: 13:39					
LOCAL	Hora de Colheita	Temperatura (°C)	Salinidade (‰)	Oxi.Dissolv. (mg/L)	pH	Cianetos (µg CN/L)	Fenóis (µgC <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH/L)	Tensoactivos (mg/L) sulfato de laurilo e sódio	Óleos e Gorduras (mg/L)	Hidrocarbonetos (mg/L)	Cor (Pt/Co) mg/L
P1 - Furadouro	13:50	19°	34,8	8,1	8,1	<1*	<4*	<0,25*	≤0,05*	≤0,05*	4,6
P2 - Torreira	14:45	19°	34,9	8,1	8,1	<1*	<4*	<0,25*	≤0,05*	≤0,05*	6,7
P3 - S. Jacinto	15:40	18,5	34,4	8,1	8,1	<1*	<4*	<0,25*	≤0,05*	≤0,05*	8,9
P4 - Costa Nova	14:10	19°	34,6	7,9	8,1	<1*	<4*	<0,25*	≤0,05*	≤0,05*	8,9
P5 - Vagueira	13:40	18°	34,3	8	8,1	<1*	<4*	<0,25*	0,06	≤0,05*	8,9
P6 - Mira	13:05	19°	34,7	8,2	8,1	<1*	<4*	<0,25*	0,08	≤0,05*	8,9

\* l.q. limite de quantificação

BAIXA MAR					Hora: 13:39				
LOCAL	Coliformes Totais UFC/100ml	Coliformes Fecais UFC/100ml	Estreptococos Fecais UFC/100ml	Saprófitas UFC/ml					
P1 - Furadouro	317	0	31	48					
P2 - Torreira	197	0	5	7					
P3 - S. Jacinto	109	0	3	0					
P4 - Costa Nova	87	0	39	9928					
P5 - Vagueira	277	0	16	3080					
P6 - Mira	373	0	14	9832					

## MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DO EMISSÁRIO DE S. JACINTO

## CARACTERIZAÇÃO DAS PRAIAS (Situação de Preia Mar) - RESULTADOS DO MÊS DE JUNHO (26/06/01)

Metais Pesados µg/l	<b>I.d.</b>	<b>P1 (PM)</b>	<b>P2 (PM)</b>	<b>P3 (PM)</b>	<b>P4 (PM)</b>	<b>P5 (PM)</b>	<b>P6 (PM)</b>
Titânio (Ti)	≤2	19,1	4,0	3,5	10,5	21,3	23,6
Vanádio (V)	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	2,8	≤1
Crómio (Cr)	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4
Ferro (Fe)	≤0,6	383	83	112	209	477	473
Cobalto (Co)	≤0,4	0,8	≤0,4	≤0,4	0,9	1,4	≤0,4
Níquel (Ni)	≤0,4	0,7	1,3	1,5	1,5	1,6	4,6
Cobre (Cu)	≤0,4	1,1	0,8	0,9	2,7	1,3	63
Zinco (Zn)	≤0,8	13,1	8,6	14,2	10,3	14,7	17,0
Arsénio (As)	≤0,6	≤0,6	≤0,6	≤0,6	≤0,6	≤0,6	≤0,6
Selénio (Se)	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1
Molibdénio(Mo)	≤0,4	12,1	13,4	10,9	11,0	11,6	11,5
Prata (Ag)	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	25
Cádmio (Cd)	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5
Estanho (Sn)	≤2,0	≤2	≤2	≤2	≤2	≤2	≤2
Mercúrio (Hg)	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
Chumbo (Pb)	≤0,7	1,1	≤0,7	≤0,7	≤0,7	1,4	3,3

I.d. limite de detecção

## MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DO EMISSÁRIO DE S. JACINTO

## CARACTERIZAÇÃO DAS PRAIAS (Situação de Baixa Mar) - RESULTADOS DO MÊS DE JUNHO (26/06/01)

Metais Pesados µg/l	<b>l.d.</b>	<b>P1 (BM)</b>	<b>P2 (BM)</b>	<b>P3 (BM)</b>	<b>P4 (BM)</b>	<b>P5 (BM)</b>	<b>P6 (BM)</b>
Titânio (Ti)	≤2	3,1	15,5	8,7	5,7	21,3	15,7
Vanádio (V)	≤1	≤1	2,1	1,6	≤1	2,5	≤1
Crómio (Cr)	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4
Ferro (Fe)	≤0,6	109	211	170	105	419	351
Cobalto (Co)	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	≤0,4	1,1	0,9
Níquel (Ni)	≤0,4	5,3	1,3	≤0,4	1,4	0,9	5,3
Cobre (Cu)	≤0,4	1,7	2,1	318	2,3	1,8	3,7
Zinco (Zn)	≤0,8	7,6	9,1	14,4	9,8	11,0	64
Arsénio (As)	≤0,6	≤0,6	≤0,6	≤0,6	≤0,6	≤0,6	≤0,6
Selénio (Se)	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1	≤0,1
Molibdénio(Mo)	≤0,4	11,6	12,7	11,2	11,8	12,1	11,5
Prata (Ag)	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	1,4	54
Cádmio (Cd)	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5	≤0,5
Estanho (Sn)	≤2,0	≤2	≤2	≤2	≤2	≤2	≤2
Mercúrio (Hg)	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1	≤1
Chumbo (Pb)	≤0,7	≤0,7	≤0,7	1,0	2,7	2,0	2,0

l.d. limite de detecção



Monitorização ambiental  
associada ao funcionamento do  
emissário submarino  
de S. Jacinto



Região Costeira  
5. Recursos Haliêuticos



Relatório de Progresso - 2º Semestre

Janeiro 2002





# **MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DO EMISSÁRIO SUBMARINO DE S. JACINTO**

## **RELATÓRIO SECTORIAL: RECURSOS HALIÊUTICOS**

**Manuel Sobral<sup>(1)</sup>, Odete Gil<sup>(1)</sup>, Isabel Jorge<sup>(1)</sup>, Armando Duarte<sup>(2)</sup>, Paulo Antunes<sup>(1)</sup>, Eduarda Pereira<sup>(2)</sup>, Sizenando Abreu<sup>(2)</sup>, Isabelina Santos e Carlos Vale<sup>(1)</sup>.**

(1) Instituto de Investigação das Pescas e do Mar

(2) Universidade de Aveiro

## **RELATÓRIO DE PROGRESSO**

**2º semestre**

Janeiro de 2002

## 1 – Introdução

Este relatório intercalar pretende dar a conhecer os resultados obtidos no âmbito da Componente Recursos Haliêuticos correspondentes ao 2º semestre de 2001. Os estudos foram dirigidos à ictiofauna e moluscos bivalves, na zona do emissário e frente à Torreira, tendo como objectivos fundamentais conhecer a distribuição e abundância daqueles recursos bem como os níveis de acumulação dos principais contaminantes metálicos e de PCB.

## 2 – Metodologia

Frente a S. Jacinto e à Torreira foram efectuados, em Agosto de 2001, arrastos dirigidos à ictiofauna e moluscos bivalves obedecendo à mesma metodologia seguida no estudo anterior (Figura 1). Na recolha de amostras da ictiofauna foi utilizada uma rede de vara, em tudo semelhante à utilizada pela frota comercial, a qual se destina preferencialmente à captura de peixes demersais e bênticos. Na pesca dos moluscos bivalves foi utilizada uma ganchorra, tipo comercial, cujas características proporcionam a captura preferencial de espécies que se encontram pouco enterradas no sedimento.

A determinação de contaminantes foi efectuada como no estudo anterior no peixe aranha, cabra-cabaço (ruivo), língua, amêijoa-branca e cadelinha, capturados na zona do emissário (S. Jacinto) e frente à Torreira. Os comprimentos, os pesos e o número de indivíduos analisados estão indicados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Comprimentos (cm) e pesos (g) médios dos indivíduos seleccionados para análise de metais e de PCB.

	S. Jacinto			Torreira		
	n	Comprimento (cm)	Peso (g)	n	Comprimento (cm)	Peso (g)
Peixe aranha	15	10,4	13,2	20	11,4	19,1
Ruivo	10	17,9	54,7	12	18,7	66,1
Língua	10	20,7	75,3	15	20,3	70,3
Amêijoa		-	-	50	32,6	7,4
Cadelinha	50	23,2	1,7	50	22,6	1,4

## 2 – Resultados

### 2.1 Moluscos bivalves

As espécies de moluscos bivalves, capturadas em S. Jacinto e Torreira, encontram-se nas tabelas seguintes:

Tabela 2- Espécies presentes nas capturas da ganchorra - S. Jacinto.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME VULGAR
VENERIDAE	<i>Venus (Chameleia) striatula</i>	Pé-de-burrinho
MACTRIDAE	<i>Mactra corallina</i>	Amêijoia-lisa
MACTRIDAE	<i>Spisula solida</i>	Amêijoia-branca
DONACIDAE	<i>Donax vittatus</i>	Cadelinha
SOLECURTIDAE	<i>Pharus legumen</i>	Navalha
SOLENIDAE	<i>Ensis siliqua</i>	Longueirão

Tabela 3- Espécies presentes nas capturas da ganchorra - Torreira.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME VULGAR
MACTRIDAE	<i>Mactra corallina</i>	Amêijoia-lisa
MACTRIDAE	<i>Spisula solida</i>	Amêijoia-branca
DONACIDAE	<i>Donax vittatus</i>	Cadelinha
SOLECURTIDAE	<i>Pharus legumen</i>	Navalha
SOLENIDAE	<i>Ensis siliqua</i>	Longueirão

A biomassa e abundância de cada uma das estações efectuadas para as zonas de S. Jacinto e Torreira encontram-se, respectivamente, nas tabelas 3 e 4.

Tabela 4 - Biomassa (g) e abundância (N) por espécie para as estações efectuadas em S. Jacinto.

ESTAÇÃO	<i>Spisula solida</i>		<i>Donax vittatus</i>		<i>Venus striatula</i>		<i>Pharus legumen</i>		<i>Ensis siliqua</i>		<i>Mactra corallina</i>	
	g	N	g	N	g	N	g	N	g	N	g	N
1			370,7	211	16,3	3	6,2		4,4			
2			334,3	190	21,6	7	3,8		3,5			
3			765,2	483	3,4	1	16		1,9		10,7	
4			309,8	167	33	10	5,9		6		5,1	
5			230,3	119	26,3	7	8,1				17,2	
6			1014,7	629	10,8	3	16,5		13,5		41,1	
7			305	174	12,1	3	4,2		7,1			
8			7,1	5	73	22	7,6		7,6			
9			440,1	249	39,8	11	6,7		1,1			
10	5,9	1	319,9	174	13,1	3	1,1		8,6		12,1	
11			860,4	493			8,4		4,6		43,8	
12	1,8	1	814,6	598		1	75,4		28,4		68,1	
13			395	265	5,9		36,9				7,3	
14			795,5	444	24,2	7	0,7		2,3		1	
15			369,5	212					5,4			
16			720,6	420	10,1	3	29,5		36,3		47,6	
17	3,5	1	509,4	284	11,8	3	2,9		11,8		2,5	
18			710,9	403	16,9	6	9,1		8,3		1,4	
19			744,1	431	3,4	1	48,8		2,4		24,3	
20			200,8	115	5,7	1						

Tabela 5 - Biomassa (g) e abundância (N) por espécie para as estações efectuadas na Torreira.

ESTAÇÃO	<i>Spisula solida</i>		<i>Donax vittatus</i>		<i>Venus striatula</i>		<i>Pharus legumen</i>		<i>Ensis siliqua</i>		<i>Mactra corallina</i>	
	g	N	g	N	g	N	g	N	g	N	g	N
21	340,9	33										
22	199,1	18										
23	640,3	55										
24	219,7	26										
25	590	53										
26	490,2	53										
27	324,8	38	5,8	4								
28	530,6	62	2,4	1								
29	289,4	34	270	177					30,5		2,2	
30	36,4	5	365,1	317					10,8		20,2	
31	63,5	7	84,6	77			8,4		375		89	
32	375	46	100	79					7,2			
33	14,3	2	17,8	16					84,6		12,3	
34			25,1	23					26,6		5,2	
35	26,8	2	300,9	228					120			
36	20,5	3	319,1	239					200		69	
37	1,4	1	395,2	402			0,8		11,8		1,6	
38	4,6	1	60,8	57			1,8		11,1			
39			84,6	86					16,5			
40			75,9	76					8,1		12,7	

## 2.2 – Ictiofauna

As espécies de peixes presentes nas capturas constam na tabela seguinte.

Tabela 6 - Espécies presentes nas capturas do arrasto (S. Jacinto + Torreira).

FAMILIA	ESPÉCIE	NOME VULGAR
SCYLIORHINIDAE	<i>Scyliorhinus canicula</i>	Pata-roxa
RAJIDAE	<i>Raja (Amblyraja) radiata</i>	Raia-repregada
CLUPEIDAE	<i>Sardina pilchardus</i>	Sardinha
GADIDAE	<i>Trisopterus luscus</i>	Faneca
CARANGIDAE	<i>Trachurus trachurus</i>	Carapau
AMMODYTIDAE	<i>Ammodytes tobianus</i>	Galeota-menor
TRACHINIDAE	<i>Echiichthys vipera</i>	Peixe-aranha-menor
SCOMBRIDAE	<i>Scomber scombrus</i>	Sarda
GOBIIDAE	<i>Pomatoschistus minutus</i>	Caboz-da-areia
CALLIONYMIDAE	<i>Callionymus lyra</i>	Peixe-pau-lira
TRIGLIDAE	<i>Aspitrigla obscura</i>	Cabra-de-bandeira
TRIGLIDAE	<i>Eutrigla gurnardus</i>	Cabra-morena
TRIGLIDAE	<i>Trigla lucerna</i>	Cabra-cabaço
BOTHIDAE	<i>Arnoglossus laterna</i>	Carta-do-Mediterrâneo
PLEURONECTIDAE	<i>Platichthys flesus</i>	Solha-das-pedras
SOLEIDAE	<i>Dicologlossa cuneata</i>	Língua
SOLEIDAE	<i>Solea lascaris</i>	Linguado-da-areia

A biomassa das diferentes estações bem como a abundância respectiva estão representadas nas tabelas 7 e 8.

Tabela 7 - Biomassa (g) por espécie para os diferentes arrastos: 1 a 8 - S.Jacinto; 9 a 16 - Torreira.

ESPÉCIE	Nº DO ARRASTO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Scyliorhinus canicula</i>	1150					680	1060	480				515			535	
<i>Raja (Amblyraja) radiata</i>										405			390			
<i>Sardina pilchardus</i>	6,2															
<i>Trisopterus luscus</i>	705				25,9										24500	130,2
<i>Trachurus trachurus</i>	5000	1375		15,9	66,6	82	177,4							195		116,7
<i>Ammodytes tobianus</i>						48,8										
<i>Echiichthys vipera</i>	82,8	24	48,9		31		74,2				210	165	930	520	1055	665
<i>Scomber scombrus</i>	1960															
<i>Pomatoschistus minutus</i>	2,2					2			4,7							
<i>Callionymus lyra</i>	65,1	375		115		335	20,8	55,1			315	585	222,9	420	1020	1450
<i>Aspitrigla obscura</i>	41,9	36,9		61				55,1					42,4		3420	2715
<i>Eutrigla gurnardus</i>															590	1020
<i>Trigla lucerna</i>	670	2510	475	1105	765	1475	620	2040	1420	1460	1520	1495	2405	3570	1020	1390
<i>Arnoglossus laterna</i>	950	2400	615	1705	1165	1400	990	2415	555	535	585	900	210	185	55,5	65,8
<i>Platichthys flesus</i>	232,3		74	360	234,8		775	525	174,3		327,3	271,3	835	193,7		
<i>Dicologlossa cuneata</i>	2170	1440	3025	1725	1575	1730	1790	1330	1570	515	570	310	1020	520	275	69,9
<i>Solea lascaris</i>	195,4		625		270	130,9			240		169,8		550	385	215	

Tabela 8 - Abundância (N) por espécie para os diferentes arrastos: 1 a 8 - S.Jacinto; 9 a 16 - Torreira.

ESPÉCIE	Nº DO ARRASTO															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
<i>Scyllorhinus canicula</i>	2					1	2	1							1	
<i>Raja ( Amblyraja) radiata</i>										1		1				
<i>Sardina pilchardus</i>	1															
<i>Trisopterus luscus</i>	60														1567	
<i>Trachurus trachurus</i>	492	125		2	7	11	17		1	1	6	14			3	18
<i>Ammodytes tobianus</i>						1										
<i>Echiiichthys vipera</i>	6	2	4		2		6				21	13	68	38	106	61
<i>Scomber scombrus</i>	10															
<i>Pomatoschistus minutus</i>	1					1			3		1					
<i>Callionymus lyra</i>	1	12				13	2	10	1		8	18	13	31	36	65
<i>Aspitrigla obscura</i>	2	2		4				4					2		163	134
<i>Eutrigla gurnardus</i>															36	62
<i>Trigla lucerna</i>	34	79	14	40	20	48	13	69	62	52	73	64	82	121	28	29
<i>Arnoglossus laterna</i>	77	144	42	115	77	94	65	161	34	29	46	69	26	28	7	7
<i>Platichthys flesus</i>	2		1	3	1		5	3	1		1	1	3	1		
<i>Dicologlossa cuneata</i>	50	24	50	25	30	25	30	24	32	9	10	5	17	7	3	1
<i>Solea lascaris</i>	1		3		3	1			2		1		3		3	

## 2.3 – Contaminantes

Na Tabela 9 são apresentados os teores em gordura, metais e tPCB registados nos organismos colhidos em S. Jacinto e Torreira.

**Tabela 9** - Teor em gordura, Fe, Zn, Cu, Pb, Cd, Hg ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) e tPCB ( $\text{ng g}^{-1}$ ) no músculo e no fígado das espécies de peixes seleccionadas para análise e na parte edível da amêijoia-branca e cadelinha colhidas em S. Jacinto e Torreira em Agosto de 2001.

		G (%)	Fe ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	Zn ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	Cu ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	Pb ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	Cd ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	Hg ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	tPCB ( $\text{ng g}^{-1}$ )
<b>S. Jacinto</b>									
P. aranha	Músculo	4,5	31	28	1,2	<0,10	0,026	0,34	11
	Fígado	76	68	42	2,9	<0,10	0,015	0,18	214
Ruivo	Músculo	4,4	37	23	2,0	0,12	0,014	0,13	12
	Fígado	39	99	74	6,7	0,14	0,060	0,096	122
Língua	Músculo	1,6	58	21	1,9	0,12	0,010	0,82	5,2
	Fígado	11	194	81	310	0,31	0,30	0,51	27
Cadelinha		4,3	2140	104	9,4	1,82	0,24	0,089	6,1
<b>Torreira</b>									
P. aranha	Músculo	4,3	36	28	2,7	<0,10	0,012	0,24	12
	Fígado	70	57	41	4,3	0,14	0,067	0,084	227
Ruivo	Músculo	3,7	37	22	1,3	0,12	0,010	0,15	16
	Fígado	41	78	71	7,3	0,14	0,14	0,11	142
Língua	Músculo	2,7	26	16	2,1	0,12	<0,010	0,53	11
	Fígado	23	233	69	393	0,75	0,25	0,35	79
Amêijoia		7,9	680	52	21	1,07	0,34	0,054	11
Cadelinha		4,6	1519	112	13	1,32	0,12	0,068	8,4



# Monitorização ambiental associada ao funcionamento do emissário submarino de S. Jacinto



Ria de Aveiro

1. Cargas Orgânicas e Inorgânicas
2. Microorganismos Fecais



Relatório de Progresso - 2º Semestre

Janeiro 2002





**Universidade de Aveiro**

**Monitorização Ambiental do Emissário Submarino de Aveiro**

**Ria de Aveiro – Caracterização das Cargas Orgânicas e Inorgânicas e Microorganismos Fecais**

**RELATÓRIO DE PROGRESSO  
2º semestre**

**Novembro de 2001**

Equipa Técnica: Armando da Costa Duarte (DQ-UA), Vítor Quintino (DB-UA), Ana Maria Rodrigues (DB-UA), Eduarda Pereira (DQ-UA), Angela Cunha (DB-UA), Adelaide Almeida (DB-UA), Sizenando Abreu (DQ-UA), Dulce Subida (DB-UA), Cláudia Lopes (DQ-UA), Anabela Pereira (DB-UA), Isabel Henriques (DB-UA), Rui Marques (DB-UA).



## **AMOSTRAGENS REALIZADAS**

As campanhas de carácter quinzenal cujos resultados constituem este relatório de progresso foram realizadas em 5 e 19 de Abril, 4 e 22 de Maio e 20 de Junho de 2001. A campanha trimestral foi realizada em 6 de Junho de 2001.

As amostras de água nas campanhas quinzenais foram recolhidas em três locais da Ria de Aveiro (R1, R4 e R6 – mesma localização que nas campanhas trimestrais), em situações de baixa-mar (BM) e de preia-mar (PM), a cerca de 0.5 m da superfície. Nas campanhas trimestrais, as amostras de água foram recolhidas em oito locais da Ria de Aveiro (Local R1 – Canal Principal; Local R2 – Canal de Mira, Costa Nova; Local R3 – Canal de Ovar, Torreira; Local R4 – Largo do Laranjo; Local R5 – Esteiro de S. Pedro; Local R6 – Canal de Ílhavo; Local R7 – Rio Novo do Príncipe; Local R8 – junto à futura ETAR do Canal de Ílhavo), também sempre em situação de baixa-mar (BM) e de preia-mar (PM) e a 0.5 m da superfície.

Nas amostras de água recolhidas foram efectuadas as seguintes determinações: temperatura, salinidade, pH, concentração de nutrientes – amónia ( $\text{NH}_4^+$ ), nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ), nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ), fosfatos ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) e sílica ( $\text{SiO}_2$ ) - coliformes totais (CT), coliformes fecais (CF), estreptococos fecais (SF), bactérias saprófitas aeróbicas (SAP), seston, biomassa planctónica total (ATP), biomassa do fitoplâncton (clorofila a), produção primária e consumo de oxigénio na coluna de água.

## **RESULTADOS**

Na tabela 1 são apresentados os resultados das características físico-químicas das amostras de água recolhidas na Ria de Aveiro entre 5 de Abril e 20 de Junho de 2001 (campanhas quinzenais e trimestrais).

**Tabela 1** – Características físico-químicas da água da Ria de Aveiro nas campanhas realizadas entre 5 de Abril e 20 de Junho de 2001.***Amostragem de 2001-04-05***

<b>Estação</b>	<b>Maré</b>	<b>Temp. (°C)</b>	<b>Salinidade</b>	<b>pH</b>
R1	PM	--	--	8,1
R4	PM	--	--	7,6
R6	PM	--	--	7,5
R1	BM	--	--	7,9
R4	BM	--	--	7,4
R6	BM	--	--	7,2

***Amostragem de 2001-04-19***

<b>Estação</b>	<b>Maré</b>	<b>Temp. (°C)</b>	<b>Salinidade</b>	<b>pH</b>
R1	PM	--	28,5	8,1
R4	PM	--	7,0	7,9
R6	PM	--	14,0	8,0
R1	BM	--	18,5	8,1
R4	BM	--	2,0	7,2
R6	BM	--	6,0	7,7

***Amostragem de 2001-05-04***

<b>Estação</b>	<b>Maré</b>	<b>Temp. (°C)</b>	<b>Salinidade</b>	<b>pH</b>
R1	PM	14,0	27,5	8,0
R4	PM	15,0	13,0	7,8
R6	PM	16,0	20,0	7,9
R1	BM	14,5	20,5	8,1
R4	BM	15,0	3,0	7,2
R6	BM	14,5	3,5	7,5

**Amostragem de 2001-05-22**

<b>Estação</b>	<b>Maré</b>	<b>Temp. (°C)</b>	<b>Salinidade</b>	<b>pH</b>
R1	PM	17,5	31,9	8,2
R4	PM	20,5	12,0	7,8
R6	PM	21,4	10,3	7,5
R1	BM	18,0	24,2	8,0
R4	BM	19,0	3,0	7,3
R6	BM	19,6	5,6	7,3

**Amostragem de 2001-06-04**

<b>Estação</b>	<b>Maré</b>	<b>Temp. (°C)</b>	<b>Salinidade</b>	<b>pH</b>
R1	PM	19,5	29,3	8,2
R2	PM	20,5	29,0	8,1
R3	PM	22,0	24,5	8,2
R4	PM	21,5	22,0	7,9
R5	PM	24,5	23,0	7,7
R6	PM	21,7	24,5	8,0
R7	PM	21,5	0,0	7,7
R8	PM	21,5	24,0	8,1
R1	BM	18,7	29,4	8,1
R2	BM	19,2	21,5	8,0
R3	BM	20,8	17,2	7,8
R4	BM	22,1	8,0	7,4
R5	BM	--	1,8	7,6
R6	BM	--	12,0	7,6
R7	BM	21,8	0,0	7,6
R8	BM	19,4	16,5	7,8

**Amostragem de 2001-06-20**

<b>Estação</b>	<b>Maré</b>	<b>Temp. (°C)</b>	<b>Salinidade</b>	<b>pH</b>
R1	PM	16,5	34,0	8,1
R4	PM	22,1	26,1	8,0
R6	PM	--	29,0	7,9
R1	BM	17,2	31,0	7,9
R4	BM	23,5	16,3	7,3
R6	BM	23,0	20,4	7,5

Nas tabelas 2 e 3 são apresentados os resultados da caracterização bacteriológica da água nas amostras recolhidas na Ria de Aveiro entre 5 de Abril e 20 de Junho de 2001 (campanhas quinzenais e trimestrais).

**Tabela 2** - Caracterização bacteriológica da água da Ria de Aveiro nas campanhas realizadas entre 5 de Abril e 20 de Junho de 2001.

Local e data		CT		CF		SF		SAP	
		(UFC 100 mL <sup>-1</sup> )		(UFC 100 mL <sup>-1</sup> )		(UFC 100 mL <sup>-1</sup> )		(UFC mL <sup>-1</sup> )	
		PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM
R1	05-04-2001	133,3	5333,3	6,7	700	6,7	183	22	1160
	19-04-2001	3233	1967	10	70	241	1533	546	580
	04-05-2001	1533	2933	1	189	1	49	1107	232
	22-05-2001	133	7200	1	263	15	81	410	1140
	04-06-2001	43	2125	25	108	123	49	3050	2517
	20-06-2001	117	62	25	100	52	35	1960	2517
R2	04-06-2001	218	5133	28	104	62	58	3950	4650
R3	04-06-2001	238	5250	27	93	77	320	3650	5117
R4	05-04-2001	436	3215	208	693	57	954	740	2000
	19-04-2001	529	56012	17	4903	1150	100	1140	3380
	04-05-2001	462	7638	15	71	23	64	330	1406
	22-05-2001	1332	15044	27	300	57	78	920	1940
	04-06-2001	750	69275	30	1400	233	155		7500
	20-06-2001	2000	95825	35	425	29	78	3640	8000
R5	04-06-2001	73775	10000000	2500	1000000	600	351025	17533	25200000
R6	05-04-2001	29000	48667	3033	6200	867	2167	2000	1900
	19-04-2001	32000	19000	3500	380	3000	2700	2300	164
	04-05-2001	9800	21333	1167	2800	267	567	150	960
	22-05-2001	29067	49667	1933	563	1077	300	2470	1100
	04-06-2001	20525	17275	585	243	75	277	1567	5584
	20-06-2001	10275	7275	583	156	78	138	6700	14100
R7	04-06-2001	20025	18025	140	318	50	208	6567	3200
R8	04-06-2001	1500	6775	95	185	40	208	1867	4384

**Tabela 3** - Restantes parâmetros de caracterização da qualidade da água da Ria de Aveiro nas campanhas realizadas entre 5 de Abril e 20 de Junho de 2001.

Local e data		Seston		Clorofila a		Biomassa total do plâncton		Produção primária do plâncton		Respiração do plâncton	
		mg L <sup>-1</sup>		µg L <sup>-1</sup>		µgC L <sup>-1</sup>		mgC L <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>		mgC L <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>	
		PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM	PM	BM
R1	05-04-2001	39,4	20,2	6,27	2,05	209	95,5	0,173	0,157	0,0525	0,0491
	19-04-2001	77,8	40,9	5,92	4,44	91,5	235,75	0,146	0,142	0,0212	0,0259
	04-05-2001	73,8	41,9	1,54	2,62	35	186,75	0,141	0,26	0,0006	0,0351
	22-05-2001	32,3	40,9	1,43	3,02	63,5	132	0,074	0,01	0,0065	0,0135
	04-06-2001	37,9	43,0	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	0,135	0,128	0,0210	0,0245
	20-06-2001	38,1	42,6	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	0,124	0,144	0,0357	0,0638
R2	04-06-2001	43,3	36,9	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	0,125	0,099	0,0100	0,0246
R3	04-06-2001	39,9	84,5	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	0,252	0,12	0,0329	0,0533
R4	05-04-2001	16,4	29,2	19,6	10,2	480	216	0,192	0,07	0,0645	0,0685
	19-04-2001	28,9	13,9	9,7	23,6	320	777,5	0,384	0,371	0,0563	0,0417
	04-05-2001	40,7	24,0	4,6	10,8	90,5	285	0,213	0,211	0,0128	0,0306
	22-05-2001	36,7	28,1	7,8	17,9	355,75	189,25	0,139	0,033	0,0273	0,0232
	04-06-2001	32,3	32,0	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	0,276	0,245	0,0547	0,0403
	20-06-2001	38,9	25,9	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	0,343	0,211	0,0025	0,0142
R5	04-06-2001	50,3	25,7	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	0,274	-	0,0780	0,0373
R6	05-04-2001	34,2	47,1	4,8	6,0	282,5	188,75	0,1430	0,2990	0,0986	0,1020
	19-04-2001	100,0	28,2	20,7	27,4	1755	205,75	0,4910	0,1480	0,0524	0,0537
	04-05-2001	44,1	46,9	3,2	5,5	340	149,25	0,1200	0,0890	0,0139	0,0190
	22-05-2001	31,9	67,0	4,0	1,8	200,5	343,25	0,2060	0,0760	0,0444	0,0220
	04-06-2001	41,0	42,1	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	0,0690	0,2800	0,0427	0,0588
	20-06-2001	11,7	44,7	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	0,2400	0,3100	0,0182	0,0329
R7	04-06-2001	10,3	12,4	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	0,283	0,481	0,0721	0,0883
R8	04-06-2001	43,5	73,9	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	a.n.d.	0,047	0,204	0,0312	0,0375

a.n.d. – dados ainda não disponíveis

Na tabela 4 são apresentados os resultados das concentrações de nutrientes na fracção dissolvida das amostras de água recolhidas na Ria de Aveiro entre 5 de Abril e 20 de Junho de 2001 (campanhas quinzenais e trimestrais).

**Tabela 4** – Concentração de nutrientes na fracção dissolvida da água da Ria de Aveiro nas campanhas realizadas entre 5 de Abril e 20 de Junho de 2001.

**Amostragem de 2001-04-05**

Estação	Maré	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (µmol/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (µmol/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (µmol/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (µmol/L)	SiO <sub>2</sub> (µmol/L)
R1	PM	< 2	< 0,5	< 4	< 0,5	< 10
R4	PM	< 2	1,3	78	0,98	35
R6	PM	8,2	1,9	68	1,8	68
R1	BM	< 2	< 0,5	25	< 0,5	67
R4	BM	18,6	3,0	113	1,9	< 10
R6	BM	6,5	2,2	103	3,1	44

**Amostragem de 2001-04-19**

Estação	Maré	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (µmol/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (µmol/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (µmol/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (µmol/L)	SiO <sub>2</sub> (µmol/L)
R1	PM	< 2	0,99	< 4	< 0,5	< 10
R4	PM	< 2	2,5	67	< 0,5	83
R6	PM	3,3	3,1	59	< 0,5	44
R1	BM	< 2	0,65	14	< 0,5	24
R4	BM	99	9,0	173	2,0	134
R6	BM	11,4	4,2	102	< 0,5	94

**Amostragem de 2001-05-04**

Estação	Maré	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (µmol/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (µmol/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (µmol/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (µmol/L)	SiO <sub>2</sub> (µmol/L)
R1	PM	< 2	1,3	3,9	< 0,5	< 10
R4	PM	< 2	1,1	51	< 0,5	60
R6	PM	5,3	1,9	24	< 0,5	38
R1	BM	< 2	0,94	16	< 0,5	36
R4	BM	10,2	3,3	138	1,0	119
R6	BM	9,3	3,3	93	1,0	110

**Amostragem de 2001-05-22**

Estação	Maré	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (µmol/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (µmol/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (µmol/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (µmol/L)	SiO <sub>2</sub> (µmol/L)
R1	PM	< 1	< 0,5	< 4	< 0,5	< 10
R4	PM	3,5	0,69	34	< 0,5	51
R6	PM	15,2	3,6	46	1,2	54
R1	BM	< 1	0,75	17	< 0,5	27
R4	BM	42	3,2	155	< 0,5	84
R6	BM	11,8	4,2	97	< 0,5	91

**Amostragem de 2001-06-04**

Estação	Maré	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (µmol/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (µmol/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (µmol/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (µmol/L)	SiO <sub>2</sub> (µmol/L)
R1	PM	< 2	< 0,5	0,57	< 0,5	< 10
R2	PM	< 2	< 0,5	< 4	< 0,5	< 10
R3	PM	< 2	< 0,5	2,9	< 0,5	< 10
R4	PM	< 2	< 0,5	14,0	< 0,5	23
R5	PM	120	2,5	17,2	11,9	26
R6	PM	4,3	0,93	14,9	1,1	17
R8	PM	< 2	< 0,5	6,0	< 0,5	< 10
R7	PM	< 2	< 0,5	57	< 0,5	138
R1	BM	< 2	0,86	0,16	< 0,5	< 10
R2	BM	< 2	< 0,5	--	1,1	70
R3	BM	< 2	1,2	9,7	< 0,5	30
R4	BM	10,5	2,7	87	< 0,5	33
R5	BM	1947	80	208	137	49
R6	BM	3,4	1,8	60	< 0,5	68
R7	BM	< 2	1,0	76	< 0,5	113
R8	BM	< 2	1,9	28	< 0,5	54

**Amostragem de 2001-06-20**

Local	Maré	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (µmol/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (µmol/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (µmol/L)	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> (µmol/L)	SiO <sub>2</sub> (µmol/L)
R1	PM	< 2	< 0,5	< 4	< 0,5	< 10
R4	PM	< 2	0,8	14,5	< 0,5	< 10
R6	PM	5,2	1,6	10,9	0,97	< 10
R1	BM	< 2	0,9	5,6	< 0,5	< 10
R4	BM	17,5	4,5	100	0,80	69
R6	BM	9,1	3,0	54	< 0,5	60

No que diz respeito ao estudo da componente sedimentar, apresentam-se neste relatório os dados obtidos nas campanhas efectuadas entre Maio e Setembro, para os descritores ambientais, e entre Maio e Julho, para a macrofauna bentónica (a identificação da fauna de Agosto e Setembro está em curso).

A amostragem teve lugar nos dias 24 de Maio, 21 de Junho, 12 de Julho, 9 de Agosto e 18 de Setembro (com excepção da estação da Vista Alegre cuja amostragem foi em 3 de Outubro). Os meses de Junho e Setembro corresponderam a colheitas trimestrais, tendo por tal sido amostrados os 7 locais (R2, R3, R4, R6, R7, R8 e R8A – Figura 1) e os de Maio, Julho e Agosto corresponderam a colheitas mensais tendo sido 3 os locais amostrados (R4, R8 e R8A). No local 7, em Julho, foi obtida uma única réplica, dado que o fundo desta área sofreu grandes alterações em consequência das fortes correntes geradas pelas cheias. De facto, o fundo é agora constituído por sedimento muito grosseiro (ou rocha) não amostrável com draga. Este é possivelmente um local a eliminar em futuros estudos relativos à componente sedimentar da Ria. A metodologia utilizada, quer no campo quer no laboratório foi apresentada no relatório anterior. Os dados são apresentados nas tabelas 5, relativa aos descritores ambientais, e nas tabelas 6 a 8, relativas à macrofauna bentónica.

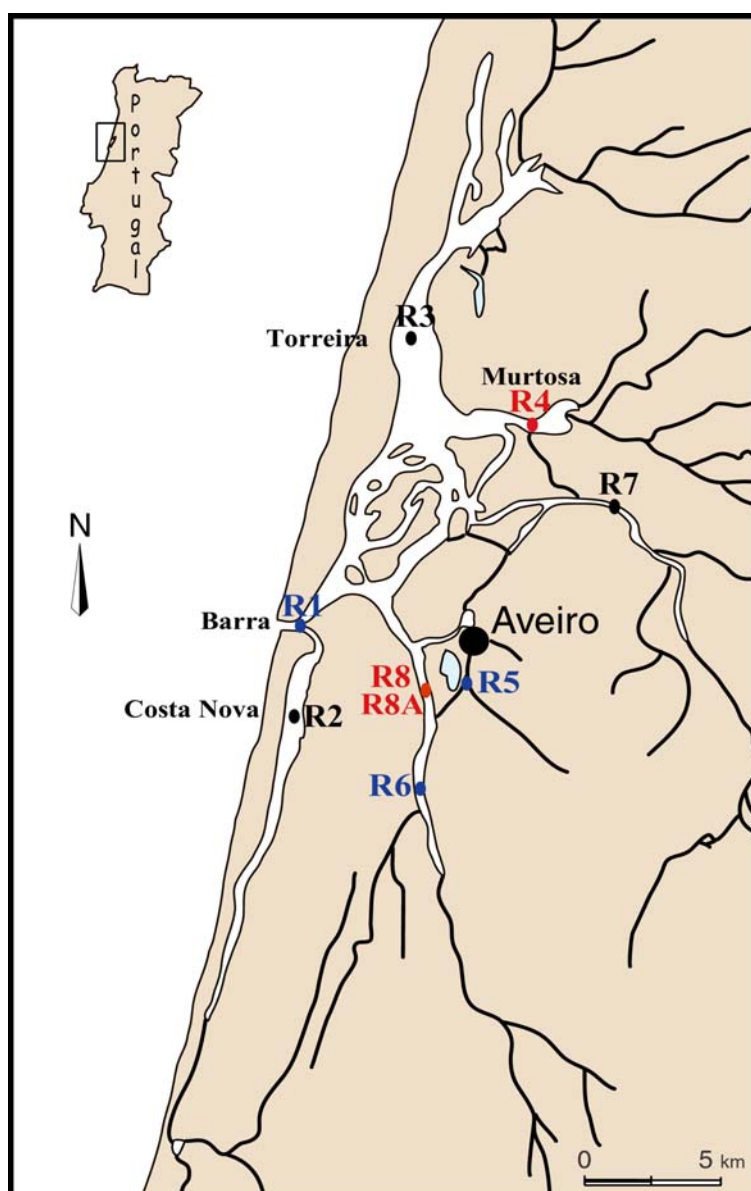
**Tabela 5** - Descritores Ambientais determinados nos locais de amostragem de Maio a Setembro de 2001. Temperatura (°C); SVT – sólidos voláteis totais (%); Cascalho (%), Areia (%), Finos (%). \*\* determinações não efectuadas (ver texto).

Ano:2001	Maio			Junho							Julho		
	R4	R8	R8A	R2	R3	R4	R6	R7	R8	R8A	R4	R8	R8A
<b>Temperatura</b>	18,40	19,40	21,30	20,40	22,70	20,4	20,3	22,40	16,9	17	20,10	18,30	17,80
<b>Eh</b>	-38	250	-66	132	44	117	-50	358	151	26	98	24	-79
<b>SVT</b>	0,95	0,89	7,07	0,29	2,83	10,1	5,12	**	0,76	6,02	2,60	0,52	14,53
<b>Cascalho</b>	0,25	2,71	0	1,58	0,22	0,02	0	**	1,03	0	0	0	0
<b>Areia</b>	92,84	95,99	10,81	98,34	66,65	90,7	42,6	**	95,93	8,29	97,76	97,76	10,83
<b>Finos</b>	6,89	1,28	89,28	0,04	33,19	9,64	57,5	**	3,12	91,7	2,18	2,25	89,19



Tabela 5 (Continuação)

Ano:2001	Agosto			Setembro						
	R4	R8	R8A	R2	R3	R4	R6	R7	R8	R8A
Temperatura	22,00	19,20	18,40	19,00	20,40	20,3	21,6	18,80	18,4	18,7
Eh	41	-49	-66	109	-1	-184	-159	-70	189	-4
SVT	12,92	18,09	11,07	0,44	0,78	6,08	6,43	3,49	0,78	7,16
Cascalho	0,82	0,14	0,02	16,37	13,12	2,71	0,35	21,24	1,1	0,04
Areia	94,42	15,22	13,67	84,05	81,22	80,33	45,05	57,43	96,89	11,93
Finos	4,59	84,68	86,28	0,00	5,62	16,94	54,87	21,28	1,87	87,97



**Figura 1** - Localização das estações de amostragem (R5 e R1, como explicado no 1º relatório, são locais do plano global de amostragem na Ria mas não efectuados para a componente sedimentar); os locais assinalados a preto são amostrados trimestralmente e a vermelho mensalmente.

**Tabela 6 – Macrofauna bentônica amostrada no mês de Maio.**

	R2(1)	R2(2)	R2(3)	R3(1)	R3(2)	R3(3)	R4(1)	R4(2)	R4(3)	R6(1)	R6(2)	R6(3)	R7(1)	R7(2)	R7(3)	R8(1)	R8(2)	R8(3)	R8A(1)	R8A(2)	R8A(3)	TOTAL	
<b>Amphipoda</b>																							
<i>Bathyporeia sarsi</i>																		1					1
<i>Melita palmata</i>																						1	1
<b>Decapoda</b>																							0
<i>Crangon crangon</i>																	1						1
<b>Mysidacea</b>																							
<i>Neomysis integer</i>																					3		3
<i>Gastrossacus spinifer</i>																1	2						3
<b>Bivalvia</b>																							
<i>Scrobicularia plana</i>																1	1			10	9	9	30
<i>Cerastoderma edule</i>																	1	1					2
<b>Gastropoda</b>																							
<i>Hydrobia ulvae</i>																				7	13	28	48
<b>Polychaeta</b>																							
<i>Capitella</i> spp.									1							3	2	1					7
<i>Nereis diversicolor</i>							2	1	1							4		1	37	49	35	130	
<i>Streblospio shrubsollii</i>							4		1				1			12	2	1			3	24	
<b>Oligochaeta</b>																							0
<i>Tubificoides benedeni</i>																		1					1
<b>Nemerte</b>							1											2	1				4
<b>TOTAL</b>	0	0	0	0	0	0	7	1	3	0	0	0	1	0	0	21	9	8	55	74	76	255	

**Tabela 7 – Macrofauna bentônica amostrada no mês de Junho.**

	R2(1)	R2(2)	R2(3)	R3(1)	R3(2)	R3(3)	R4(1)	R4(2)	R4(3)	R6(1)	R6(2)	R6(3)	R7(1)	R7(2)	R7(3)	R8(1)	R8(2)	R8(3)	R8A(1)	R8A(2)	R8A(3)	TOTAL
<b>Amphipoda</b>																						
<i>Corophium acherusicum</i>			3			5																8
<i>Corophium multisetosum</i>																	1					1
<i>Melita palmata</i>	23	10	4	21	25	39				3						1	5	6				137
<b>Isopoda</b>																						
<i>Cyathura carinata</i>						1				4	1	1									1	8
<i>Jaera albifrons</i>		1																				1
<i>cf. Lekaenosphaera leavii</i>	1	2		15	10	21										1	1	3				54
<b>Decapoda</b>																						
<i>Crangon crangon</i>			1						2													3
<i>Rhithropanopeus harrisi</i>		1 zoe																				
<b>Mysidacea</b>																						
<i>Mesopodopsis slabberi</i>						1	1															2
<i>cf. Mysidopsis gibbosa</i>									1													1
<i>Praunus flexuosus</i>	1																					1
<b>Cirripedia</b>																	1					1
<b>Bivalvia</b>																						
<i>Cerastoderma edule</i>	3			2		1											3	1				10
<i>Phaxas pellucidus</i>					1																	1
<i>Scrobicularia plana</i>		2	3			3				2	7	4						1		2		24
<i>cf. Thracia sp.</i>				8	12	14	1		2	1												38
<b>Gastropoda</b>																						
<i>Hydrobia ulvae</i>	2		1			1				1		1					1		8	3		18
<b>Polyplacophora</b>																						
<i>Leptochiton seabridus</i>		1			1																	2
<b>Polychaeta</b>																						
<i>Alkmaria romijni</i>					2	5				21	32	38					1					99
<i>Autolytus langheransi</i>			2	3	1	1																7
<i>Capitella spp.</i>			1		1					5	5	13							3	1		29
<i>Heteromastus filiformis</i>	1	5																				6
<i>Microphthalmus sp.</i>							1															1
<i>Nereis diversicolor</i>		1		2	20	9	1			35	12	27					9	5	54	77	8	260
<i>Polydora ciliata</i>	2	5		41	46	119	4	1	5							1	5					229
<i>Spio decoratus</i>		1			1												1					3
<i>Streblospio shrubsollii</i>	17	3	10		10	13	60	30	18	19	19	2					4	3	10	9	1	228
não identificado				1																		1
<b>Oligochaeta</b>					1																	1
<i>Tubificoides benedeni</i>			11			1	1					2					1					16
<b>Nemerte</b>	1	2								3									7	5	15	33
<b>Nematoda</b>											5	7									1	13
<b>TOTAL</b>	51	33	36	93	131	234	69	31	28	94	76	88	0	0	0	3	33	19	82	98	24	1223

**Tabela 8 – Macrofauna bentônica amostrada no mês de Julho.**

	R2(1)	R2(2)	R2(3)	R3(1)	R3(2)	R3(3)	R4(1)	R4(2)	R4(3)	R6(1)	R6(2)	R6(3)	R7(1)	R7(2)	R7(3)	R8(1)	R8(2)	R8(3)	R8A(1)	R8A(2)	R8A(3)	TOTAL
<b>Amphipoda</b>																						
<i>Bathyporeia sarsi</i>																	1	1				2
<b>Decapoda</b>																						
<i>Crangon crangon</i>							3	4	1								1					9
<i>Scrobicularia plana</i>																			15	11	13	39
<b>Gastropoda</b>																						
<i>Hydrobia ulvae</i>																2			22	12	10	46
<b>Polychaeta</b>																						
<i>Capitella</i> spp.																3	3					6
<i>Nereis diversicolor</i>																1			54	28	31	114
<i>Scoloplos armiger</i>																	2					2
<i>Spio decoratus</i>																	2	1				3
<i>Streblospio shrubsollii</i>							7	10	9							2	1		4	1	3	37
<b>Nemerte</b>																			2	5	3	10
<b>TOTAL</b>	0	0	0	0	0	0	10	14	10	0	0	0	0	0	0	8	10	2	97	57	60	268



Monitorização ambiental  
associada ao funcionamento do  
emissário submarino  
de S. Jacinto



Ria de Aveiro  
3. Descargas Industriais



Relatório de Progresso - 2º Semestre

Janeiro 2002





IPIMAR

e



Universidade de Aveiro

## Monitorização Ambiental do Emissário Submarino de Aveiro

Ria de Aveiro – Caracterização das Descargas Industriais

### RELATÓRIO DE PROGRESSO

2º semestre

Dezembro 2001

**Equipa Técnica:** Odete Gil, Armando Duarte, Eduarda Pereira, Sizenando Abreu, Mónica Válega, Paulo Antunes, Isabelina Santos e Regina Granja

## Ria de Aveiro - Descargas Industriais

As colheitas de água foram efectuadas nos locais R3 e R4 (local R3 – Canal de Ovar e local R4 – Largo do Laranjo), em baixa-mar e preia-mar, em 18 de Julho de 2001.

Na Tabela 1 estão indicadas as características físico-químicas da coluna de água. Nas amostras recolhidas foram determinadas as concentrações de Zn, Cu, Pb, Cd e Hg e de tPCB (soma de 18 congéneres), nas fracções dissolvida e particulada, cujos valores se apresentam nas Tabelas 2 e 3.

**Tabela 1** – Características físico-químicas das amostras de água recolhidas na Ria de Aveiro em 18 de Julho de 2001.

Estação	Maré	Temp. (°C)	Salinidade	pH
R3	PM	19,0	30,5	8,0
R4	PM	21,5	26,7	7,9
R3	BM	21,0	20,0	7,7
R4	BM	21,0	17,0	7,4

**Tabela 2** - Concentração de Zn, Cu, Pb, Cd ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ), Hg ( $\text{ng L}^{-1}$ ) e tPCB ( $\text{ng L}^{-1}$ ) na fracção dissolvida em 18 de Julho de 2001.

Estação	Maré	[Zn] ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	[Cu] ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	[Pb] ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	[Cd] ( $\mu\text{g L}^{-1}$ )	[Hg] ( $\text{ng L}^{-1}$ )	[tPCB] ( $\text{ng L}^{-1}$ )
R3	PM	6	0,92	0,04	0,035	1,2	1,8
R4	PM	6	1,21	0,02	0,049	1,7	0,62
R3	BM	8	1,81	0,29	0,023	1,2	2,0
R4	BM	15	1,66	<LD	0,089	4,5	0,45

LD = limite de detecção

**Tabela 3** - Concentração de Zn, Cu, Pb, Cd e Hg ( $\mu\text{g g}^{-1}$ ) e tPCB ( $\text{ng g}^{-1}$ ) na fracção particulada em 18 de Julho de 2001.

Estação	Maré	[Zn] ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	[Cu] ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	[Pb] ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	[Cd] ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	[Hg] ( $\mu\text{g g}^{-1}$ )	[tPCB] ( $\text{ng g}^{-1}$ )
R3	PM	464	24	33	0,34	2,1	6,4
R4	PM	186	44	23	0,39	3,5	9,9
R3	BM	147	33	17	0,58	0,82	4,7
R4	BM	239	53	53	0,60	9,3	13



# Monitorização ambiental associada ao funcionamento do emissário submarino de S. Jacinto



## Caracterização do Efluente



## Relatório de Progresso - 2º Semestre

Janeiro 2002





# MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DO EXUTOR SUBMARINO DE S.JACINTO

## CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE

Relatório de progresso ano 2001

**Relatório:** Justina Catarino e Cristina Santos

**Ecotoxicidade:** Elsa Mendonça, Pedro Santos, Luís Silva

**Composição elementar:** Manuela Bordalo e Alexandra Barreiros

**Componente microbiológica:** Angela Cunha

**Composição da matéria orgânica:** Teresa A. P. Rocha Santos, Eduarda Pereira e Armando Duarte

**Composição físico-química** (restantes parâmetros): Zélia Figueiredo, Adelina Moreira, Manuela Raposo, Anabela Mourato e Sandra Lemos

Dezembro 2001

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>2</b>	
<b>2.</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>3</b>	
2.1.	Programa de amostragem		3
2.2.	Métodos analíticos		3
2. 2. 1.	<i>Composição elementar</i>		4
2. 2. 2.	<i>Análise ecotoxicológica do efluente</i>		5
2. 2. 3.	<i>Composição da matéria orgânica</i>		5
<b>3.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>7</b>	
3.1.	Caudais		7
3.2.	Composição das águas residuais		7
<b>4.</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>17</b>	
<b>5.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>19</b>	
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>20</b>	
	<b>ANEXOS</b>		<b>21</b>

## 1. APRESENTAÇÃO

O presente estudo integra-se no projecto "Monitorização Ambiental do exutor submarino de S. Jacinto" e efectua a caracterização das águas residuais geradas na região abrangida pelo Sistema de Saneamento da SIMRIA. Esta caracterização decorreu em Janeiro, Junho e Novembro de 2001.

Nesta fase dos estudos, as águas residuais veiculadas pelo exutor de S. Jacinto consistem em águas residuais urbanas, de algumas povoações entretanto ligadas ao sistema, e dos efluentes líquidos tratados do Centro Fabril de Cacia da Portucel Industrial que são descarregados em tanques de retenção junto da futura ETAR Norte da SIMRIA, e que percorrem cerca de 40 km em colector fechado até à câmara de carga onde são rejeitados pelo exutor submarino, no oceano Atlântico. A descarga localiza-se a cerca de 3,3 km da costa e a 17m de profundidade.

O efluente global descarregado no Oceano tem um contributo da Portucel de cerca de 38600 hab. eq. além da fracção doméstica das localidades de S. Jacinto e Esgueira - Cacia. O caudal médio é de cerca de 60000 m<sup>3</sup>/dia relativos à Portucel, 3000m<sup>3</sup>/dia da ETAR de Cacia e de cerca de 400 m<sup>3</sup>/dia da ETAR de S. Jacinto.

A actividade do Centro Fabril de Cacia desenvolve-se no domínio da produção e comercialização de pastas branqueadas de eucalipto e papeis *kraft* para sacos. Esta empresa obteve a certificação do Sistema de Qualidade (ISO 9002), a acreditação do Laboratório (NP EN 45001) e a certificação do Sistema de gestão Ambiental (ISO 14001).

Neste estudo apresentam-se os resultados relativos à campanha de amostragem das águas residuais recolhidas pelo sistema de saneamento integrado dos municípios da Ria e veiculadas pelo exutor de S. Jacinto, efectuadas entre 15 e 16 de Janeiro, **entre 25 e 26 de Junho e ainda entre 5 e 6 de Novembro de 2001.**

## **2. METODOLOGIA**

### **2.1. Programa de amostragem**

As águas residuais foram amostradas na câmara de carga com recurso a amostrador automático de marca ISCO equipado com 24 recipientes de 1litro.

As amostras compostas foram obtidas por colheita de amostras instantâneas, bombeadas a intervalos de tempo de uma hora.

No Laboratório da Universidade de Aveiro as amostras compostas após homogeneização foram distribuídas pelos frascos correspondentes, previamente descontaminados. Para a sua conservação foi adicionado, quando necessário, conservante adequado, de acordo com as determinações a sujeitar as amostras.

Os frascos com as amostras, devidamente identificados e acondicionados, foram enviados para os vários laboratórios de análise envolvidos: Laboratório de Microbiologia da UA (determinações microbiológicas), Laboratório de Química da UA (composição da matéria orgânica), LPQ – Laboratório Pró-Qualidade, S.A. (AOX), Laboratório de Ecotoxicologia (UME) do INETI e Laboratório de Análises Ambientais e Controlo de Qualidade também do INETI (restantes parâmetros).

A escolha do programa analítico a que se submeteram as amostras teve em consideração o facto de se tratar de uma mistura de efluentes domésticos e de efluentes da indústria de pasta de papel.

### **2.2. Métodos analíticos**

Os métodos de análise dos vários parâmetros encontram-se indicados nos boletins de análise apresentados em anexo.

Dada a particularidade dos métodos utilizados para a determinação da composição elementar (TXRF), da ecotoxicidade e da composição da matéria orgânica, apresenta-se uma descrição mais detalhada destes métodos.

Para a determinação de AOX foi usado um método de colorimetria baseado na norma DIN EN 1485, e para a Carência Bioquímica de Oxigénio utilizou-se o método manométrico (APHA et al., 1992 e ISO, 1989).

### *2. 2. 1. Composição elementar*

A espectrometria de fluorescência de raios X por reflexão total (Total Reflection X Ray Fluorescence – TXRF) é uma técnica relativamente recente, utilizada para a quantificação de elementos vestigiais, adequada para a análise de amostras ambientais líquidas ou sólidas (Klockenkamper & Bohlen (1992) e Prange (1989)). Esta técnica oferece vantagens importantes quando comparada com as vulgarmente utilizadas. Permite a determinação simultânea dos elementos presentes na amostra ( $Z > 14$ ), é rápida e sensível necessitando, apenas, de quantidades diminutas de amostra.

O princípio da técnica de TXRF consiste na reflexão total do feixe primário de raios X, o qual incide segundo um ângulo quase rasante, num suporte opticamente plano e reflector onde a amostra é colocada em camada fina. Desta forma, a difusão da radiação incidente é drasticamente reduzida dando origem a espectros de baixo fundo, facultando limites de detecção absolutos da ordem do picograma.

No caso de efluentes, a análise é directa, sendo unicamente necessário a adição do padrão interno, ou seja, a 1 ml de amostra é adicionado 100  $\mu$ l de uma solução padrão de gálio (10 mg/l). Alíquotas de 5  $\mu$ l são então pipetadas nos suportes de TXRF, discos de quartzo puro opticamente polidos, para análise pela referida técnica, sendo o equipamento utilizado, um espectrómetro de TXRF–EXTRA IIA da marca ATOMIKA.

### 2.2.2. Análise ecotoxicológica do efluente

A avaliação da ecotoxicidade da amostra de efluente foi realizada através da aplicação dos testes Microtox, Dáfnia e Lemna (a partir de Novembro de 2001).

#### **Teste Microtox**

O teste Microtox permite determinar a inibição da luminescência da bactéria marinha *Vibrio fischeri* e foi realizado de acordo com a Norma ISO 11348-3:1998. Tratando-se de uma amostra com cor realizou-se o procedimento de correcção de cor que permite obter resultados corrigidos, ou seja sem interferência da cor da amostra nas várias concentrações.

#### **Teste Dáfnia**

O teste Dáfnia permite determinar a inibição da mobilidade do crustáceo *Daphnia magna* e foi realizado de acordo com a Norma ISO 6341:1996.

#### **Teste Lemna**

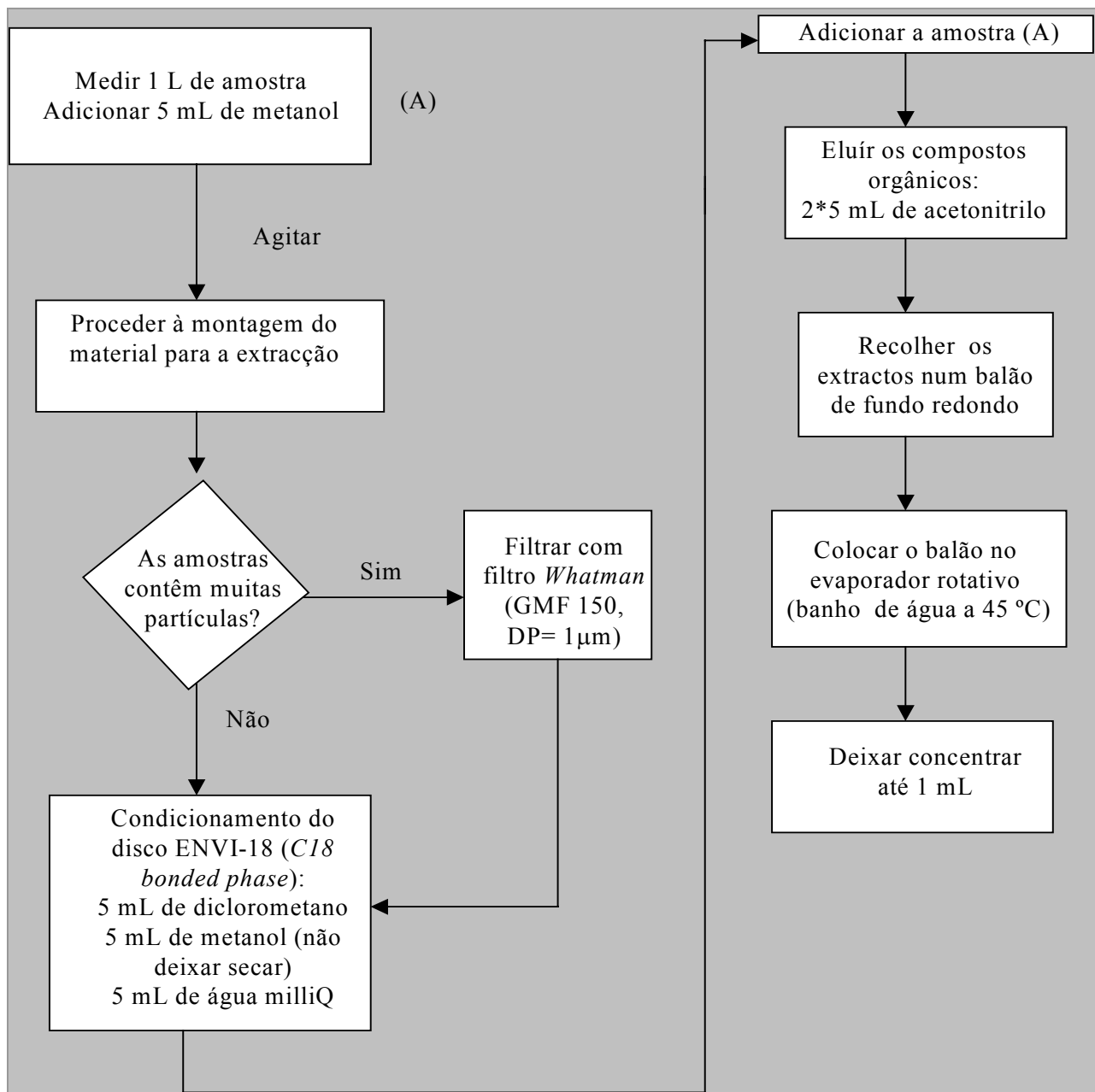
O teste Lemna determina a inibição do crescimento da planta aquática *Lemna minor* e foi realizado de acordo com a proposta de Norma ISO/CD 20079:2001.

### 2.2.3. Composição da matéria orgânica

#### **Procedimento experimental**

As amostras foram recolhidas, transportadas para o laboratório e armazenadas a 4°C até extracção dos compostos orgânicos e análise. As amostras foram extraídas utilizando extracção em fase sólida com discos ENV-18 (Supelco). A extracção foi

efectuada seguindo o esquema da figura 1. Depois de recolher o extracto da amostra concentrado deixou-se evaporar o solvente até à secura e procedeu-se à derivatização do extracto seco adicionando 250 ml de piridina, 250 ml de BSTFA (bistrimetilsilitrifluoracetamida e 50 ml de TMSCl (trimetilclorosilano) e colocando o frasco tapado num banho de areia a 70 °C durante 30 minutos. Depois de derivatizada a amostra é imediatamente injectada no injector do GC-MS (Shimadzu QP1100Ex, com coluna capilar CPSil8CB Low Bleed MS) e efectuada a aquisição no modo SCAN.



**Figura 1. Representação esquemática do procedimento experimental para extracção em fase sólida dos compostos orgânicos de águas.**

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Caudais

Na tabela 1 apresentam-se os valores dos caudais e das temperaturas das águas residuais rejeitadas.

**Tabela 1. Valores de caudal e de temperatura**

Colheita	Dia	Caudal diário	Temperatura, °C
Janeiro 2001	16	64614 m <sup>3</sup>	-
	17		36
Junho 2001	25	56121 m <sup>3</sup>	-
	26	50164 m <sup>3</sup>	35,5
Novembro 2001	5		-
	6		32,5

#### 3.2. Composição das águas residuais

Nos quadros 1 a 6 e nas figuras 2 a 4 encontram-se os valores obtidos nas determinações analíticas.

A discussão de alguns resultados atendeu à classificação da composição das águas residuais domésticas não tratadas em fraca, média e forte, segundo Metcalf & Eddy (1991), a qual se resume na tabela 2.



**Tabela 2. Composição típica das águas residuais domésticas não tratadas**

(RESUMO ADAPTADO DE METCALF & EDDY, 1991)

Contaminante	Unidade	Concentração		
		Fraca	Média	Forte
Sólidos dissolvidos totais	mg/l	250	500	850
Sólidos suspensos totais	mg/l	100	220	350
CBO <sub>5</sub>	mg/l	110	220	400
CQO	mg/l	250	500	1000
Azoto total	mg/l	20	40	85
Azoto amoniacal livre (N)	mg/l	12	25	50
Nitritos (N)	mg/l	0	0	0
Nitratos (N)	mg/l	0	0	0
Fósforo total (P)	mg/l	4	8	15

**Quadro 1. Valores obtidos nas determinações físico-químicas**

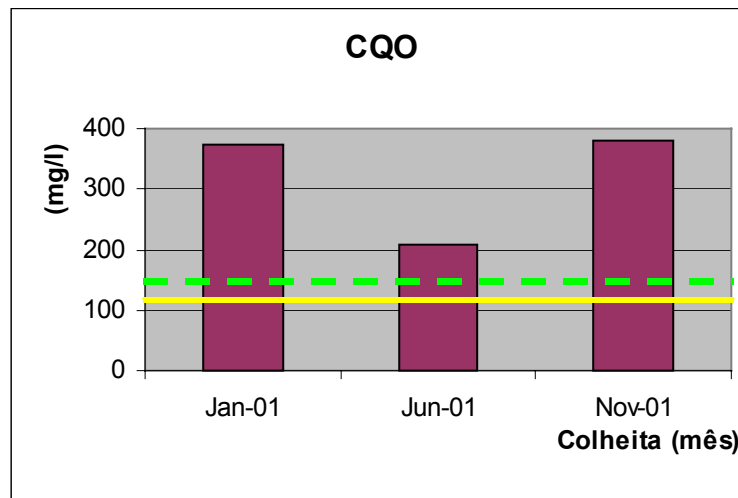
Parâmetro	Unidade	Valor			VLE Anexo XVIII DL 236/98	Alvará de licença (DRA Centro)
		Jan 01	Jun 01	Nov 01		
pH	-	7,9		7,8	6,0-9,0	6,0-9,0
CBO <sub>5</sub> (O <sub>2</sub> )	mg/l	(2)			40	25
CQO (O <sub>2</sub> )	mg/l	372	207	381	150	125
SST	mg/l	59			60	60
SSF	mg/l	1	<2,5 <sup>(1)</sup>		-	-
SSV	mg/l	58	<2,5 <sup>(1)</sup>		-	-
SDT	mg/l	1929	-		-	-
SDF	mg/l	1504	1180		-	-
SDV	mg/l	425	275		-	-
Azoto amoniacal (NH <sub>4</sub> )	mg/l	0,29	0,146		10	-
Azoto Kjeldahl (N)	mg/l	4,1	1,27		15*	15*
Nitratos (NO <sub>3</sub> )	mg/l	28	13,3		50	-
Nitritos (NO <sub>2</sub> )	mg/l	0,18	0,06		-	-
Fósforo (P)	mg/l	1,37	0,78		10	10
Cianetos (CN)	mg/l	<0,001 <sup>(1)</sup>	<0,001 <sup>(1)</sup>		0,5	0,5
Fenóis (C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH)	mg/l	0,02	0,01		0,5	-
Alumínio (Al)	mg/l	-	0,45			
Sulfuretos (S <sub>2</sub> )	mg/l	<0,01 <sup>(1)</sup>	<0,01 <sup>(1)</sup>		1,0	-
Tensoactivos aniónicos	mg/l	<0,25 <sup>(1)</sup>	<0,25 <sup>(1)</sup>	<0,25 <sup>(1)</sup>	1,0	-
Taninos e lenhinas	mg/l	32			-	-
Cor (Pt/Co)	mg/l	-	Visível <sup>(3)</sup>			
AOX (Cl)	mg/l	1,4			-	-

\*em Azoto Total

(1) limite de quantificação

(2) não foi possível esta determinação devido à complexidade da matriz da amostra

(3) na diluição 1/20



**Figura 2. Valores de CQO no efluente da SIMRIA**

As águas residuais colhidas na câmara de carga e rejeitadas no Oceano situam-se na gama da neutralidade, com uma carga baixa em termos de sólidos suspensos totais, na sua quase totalidade correspondente a sólidos orgânicos. Apresenta uma elevada carga em sólidos dissolvidos, essencialmente de natureza inorgânica, o que não é comum em águas residuais domésticas e à qual se atribui o contributo dos efluentes da Portucel.

Trata-se de uma água residual sem cianetos, com baixo teor em fenóis, sulfuretos e em nutrientes, mas com componentes típicos de efluentes de celuloses, como sejam os taninos e lenhinas e os AOX. Entende-se por AOX (organo-halogenados adsorvidos em carvão activado) a quantidade de halogéneos (cloro, bromo e iodo) que, numa amostra de efluente está ligada à matéria orgânica dissolvida ou em suspensão.

Relativamente aos valores limites a que estes efluentes se encontram sujeitos - Alvará de Licença passado pela DRA da região Centro- há a referir que os valores de CQO não se encontram em conformidade. A não conformidade mantém-se quando se comparam os valores de CQO com os estipulados nas Normas Gerais de Descarga constantes do DL 236/98 (ver figura 2).

**Quadro 2. Composição elementar obtida nas amostras compostas**

Parâmetro	Unidade	Valor			VLE Anexo XVIII DL 236/98	Alvará de licença (DRA Centro)
		Jan 01	Jun 01	Nov 01		
Potássio	mg/l	11,4	21,3		-	-
Cálcio	mg/l	40	28		-	-
Titânio	mg/l	≤0,03 <sup>(1)</sup>	≤0,03 <sup>(1)</sup>		-	-
Vanádio	mg/l	0,073	0,071		-	-
Crómio	mg/l	≤0,02 <sup>(1)</sup>	≤0,018 <sup>(1)</sup>		2,0	2 (*)
Manganês	mg/l	0,17	0,02		2,0	-
Ferro	mg/l	0,36	0,16		2,0	2
Cobalto	mg/l	≤0,01 <sup>(1)</sup>	≤0,01 <sup>(1)</sup>		-	-
Níquel	mg/l	≤0,01 <sup>(1)</sup>	≤0,01 <sup>(1)</sup>		2,0	2
Cobre	mg/l	≤0,01 <sup>(1)</sup>	≤0,01 <sup>(1)</sup>		1,0	1
Zinco	mg/l	0,044	0,051		-	-
Arsénio	mg/l	≤0,008 <sup>(1)</sup>	≤0,008 <sup>(1)</sup>		1,0	-
Selénio	mg/l	≤0,004 <sup>(1)</sup>	≤0,004 <sup>(1)</sup>		-	-
Rubídio	mg/l	0,043	0,067		-	-
Estrôncio	mg/l	0,10	0,12		-	-
Cádmio	mg/l	≤0,03 <sup>(1)</sup>	≤0,03 <sup>(1)</sup>		0,2	0,2
Estanho	mg/l	≤0,06 <sup>(1)</sup>	≤0,06 <sup>(1)</sup>		-	-
Antimónio	mg/l	≤0,08 <sup>(1)</sup>	≤0,08 <sup>(1)</sup>		-	-
Mercúrio	mg/l	≤0,05 <sup>(1)</sup>	≤0,05 <sup>(1)</sup>		0,05	0,05
Chumbo	mg/l	≤0,02 <sup>(1)</sup>	≤0,02 <sup>(1)</sup>		1,0	1

\*1 mg/l Cr (VI)

(1) limite de quantificação

A análise da composição elementar mostrou tratar-se de uma água residual com composição diversificada, mas não contendo nenhum elemento em concentrações que a permita classificar como potencialmente perigosa. Assim, os elementos que surgem em concentrações mais elevadas são os normais em águas superficiais, encontrando-se os metais pesados abaixo dos respectivos limites de quantificação,

à excepção do ferro, manganês e zinco, estes sempre abaixo dos valores referidos no Alvará de Licença e no DL 236/98.

### *Composição microbiológica*

Apresenta-se no quadro 3 e na figura 4 a composição microbiológica dos efluentes da SIMRIA.

**Quadro 3. Parâmetros microbiológicos obtidos na amostra composta**

Parâmetro	Unidade	Valor		
		Jan 2001	Jun 2001	Nov 2001
Coliformes totais	(UFC/100 ml)	$2,9 \times 10^4$	$8,5 \times 10^4$	
Coliformes fecais	(UFC/100 ml)	0	$9,5 \times 10^3$	
Estreptococos fecais	(UFC/100 ml)	440	$3,9 \times 10^2$	
Saprófitas (37°C)	(UFC/ ml)	$2,5 \times 10^5$	$4,4 \times 10^5$	

Nos dois períodos em que se efectuaram as amostragens, verificou-se a existência de sapróbitas em maior número que os restantes grupos analisados. Os coliformes totais seguiram-se-lhe em concentração, sempre com teores superiores a  $10^4$ . Tanto os coliformes fecais como os estreptococos fecais mostraram alguma variabilidade, tendo-se mesmo notado a ausência de coliformes fecais em Janeiro de 2001, mês em que também a presença de estreptococos foi menos visível.

### *Ecotoxicidade*

No quadro 4 apresentam-se os valores obtidos para a ecotoxicidade dos efluentes amostrados.

**Quadro 4. Valores de Ecotoxicidade obtidos nas amostras compostas**

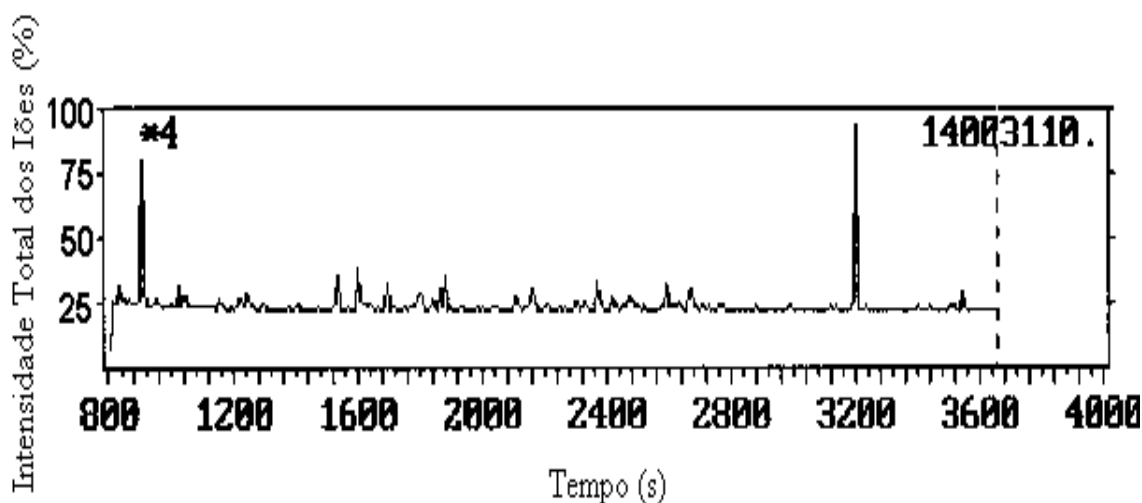
Parâmetro	Unidade	Valor		
		Jan 2001	Jun 2001	Nov 2001
Teste Dáfnia	CI 50 – 48 horas)	n.d.	n.d.	n.d.
Teste Microtox	CI 50 – 15 min)	n.d.	n.d.	n.d.
Teste Lemna	(CI 50 – 7 dias)	-	-	n.d.

n.d. - não determinada

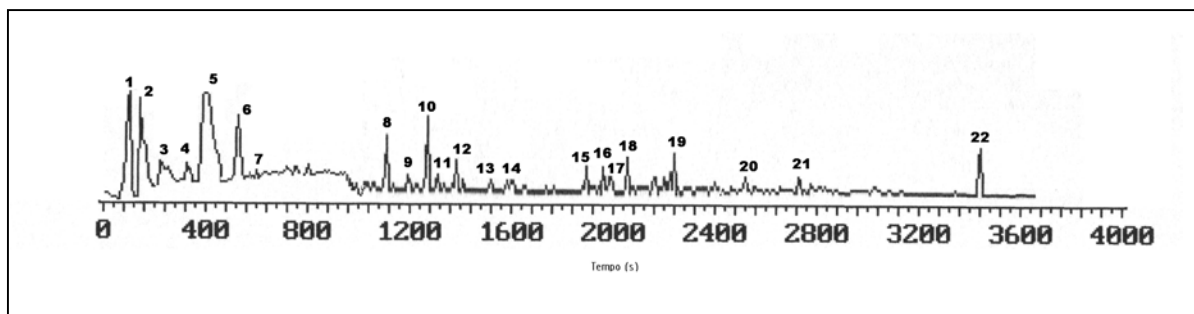
Os resultados dos testes de ecotoxicidade são normalmente expressos em CI50, concentração responsável pela inibição de 50% da população testada.

#### *Composição da matéria orgânica*

As figuras 3 e 4 mostram os cromatogramas obtidos para os extractos das amostras de água residual recolhidas respectivamente em Janeiro e em Junho de 2001.



**Figura 3. Cromatograma obtido para o extracto da amostra de efluente final recolhida em Janeiro de 2001**



**Figura 4. Cromatograma obtido para o extracto da amostra de efluente final recolhida em Junho de 2001**

Os quadros 5 e 6 mostram os compostos orgânicos identificados nas amostras de efluente final em Janeiro e em Junho de 2001.

**Quadro 5. Compostos orgânicos identificados na amostra de efluente em Janeiro de 2001**

Tempo de retenção (min:s)	Nome do composto
8.34	Ácido hidroxipropanóico
9.67	Tetraclorotiofeno
17.46	Ácido decanóico
19.46	Ácido octanóico
22.11	Ácido dodecanóico (Ácido azelaico)
22.76	Naftaleno
24.01	Não identificado
26.21	Ácido metil málico
27.67	Não identificado
32.54	Vanilina
33.67	1,1'-Bifenil
34.09	Não identificado
38.26	Fenoxiguaiacilo
42.91	Ácido unicosanóico
57.00	$\beta$ -sitosterol

Os ácidos dicarboxílicos como por exemplo o ácido metil málico resultam da degradação alcalina de polissacarídeos. O tetraclorotiofeno é uma estrutura cíclica resultante da degradação dos polissacarídeos. A vanilina e o fenoxiguaiacilo são produtos da degradação da lenhina kraft. Os ácidos carboxílicos como o ácido hidroxipropanóico, ácido decanóico, ácido octanóico, ácido dodecanóico e ácido uncoisanóico também são resultantes da degradação alcalina de polissacarídeos. Os esteróis são compostos não saponificáveis e não facilmente hidrolisados e estão localizados numa região da madeira relativamente protegida dos reagentes de cozimento. Estes compostos permanecem maioritariamente no seu estado original, sendo dificilmente solubilizados podendo ser encontrados na pasta crua. O  $\beta$ -sitosterol pode resultar, durante o branqueamento, das reacções de degradação de esteróis insaturados, com formação de produtos oxidados. O 1, 1'-bifenil é uma estrutura dimérica que sugere a preservação das unidades fenilpropano no processo de degradação da lenhina, ou reacções de condensação durante o cozimento entre unidades aromáticas.



**Quadro 6. Compostos orgânicos identificados na amostra de efluente em Junho de 2001**

Pico nº	Tempo de retenção (s)	Nome do composto
1	1.43	Metoxitrimetilsilano (solvente)
2	2.66	Não identificado
3	3.66	Não identificado
4	5.06	Metil-isopropil-sulfureto
5	6.09	Ácido etanodióico
6	8.24	Ácido hidroxipropanóico
7	9.67	Tetraclorotiofeno
8	17.46	Ácido decanóico
9	19.21	Ácido octanóico
10	21.33	Não identificado
11	21.83	Ácido azelaico
12	22.44	Naftaleno
13	25.35	Ácido metil málico
14	26.68	Não identificado
15	31.42	Vanilina
16	32.69	1,1'-bifenil
17	33.33	Não identificado
18	35.00	Não identificado
19	37.77	Fenoxiguaiacilo
20	42.00	Ácido unicosanóico
21	45.33	Não identificado
22	56.04	$\beta$ -sitosterol

#### 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

As várias determinações analíticas efectuadas até ao momento, que são referidas neste relatório de progresso, revelam tratar-se de uma água residual com componente industrial. Efectivamente, observa-se a existência de valores para alguns parâmetros que não correspondem aos habitualmente detectados em águas residuais domésticas, tais como para os sólidos dissolvidos totais e os taninos e lenhinas. De notar que estes valores são vulgarmente associados a águas residuais resultantes do fabrico de pasta de papel, o que leva a considerar tratar-se de uma água residual com forte componente industrial.

Comparando os valores obtidos com os valores limite de emissão (VLE) na descarga de águas residuais, estipulados no Anexo XVIII do DL 236/98 de 1 de Agosto de 1998, que são aplicáveis à descarga de águas residuais, em águas superficiais e do litoral, e no Alvará de Licença de utilização do domínio hídrico nº 478/2000 emitido pela DRA Centro, poderá verificar-se que apenas se encontram excedidos os valores estipulados para o CQO.

Ainda no que se refere ao teor em sólidos, foi verificado, em Janeiro, que a fracção suspensa é orgânica, mas grande parte da fracção dissolvida corresponde a matéria inorgânica.

Verificou-se também que a carga de nutrientes veiculada por este efluente é baixa, não se esperando uma contribuição efectiva para a eutrofização das águas receptoras.

Com a caracterização efectuada, pode verificar-se a não existência de metais pesados com potencial perigosidade nas águas residuais em causa. Foi detectada a presença de uma grande variedade de metais mas apenas em baixas concentrações.

Foi ainda possível detectar a presença de vários compostos orgânicos no efluente nos dois meses em que se procedeu a análise.

No que diz respeito à caracterização microbiológica destas águas residuais, verifica-se que é veiculada uma carga microbiana de origem fecal, inferior à típica de efluentes domésticos brutos, sugerindo ter existido uma redução por diluição em efluente industrial ou por decaimento.

Os resultados da avaliação da Ecotoxicidade, através dos testes Dáfnia, Microtox e Lemna (apenas realizados em Novembro) não revelam qualquer valor indicativo de ecotoxicidade.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As águas residuais apresentam, em termos gerais, características de efluentes mistos, com características de industrial e doméstico.

Em relação ao Alvará de Licença de utilização do domínio hídrico nº 478/2000 emitido pela DRA Centro e ao estipulado no Anexo XVIII do DL 236/98 de 1 de Agosto de 1998 verificou-se uma não conformidade em relação ao parâmetro CQO nas amostragens efectuadas.

Estas águas residuais apresentam uma grande variedade de compostos orgânicos detectando-se uma composição elementar diversificada mas com concentrações baixas.

Em termos microbiológicos, a carga veiculada corresponde à de efluentes domésticos diluídos, não se tendo detectado a existência de efeitos ambientais com a realização dos vários testes de ecotoxicidade.

## 6. REFERÊNCIAS

ISO 6341. 1996. Water Quality – Determination of the inhibition of the mobility of *Daphnia magna* Straus (Cladocera, Crustacea)- Acute toxicity test.

ISO 11348-3.1998. Water Quality – Determination of the inhibitory effect of water samples on the light emission of *Vibrio fischeri* (Luminescent bacteria test) – Part 3: Method using freeze-dried bacteria.

KLOCKENKAMPER, R. & VON BOHLEN, A. – “Total Reflexion X-ray fluorescence – An efficient method for micro, trace and surface layer analysis”. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 1992, 7: 273-279.

METCALF & EDDY - *Wastewater Engineering Treatment, Disposal, Reuse*, McGraw-Hill, Inc. New York, 1987

PRANGE, A. – “Total reflexion X-ray spectrometry: method and applications”. *Spectrochimica Acta*, 1989, 44B (5): 437-452.

TONKES, M., P.J.F. DE GRAAFF & J. GRAANSMA. 1999. Assessment of Complex industrial effluents in the Netherlands using a Whole Effluent Toxicity (or WET) Approach. *Wat.Sci.Tech.* 39 (10-11), 55-61

VASSEUR, P., J.F. FERARD, J. VIAL & G. LARBAIGT 1984. Comparaison des tests Microtox e Daphnie pour l'évaluation de la toxicité aigue d'effluents industriels. *Environ. Pollut. Ser. A* 34, 235-255.

