

MONITORIZAÇÃO AMBIENTAL DO EMISSÁRIO SUBMARINO DA GUIA: QUALIDADE DA ÁGUA DO MAR

A.FRAZÃO⁽¹⁾; C.SANTOS⁽²⁾; T.VILHENA⁽²⁾; M.GUERRA⁽²⁾; M.BORDALO COSTA⁽²⁾;
L.BAETA-HALL⁽²⁾; A.BARREIROS⁽³⁾; M.BESSA PACHECO⁽⁴⁾

RESUMO

A necessidade de gerir as águas residuais da Costa do Estoril que até à década de 90 eram, em muitos casos, descarregadas nas linhas de água ou em colectores que desaguavam naquela Costa - contribuindo assim para a diminuição da qualidade das águas desta zona utilizada para uso balnear e recreativo, representando não só um problema ambiental como também de saúde pública - levou à construção do emissário submarino da Guia, que entrou em funcionamento em 1994. Para avaliar a eficiência deste sistema foi lançado um programa de monitorização multidisciplinar. Este estudo revelou uma melhoria da qualidade das águas das praias devido à captação das águas residuais para o interceptor geral. Consequentemente a qualidade das águas das praias também registou uma melhoria. Na zona da Guia os parâmetros analisados cumprem o disposto no Decreto-Lei nº 74/90 relativo a águas para recreio com contacto directo e indirecto.

Palavras Chave: Monitorização, emissário submarino, qualidade das águas.

¹ Director de Exploração - SANEST

² Investigadora Auxiliar do INETI-ITA

³ Assistente de investigação do INETI-ITA

⁴ Primeiro Tenente Especializado em Hidrografia/Oceanografia, Marinha - IH

1 - INTRODUÇÃO

Embora dotada de redes de abastecimento de água e de drenagem de esgotos, a Costa do Estoril não possuía um sistema adequado de gestão dos efluentes, que eram frequentemente descarregados nas linhas de água ou em colectores que desaguavam ao longo da costa. Consequentemente, a utilização destas águas, para uso balnear e recreativo, representava não só um problema ambiental, mas também um problema de saúde pública, associado ao grau de poluição e/ou contaminação dos efluentes.

O Sistema de Saneamento da Costa do Estoril foi concebido para resolver os problemas de saneamento básico desta zona. A sua configuração resultou de um longo processo, iniciado com um concurso de ideias nos anos 70. A solução adoptada – emissário submarino com difusores múltiplos – constituiu uma solução privilegiada para o destino final de efluentes domésticos em zonas de elevada capacidade de dispersão, como é o caso da zona da Guia.

O sistema consta, essencialmente, de um interceptor geral, uma estação de tratamento e um emissário submarino. Na estação de tratamento as águas residuais são submetidas a operações de gradagem e crivagem. Em seguida, são lançadas num emissário submarino com um comprimento de 2750 metros. Os primeiros 900 metros do emissário encontram-se enterrados na superfície rochosa. Depois, o emissário bifurca-se ficando as suas extremidades afastadas 200 metros. Os últimos 400 metros de cada "braço" dispõem de difusores que irão promover a dispersão do esgoto na água do mar, a cerca de 45 metros de profundidade. Esta profundidade está no limite da permitida pelas técnicas usuais de construção e proporciona uma diluição inicial elevada.

Com o funcionamento deste sistema pretende-se atingir os níveis de qualidade das águas nas praias, consignados nas normas portuguesas, nomeadamente os valores referidos no Decreto-Lei nº 74/90.

O projecto “Monitorização Ambiental da Costa do Estoril” foi iniciado em Outubro de 1993, cerca de um ano antes da entrada em funcionamento do sistema, conjuntamente pelo Instituto Nacional de Engenharia e Tecnologia Industrial, Instituto Hidrográfico, Instituto Superior Técnico e Universidade de Aveiro, por solicitação do Gabinete de Saneamento Básico da Costa do Estoril (GSBCE) e visava a monitorização ambiental integrada “in situ” que permitisse avaliar a eficiência do tipo de tratamento previsto.

Em 1996 já sob a gestão da SANEST – Saneamento da Costa do Estoril, S.A., o projecto, temporariamente desactivado pela extinção do GSBCE, foi relançado com a designação de “Monitorização Ambiental do Emissário da Guia”.

2 - OBJECTIVO

O objectivo desta comunicação é apresentar alguns resultados que caracterizam o funcionamento do sistema de Saneamento Básico da Costa do Estoril e a melhoria da qualidade das águas nas praias dessa mesma costa. Este estudo, essencialmente a cargo do INETI, pretende cumprir o seguinte programa:

1. caracterizar a evolução do ecossistema envolvente através das suas componentes físico-químicas, microbiológicas, biológicas e toxicológicas;
2. caracterizar as ribeiras do ponto de vista físico-químico, microbiológico e toxicológico, por forma a avaliar o seu contributo para a poluição das praias;
3. caracterizar a evolução da zona beneficiada pelo sistema, através do estudo físico-químico, microbiológico e biológico da zona intertidal e subtidal (praias da Costa do Estoril).

3 - METODOLOGIA

3.1 - Amostragem

No que respeita a hidrobiologia, este projecto engloba três programas de amostragem. Destes, dois são de realização sazonal, sendo um na zona da Guia - onde se pretende avaliar o estado da qualidade das águas na zona sob a influência do emissário submarino através da amostragem de locais a três profundidades (superfície S, meio M e fundo F) - e outro na Costa do Estoril onde - através de um programa conjunto de amostragem de ribeiras, praias e zona subtidal adjacente - se pretende avaliar para além da influência de algumas ribeiras nas praias contíguas, o estado da qualidade de algumas praias da Costa do Estoril.

Um terceiro programa diz respeito ao controlo mensal na zona da Guia sob a influência do emissário através da amostragem de um local a dois níveis (S e F).

Refira-se que a estratégia de amostragem teve em conta o padrão de circulação na embocadura do estuário e na zona do emissário, calculado pelo modelo matemático elaborado para o efeito no I.S.T.

A colheita de água, para análise dos parâmetros físico-químicos, microbiológicos, clorofila *a* e toxicológicos, foi feita com o auxílio de garrafas Niskin com termómetros de inversão acoplados. As colheitas para a biomassa zooplancónica realizaram-se com uma rede WP₂ em arrastos verticais.

As campanhas hidrobiológicas realizaram-se com o apoio de embarcações do Instituto Hidrográfico - lancha hidrográfica da classe Andrómeda ou embarcação do tipo Fisália.

Este programa multidisciplinar inclui ainda o estudo da ictiofauna também realizado pelo INETI.

3.2 - Programa analítico

No que respeita à caracterização físico-química, os métodos de análise utilizados para cada parâmetro encontram-se especificados no quadro I. Todos os ensaios estão acreditados ao Sistema Português da Qualidade, com excepção dos assinalados com asterisco (*).

Quadro 1
Métodos de Análise para Caracterização Físico-Química

Parâmetro	Método de análise
pH	NP - 411
Cor	ISO 7887
Transparência	Disco de Secchi*
Temperatura	Termometria*
Sólidos suspensos totais	SMEWW 2540-D
Silicatos	SMEWW 4550-Si D
Fosfatos	Strickland Parsons (EAM) *
Fosfatos	SMEWW 4500 P D (ribeiras)
Nitritos	ISO 6777
Azoto amoniacal	Aminot e Chaussepied (EAM)*
Azoto amoniacal.	ISO5664 (ribeiras)
Azoto Kjeldahl	ISO 5663 e INETI/LAACQ 200.04
Cianetos	ISO 6703-1
Oxigénio dissolvido	NP – 733
CBO ₅	INETI/LAACQ 200.11
CQO	ISO 6060
Fenóis	ISO 6439
Tensoactivos aniónicos	INETI/LAACQ 200.05
Óleos e gorduras	SMEWW 5520 C

Os metais pesados são determinados pela técnica TXRF (fluorescência de raios X por reflexão total), técnica multielementar, eficaz para análise de amostras líquidas com pequenas quantidades de material dissolvido sendo, em muitos casos, apenas necessário a adição de um padrão interno (BARREIROS et al., 1997).

A nível microbiológico, foram pesquisadas as bactérias indicadoras de poluição entérica - coliformes totais (CT), coliformes fecais (CF) e estreptococos fecais (EF) utilizando a técnica das membranas filtrantes (SMEWW,1996) sendo os resultados expressos em número de microrganismos/100ml.

A avaliação da toxicidade foi feita através do teste Microtox segundo a Norma AFNOR NFT90-320, (1991) para as águas do mar e teste dáfnia segundo o descrito no projecto de Norma pr NP 4175, 1991, para o efluente e ribeiras.

O doseamento da clorofila *a* foi feito pelo método espectrofotométrico segundo a equação descrita em “Standard Methods...” (SMEWW, 1996).

A biomassa zooplanctónica foi determinada segundo OMORI E IKEDA (1984).

4 - RESULTADOS

Do vasto programa de amostragem e analítico exposto apenas se apresentam, no contexto da presente comunicação, alguns dos resultados obtidos, que evidenciam o funcionamento do sistema de saneamento da Costa do Estoril.

4.1 – Ribeiras

Uma das finalidades do sistema é retirar as águas residuais das ribeiras para o interceptor geral. No quadro 2 registam-se os valores, para a ribeira de Caparide, antes e depois da captação dos efluentes.

Quadro 2

Comparação dos resultados obtidos na ribeira de Caparide em 1994 e 1997

Ribeira de Caparide	CBO ₅ mg/LO ₂	CQO mg/LO ₂	SST mg/L	Fosfatos mg/L P	Azoto Amoniacal mg/L NH ₄	Azoto Kjeldahl mg/L N	Fenóis mg/L C ₆ H ₅ OH	Tensoactivos mg/L LAS	Óleos e Gorduras mg/L
Verão 94	169,5	416	47,5	3,98	51,4	119	0,098	47,3	<10
Verão 97	1,2	21	3	0,75	0,33	0,90	n.q.(1)	n.q.(2)	n.d.(3)

1) - n.q (l.q.= 0,01 mg/L)

2) - n.q. (l.q.= 0,25 mg/L)

3) - n.d. (l.d.= 0,01 mg/L)

4.2 – Praias da Costa do Estoril

Os resultados apresentados dizem respeito a colheitas pontuais realizadas pelo INETI. Após a captação dos efluentes para o interceptor geral do sistema de saneamento básico, é de salientar o decréscimo das populações de microrganismos indicadores de poluição entérica, nas praias da Costa do Estoril. No Quadro 3 é apresentada a evolução dos valores de coliformes totais ao longo dos anos de estudo, em praias da Costa do Estoril.

Quadro 3

Distribuição de bactérias coliformes totais/100ml ao longo das praias da Costa do Estoril (1993-1997) (nd - não determinado).

Praias Costa Estoril	Pescadores Cascais	Monte Estoril	S.Pedro Estoril	Carcavelos (oeste)	Carcavelos (este)	Sto.Amaro Oeiras
Outono/93	3,8x10 ⁶	8,7x10 ⁵	9,5x10 ²	5,8x10 ⁴	7,0x10 ²	3,8x10 ⁴
Inverno/94	1,0x10 ⁶	2,0x10 ⁶	3,0x10 ³	2,0x10 ⁶	3,7x10 ⁵	8,8x10 ⁵
Verão/94	2,7x10 ²	nd	2,2x10 ²	nd	1,3x10 ²	nd
Verão/97	6	0	1,5x10 ²	5	2	2,1x10 ²

Segundo os valores deste quadro, no Verão de 1997, houve praias que praticamente não registaram a presença de coliformes totais, como a dos Pescadores em Cascais, ou que apresentaram decréscimos (68%) como a de S. Pedro do Estoril.

Assim, tendo em atenção os valores obtidos nas colheitas efectuadas, foi observada uma franca melhoria, relativamente à presença destes indicadores de poluição entérica.

De igual modo, quanto aos coliformes fecais, também se verificaram decréscimos significativos nos valores registados nas águas das praias. Como se pode observar no Quadro IV, houve decréscimos praticamente de 100% nos valores encontrados no Verão/97

relativamente aos do Verão /94. Também estes valores estiveram muito aquém dos VMR preconizados pelo DL 74/90 para este tipo de águas.

Quadro 4

Distribuição de bactérias coliformes fecais/100ml ao longo das praias da Costa do Estoril (1993-1997).(nd – não determinado).

Praias Costa Estoril	Pescadores Cascais	Monte Estoril	S.Pedro Estoril	Carcavelos (oeste)	Carcavelos (este)	Sto.Amaro Oeiras
Outono/93	$2,1 \times 10^5$	$4,6 \times 10^3$	$2,0 \times 10^2$	$1,8 \times 10^4$	$7,0 \times 10^2$	$2,6 \times 10^2$
Inverno/94	$3,1 \times 10^5$	40	$1,5 \times 10^2$	$5,9 \times 10^5$	$5,0 \times 10^3$	$8,8 \times 10^4$
Verão/94	51	nd	10^2	nd	34	nd
Verão/97	6	0	4	0	1	0

Os estreptococos fecais, também registaram decréscimos que nalguns casos foram de 100% como nas praias de Sto Amaro em Oeiras e a dos Pescadores em Cascais. Apenas a praia de S. Pedro do Estoril apresentou um decréscimo menor, de cerca de 20%, considerando sempre as mesmas referências, ou seja, comparando o Verão/94 com o Verão/97. Assim, nesta praia, foi atingido o VMR preconizado pelas norma referidas.

Quadro 5

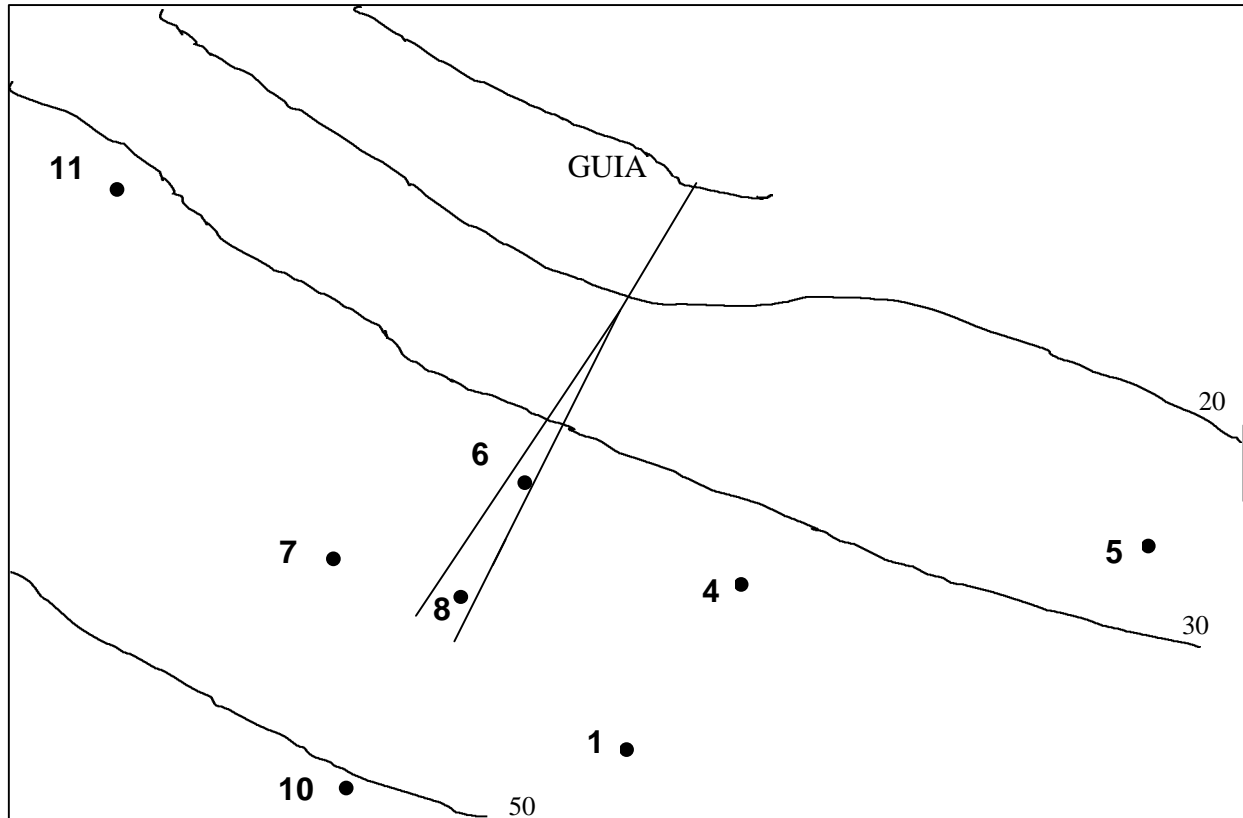
Distribuição de bactérias estreptococos fecais/100ml ao longo das praias da Costa do Estoril (1993-1997).(nd – não determinado).

Praias Costa Estoril	Pescadores Cascais	Monte Estoril	S.Pedro Estoril	Carcavelos (oeste)	Carcavelos (este)	Sto.Amaro Oeiras
Outono/93	$9,8 \times 10^4$	$7,6 \times 10^2$	$2,5 \times 10^3$	$1,6 \times 10^4$	$4,5 \times 10^2$	$4,3 \times 10^3$
Inverno/94	$2,0 \times 10^5$	$1,0 \times 10^2$	$6,5 \times 10^2$	$9,6 \times 10^5$	$3,1 \times 10^3$	$2,6 \times 10^4$
Verão/94	$2,0 \times 10^4$	nd	$4,9 \times 10^2$	nd	$5,4 \times 10^3$	nd
Verão/97	0	1	$1,0 \times 10^2$	1	3	0

4.3 – Zona da Guia

Nas várias campanhas realizadas na zona subtidal que circunda o emissário na zona da Guia, e após a sua entrada em funcionamento, os valores dos parâmetros físico-químicos analisados, constantes dos anexos XXI e XXII do Dec.-Lei nº74/90 (pH, oxigénio dissolvido, óleos minerais, agentes tensoactivos, fenóis), apresentaram valores que satisfazem as exigências do referido Decreto. Para além destes, analisaram-se outros parâmetros, embora sem referência no DL., necessários a uma melhor gestão ambiental da zona.

Por outro lado, pode ser feita uma referência aos metais pesados encontrados nesta zona da emissário, comparativamente a uma amostra de um local fora da sua influência - a cerca de 8800m para oeste e designado por amostra teste (M) não visível no mapa - colhida no nível médio (50m). Escolheu-se também o local 8 por se encontrar na proximidade do emissário e o local 5 a leste do emissário mais influenciado pela pluma do rio Tejo, ambos amostrados no nível médio (Fig.1).



**Figura 1 – Monitorização ambiental do Emissário da Guia.
Locais amostrados em 1996 e 1997.**

A partir dos valores apresentados no Quadro 6 verifica-se que a amostra influenciada pelo emissário apresenta valores intermédios entre o local mais afastado e o local mais influenciado pela pluma do rio Tejo.

Quadro 6

Concentrações elementares em $\mu\text{g/l}$, obtidas nos locais M, 8 e 5 a meia profundidade (M).

	Ti	V	Cr	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	As	Se	Mo	Ag	Cd	Sn	Hg	Pb
M	9,4	1,4	≤ 0,4	5,2	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	7,5	1,3	≤ 0,1	11,5	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,2	2,2	1,4
8M	2,9	1,4	≤ 0,4	1,6	≤ 0,4	≤ 0,4	≤ 0,4	4,3	≤ 0,6	≤ 0,1	11,9	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,2	≤ 1	≤ 0,7
5M	14	1,7	≤ 0,4	15,8	≤ 0,4	0,66	1,4	30,3	1,5	≤ 0,1	11,1	≤ 0,5	≤ 0,5	≤ 0,2	≤ 1	≤ 0,7

Quanto à componente que melhor atesta a capacidade de diluição do meio – componente microbiológica – detectaram-se, para os diferentes anos de estudo, resultados constantes do Quadro 7, onde se regista a concentração dos indicadores de poluição fecal no efluente bruto da ETAR e na coluna de água do meio receptor. Foi escolhido o local de amostragem e nível onde se detectou a concentração mais elevada relativa a cada ano de estudo. Em todos os outros locais as concentrações bacterianas foram inferiores.

Quadro 7

Relação entre a concentração bacteriana no efluente e no meio receptor.

	CT/100ml	CF/100ml	EF/100ml
1994 sem efluente	70	8	6
Efluente - Verão 1994	$6,1 \times 10^{10}$	$2,7 \times 10^9$	$1,7 \times 10^9$
local 8M	$7,4 \times 10^4$	$3,9 \times 10^4$	$1,4 \times 10^4$
Variação	(1)	(1)	(1)
Efluente - Outono 1996	$2,0 \times 10^8$	$6,0 \times 10^6$	$8,0 \times 10^5$
local 8F	$1,7 \times 10^4$	$5,1 \times 10^3$	$3,7 \times 10^3$
Variação	(1)	(1)	(1)
Efluente - Verão 1997	$3,1 \times 10^8$	$1,2 \times 10^7$	$2,1 \times 10^5$
local 8M	$6,2 \times 10^3$	$2,3 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$
Variação	(1)	(1)	(1)

(1) Dada a grande diferença na ordem de grandeza das unidades a comparação de valores não tem significado.

Na figura 2 encontra-se representada a evolução da clorofila *a* e da biomassa zooplancónica no local 1, obtidas durante a caracterização mensal de 1997. Nos meses de Outubro, Novembro e Dezembro o estado do mar não permitiu a realização de campanhas.

O padrão de distribuição destas duas comunidades mostra, por um lado o carácter herbívoro da comunidade zooplancónica evidenciado pelo consumo da comunidade autotrófica pela heterotrófica e, por outro lado, uma evolução ao longo do tempo semelhante à que é característica de zonas temperadas em que ocorrem dois picos de abundância, um na Primavera e outro no Outono. O desfaseamento temporal observado está certamente relacionado com irregularidades nas condições climáticas verificadas no ano de 1997.

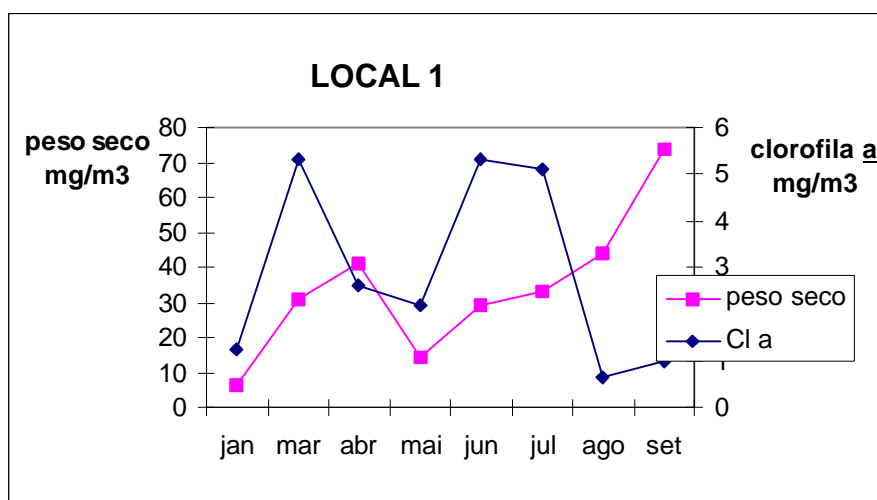


Figura 2 – Evolução anual da clorofila a e da biomassa zooplanctónica no local 1.

Face às variáveis analisadas, o ciclo anual da componente planctónica não foi afectado pela pluma do emissário o que está de acordo com alguns autores (ARFI E PATRITI, 1987) que constataram que esta comunidade nerítica não é significativamente perturbada pelo contacto com a mancha de poluição, verificando-se que a influência sazonal na organização das populações é nitidamente mais importante que as diferenças provocadas pelo impacte do emissário.

5 - CONCLUSÕES

Do estudo efectuado ressalta a melhoria da qualidade das águas das praias da Costa do Estoril posta em evidência pelos parâmetros indicadores de poluição entérica, principais responsáveis pela degradação das mesmas, que registaram ao longo dos anos uma acentuada redução, encontrando-se a maior parte dos valores abaixo dos VMR.

Por outro lado, os resultados dos parâmetros fisico-químicos analisados e constantes dos anexos XXI, XXII e XXIV do Dec.-Lei nº74/90 (pH, transparência, oxigénio dissolvido, óleos minerais, agentes tensoactivos, fenóis, azoto amoniacal, fosfatos e cianetos) apresentaram valores que satisfazem o fixado no referido Decreto.

A monitorização ambiental do emissário da Guia, baseada numa caracterização analítica do meio receptor, demonstra a eficácia do funcionamento do sistema de Saneamento Básico da Costa do Estoril, que se tem vindo a estabelecer gradualmente ao longo do período de referência.

6 - BIBIOGRAFIA

ARFI,R. & PATRITI,G. – Impact d’une pollution sur la partie zooplanctonique d’un système néritique (Marseille Cortiou). *Hydrobiologia*, 1987, 144:11-23.

BARREIROS, M. A., CARVALHO, M. L., COSTA, M. M., MARQUES, M. I. AND RAMOS, M. T., – Application of total reflection XRF to elemental studies of drinking water. *X-Ray Spectrom.* 1997, Vol 26:165-168

INETI/LAACQ 200.04 - Espectrometria de absorção molecular (azul de indofenol).

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

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

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

ISO 6777 - Norme internationale. Qualité de l'eau - Dosage des nitrites. Méthode par spectrométrie d'absorption moléculaire.

OMORI, M. & IKEDA, T. - *Methods in marine zooplankton ecology*. Wiley Interscience ed. 1984, 332p.

Norma AFNOR NFT 90-320 - Essai des eaux. Détermination de l'inhibition de la luminescence de *Photobacterium phosphoreum*., 1991.

pr NP 4175 - Qualidade da água. Determinação da ecotoxicidade. Ensaio de inibição da mobilidade de *Daphnia magna* Straus (Crustacea, Cladocera), 1991.

SMEWW - Standard Methods of the Examination of Water and Wastewater (19th ed.), American Public Health Association, Washington D. C. 1996.

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