

II SIMPOSIO  
LUSO-BRASILEIRO DE  
ENGENHARIA SANITARIA E  
AMBIENTAL

SALVADOR/BAHIA/BRASIL

26 a 29 de Agosto de 1986

CARGAS POLUENTES GERADAS NO COMPLEXO INDUSTRIAL  
DE SINES E SEUS EFEITOS NO MEIO AQUATICO RECEPTOR

1978 - 1985

AMADEU CONTENTE MOTA

IMPACTES AMBIENTAIS

Direcção Geral da Qualidade do Ambiente

Divisão de Controlo do Ambiente

Rua do Século, 51 1200 Lisboa

II SIMPOSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITARIA E AMBIENTAL

CARGAS POLUENTES GERADAS NO COMPLEXO INDUSTRIAL DE SINES E  
SEUS EFEITOS NO MEIO AQUATICO RECEPTOR

1978 - 1985

AMADEU CONTENTE MOTA

Direcção-Geral da Qualidade do Ambiente

Rua do Século, 51 1200 Lisboa

RESUMO

Descreve-se de um modo genérico, como é feito o controlo dos efluentes urbano-industriais na Área de Sines e o funcionamento da Estação de Tratamento de Aguas Residuais por lamas activadas-ETAR.

Calcularam-se as concentrações médias anuais dos afluentes e efluentes da ETAR e respectiva eficiência de tratamento, entre o 2º semestre de 1982 - início do respectivo funcionamento - e 1985, para óleos/gorduras, carência química - CQO - e bioquímica de oxigénio -CBO<sub>5</sub>-, compostos fenólicos, sólidos em suspensão totais e zinco.

Indicam-se as eficiências de projecto da ETAR, as concentrações máximas permissíveis dos parâmetros citados, fixados pela Regulamentação Geral, para descargas pelo exutor submarino, assim como as quantidades totais, em toneladas, enviadas para o meio aquático receptor entre 1979 e 1985.

Para a avaliação de impacte ambiental, calcularam-se as concentrações médias anuais, no meio receptor, de óleos/gorduras, hidrocarbonetos, sólidos em suspensão, oxigénio dissolvido, compostos fenólicos, carência bioquímica de oxigénio e zinco, de 1978 a 1985.

## INTRODUÇÃO

Quando em 1971 foi decidido pelo Governo Português a criação em Sines de uma área de implantação industrial, um dos primeiros vectores considerados prioritários na estrutura orgânica do Gabinete da Area de Sines - órgão coordenador do desenvolvimento urbano-industrial - foi a componente ambiental.

A tomada de posições cujos reflexos se podiam vir a projectar no quadro de vida das gerações futuras, implicava um conhecimento tão correcto quanto possível das consequências para o ambiente, que poderiam advir do projectado desenvolvimento económico e assim foi criado o respectivo Departamento do Ambiente cujo campo de actuação incluía , as 3 vertentes fundamentais do controlo ambiental - água, ar e solo - .

Implementou-se desde o início, uma política de controlo ambiental inovadora para o País, segundo uma linha de um correcto planeamento e ordenamento industrial que visava essencialmente uma antecipação aos problemas.

O objectivo deste trabalho situa-se no domínio do controlo da poluição hídrica e pretende divulgar o que tem sido feito neste campo, no Complexo Industrial de Sines e mostrar que oito anos de descargas de efluentes industriais líquidos, não trouxeram problemas de carácter ambiental ao meio receptor, afigurando-se perfeitamente compatível o desenvolvimento industrial com a protecção ambiental.

Apesar do início da laboração da primeira unidade industrial - Refinaria - se ter verificado em meados de 1978, desde 1974 que o Departamento do Ambiente tem vindo a efectuar estudos de base, nos meios aquáticos naturais, que viriam posteriormente a funcionar como meios receptores à rejeição dos efluentes urbano-industriais, visando determinar o seu grau de poluição antes do início das descargas dos respectivos efluentes.

Actualmente e para além dos estudos de "monitoring" que estão a ser feitos nas zonas anteriormente sujeitas a estudos de "base-line", está a ser efectuado o controlo da qualidade dos efluentes à saída das unidades industriais em laboração - Refinaria, Petroquímica, Central Térmica, Negro de Fumo e Metalomecânica pesada, bem como da ETAR biológica.

Finalmente convém referir que todos os efluentes industriais contaminados são obrigatoriamente sujeitos a pré-tratamento, dentro dos respectivos perímetros industriais e só depois descarregados na rede geral de colectores, de acordo com os limites máximos permissíveis para cada parâmetro, definidos na Regulamentação Geral para Descargas - R.G.D. - documento interno do GAS, aplicável a todas as indústrias sediadas na Area de Sines.

A Regulamentação Geral para Descargas está dividida em quatro grandes vectores que definem outras tantas situações específicas e que são:

- Descargas para a Rede Geral de Colectores
- Descargas para Linha da Costa
- Descargas para Linha de Agua
- Descargas da ETAR para o mar, através do exutor submarino.

Para as diferentes situações contempladas, são igualmente diferentes as concentrações máximas admissíveis dos parâmetros já atrás indicados, convindo salientar que, para linhas de água só podem ser enviados pluviais limpos, sendo os efluentes contaminados obrigatoriamente enviados para a Rede Geral de Colectores que afluem à ETAR biológica.

#### ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE AGUAS RESIDUAIS - LAMAS ACTIVADAS

A Estação de Tratamento tem capacidade de depuração, nesta primeira fase, para 500 l/s, podendo no entanto e quando as necessidades

assim o exigirem, ser ampliada para 2 m<sup>3</sup>/s.

Para ela passaram a ser canalizados todos os efluentes industriais gerados a Norte de Sines, a partir de Julho de 1982.

Os efluentes urbanos provenientes da vila de Sines, fundamentais para a formação e manutenção do leito biológico necessário à biodegradação daqueles, provenientes das indústrias, sómente foram canalizados para a ETAR em Janeiro de 1983.

Daqui resultou uma evidente dificuldade na formação do leito biológico, que se traduziu numa baixa eficiência de tratamento e algumas violações nas concentrações de óleos/gorduras e compostos fenólicos descarregados pelo exutor submarino.

A partir de 1983 e com a introdução do esgoto urbano de cerca de 13 000 habitantes, a situação normalizou, o leito biológico rapidamente se formou, as eficiências de tratamento ultrapassaram todos os valores teóricos previstos no projecto e não mais houve violações às concentrações máximas fixadas pela R.G.D..

#### Descrição Sumária de Funcionamento

Os efluentes urbano-industriais após medição de caudal - Figura 1 - passam por uma fase preliminar de tratamento para eliminação de sólidos grosseiros - grelha mecânica - e posteriormente por um desarenador e triturador, seguindo depois para um tanque de remoção de óleos/gorduras por flotação com insuflação de ar.

A fim de eliminar possíveis pontas nas concentrações e antes de entrarem nos decantadores primários, os efluentes passam por um tanque de homogeneização, sendo posteriormente enviados para o tanque de arejamento onde verdadeiramente se processa o tratamento biológico por lamas activadas.

Do tanque de arejamento os efluentes passam para os decantadores secundários e destes para o mar através do exutor submarino.

Visando manter um nível constante de lamas activadas no tratamento biológico, , efectua-se uma recirculação permanente do decantador secundário para o tanque de arejamento.

As lamas do decantador primário, juntamente com aquelas em excesso no secundário, são conduzidas para um espessador e posteriormente colocadas em "landfill ou landfarming".

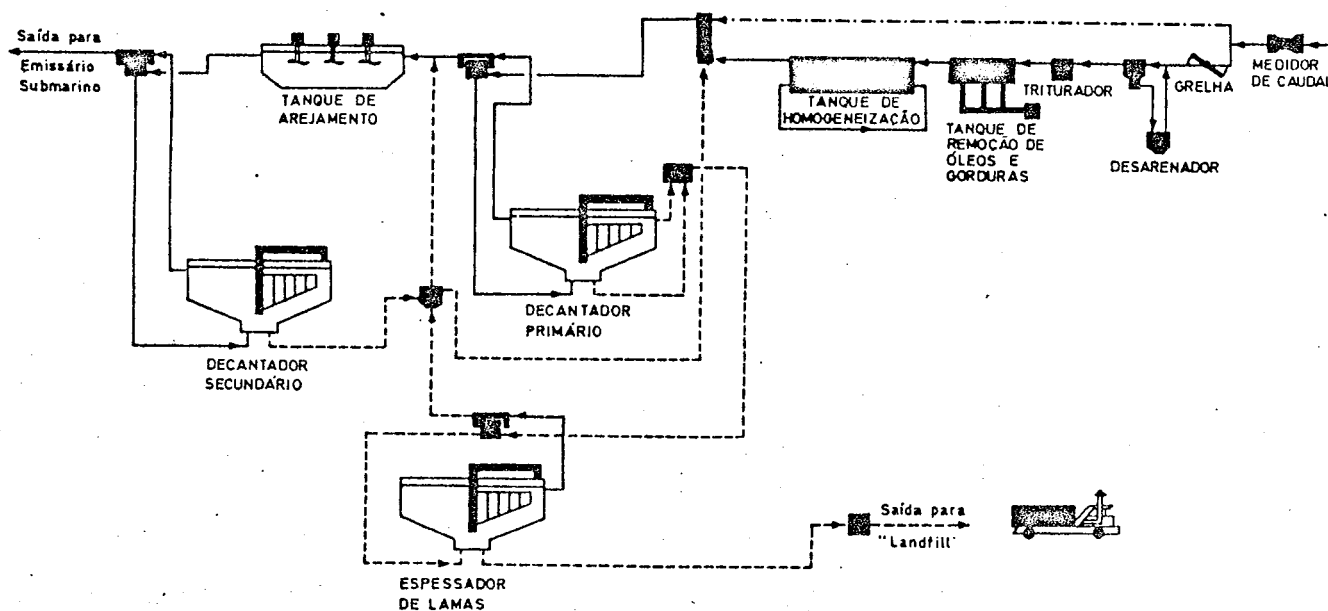


FIG. 1 -Diagrama de Funcionamento da Estação de Tratamento de Águas Residuais de Sines

O exutor submarino que lança os efluentes tratados no mar, a 45m de profundidade, tem 2 480 m de comprimento. O coeficiente de diluição no ponto de descarga é 1:80.

#### MATERIAL

Na tabela 1 estão indicados os parâmetros analisados e a respectiva periodicidade, contemplando as situações em estudo na Area de Sines e que são objecto deste trabalho.

TABELA 1 - Programa de Amostragem e Parâmetros Analisados para  
 Controlo de Qualidade dos Efluentes da ETAR e do Meio  
 Aquático Receptor

PARAMETROS ANALISADOS	ETAR (AFLUENTE-EFLUENTE)			MAR
	DIARIO	BISSEMANAL	SEMANAL	MENSAL
AMONIA		X		
CBO <sub>5</sub>			X	X
CQO	X			
CONDUTIVIDADE	X			
COMP.FENOLICOS		X		X
METAIS PESADOS			X	X
NUTRIENTES			X	X
OLEOS/GORDURAS	X			X
SOL.SUSPENSÃO	X			X
SULFURETOS	X			
pH	X			X

#### Efluentes Urbano Industriais

As análises são feitas sobre amostras compostas, colhidas por amostradores automáticos, de 2 em 2 horas durante a semana e de 4 em 4 ao fim de semana.

Os amostradores estão situados à saída das unidades industriais e da Estação de Tratamento de Águas Residuais - ETAR -.

Como se pode constatar a cobertura analítica é exaustiva sendo consequentemente elevada, a significância dos valores apresentados.

#### Meio Aquático Receptor - Mar

Na figura 2 faz-se a localização das indústrias já existentes na Área de Sines, da ETAR e respectivo exutor submarino, do porto e das Estações Oceanográficas, que servem de base ao controlo da qualidade das águas costeiras, receptoras dos efluentes urbano-industriais depois de tratados.

A estação 1 está situada a norte do exutor submarino e pretende-se que funcione como "branco" em relação à zona costeira de Sines. A estação 2 está situada na zona de saída do exutor e a 3 a sul do mes

mo. À sul do cabo de Sines estão situadas as estações 4 e 5. Com a 4 pretende-se, essencialmente, controlar o que se passa no porto de Sines e com a 5 visam-se dois objectivos complementares:

- 1 - Detectar qualquer concentração anormal de poluentes vindos de norte, por se situar numa suposta "zona de sombra".

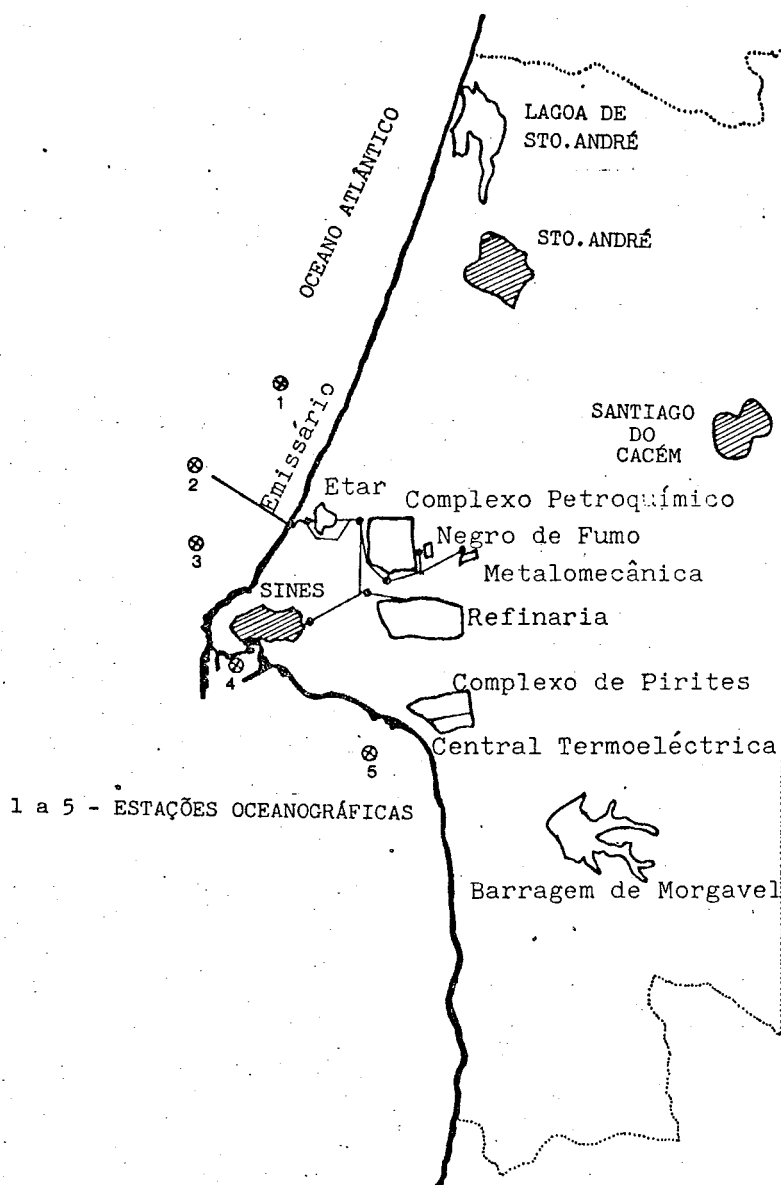


FIG. 2 - Mapa Geral da Área de Sines Mostrando a Localização dos Centros Urbanos, Áreas Industriais, ETAR e Est. Oceanográf.

2 - Funcionar como "branco" em relação a um possível exutor submarino a construir na zona sul, para descarga dos efluentes das unidades industriais a localizar futuramente naquela área.

A corrente marítima tem uma intensidade média de cerca de 0.3



nós, no sentido norte-sul e está integrada num dos ramos da corrente quente do Golfo do México.

## RESULTADOS

### Efluentes Urbano - Industriais Descarregados

Na tabela 2 estão indicadas as quantidades totais de óleos/gorduras, CBO<sub>5</sub>, CQO, sólidos em suspensão, zinco e compostos fenólicos enviados para o meio receptor através do exutor submarino entre Janeiro de 1979 e Junho de 1985.

Os valores correspondentes ao período de 1979 a 1981 referem-se exclusivamente a efluentes descarregados pela Refinaria. A partir de 1982 estão incluídos também valores referentes à Petroquímica. Em 1983 passaram a ser tratados conjuntamente os esgotos urbanos e industriais, o que se traduziu num abaixamento significativo das cargas poluentes enviadas para o meio receptor, como resultado não só de uma mais eficaz eficiência de tratamento proveniente da junção do esgoto urbano, mas também de uma melhoria sensível da qualidade dos efluentes saídos das unidades industriais.

TABELA 2 - Quantidades de Oleos/Gorduras, CBO<sub>5</sub>, CQO, SS, Zinco e Compostos Fenólicos Enviados para o Meio Aquático.

ANO	OLEOS Tons	CBO <sub>5</sub> Tons	CQO Tons	SS Tons	ZINCO Tons	FENOIS Tons	CBO <sub>5</sub> / CQO
1979	58,8	213,6	344,4	39,5	0,7	10,6	0,620
1980	193,6	252,7	443,3	123,8	1,8	7,0	0,570
1981	285,4	320,0	589,0	239,4	2,6	11,3	0,543
1982	307,0	380,3	710,0	344,8	2,2	12,8	0,536
1983	7,9	114,8	228,8	39,0	1,0	0,2	0,502
1984	2,4	105,0	266,8	35,8	5,8	0,2	0,394
1 <sup>ª</sup> Sem. 1985	1,0	35,8	87,8	6,1	0,9	0,02	0,408
TOTAIS	856,1	1422,2	2670,1	828,4	15,0	42,12	

Aplicando-se na Area de Sines o princípio do poluidor-pagador, as industrias são tarifcadas não só em função do caudal enviado para

tratamento, mas também em função das concentrações de CQO, sólidos em suspensão e óleos/gorduras presentes no efluente. Assim e a partir do momento em que o princípio foi implementado, a qualidade do efluente melhorou significativamente.

Contrariamente ao que se verificou com os outros parâmetros analisados, o zinco apresenta o seu valor mais elevado em 1984 e portanto já depois da estabilização que se deu ao nível do leito biológico.

O facto em si nada tem de anormal, uma vez que os metais pesados não são biodegradáveis e consequentemente, o tratamento por lamas activadas não é efectivo para a sua remoção, pelo que concentrações elevadas a montante da ETAR, se traduzem, igualmente, em valores elevados a jusante. De qualquer modo, sendo os efluentes gerados na Area de Sines essencialmente orgânicos -  $CBO_5/CQO > 0,5$  - os metais pesados nunca apresentam concentrações significativas.

#### Qualidade dos Efluentes da ETAR e Eficiências de Tratamento

Nas tabelas 3 e 4 estão indicados respectivamente :

- 1 - as concentrações médias anuais, em mg/l, de CQO,  $CBO_5$ , sólidos em suspensão, óleos/gorduras, zinco e compostos fenólicos descarregados pela ETAR para o meio receptor e os limites máximos fixados pela RGD.
- 2 - as eficiências médias anuais de tratamento, em percentagem, para os mesmos parâmetros acima referidos e ainda as eficiências teóricas do projecto.

TABELA 3 - Concentrações Médias Anuais, em mg/l, de CQO,  $CBO_5$ , SS, Oleos/Gorduras, Compostos Fenólicos e Zinco descarregados pelo Exutor Submarino e Limites Máximos Fixados pela RGD.

ANO	CQO mg/l	$CBO_5$ mg/l	SS mg/l	OLEOS mg/l	FENÓIS mg/l	ZINCO mg/l
2ºSEM/82	161	88,3	28,8	25,9	2,6	0,263
1983	61,1	29,9	10,6	1,9	0,051	0,255
1984	64,8	28,6	9,61	0,645	0,054	1,557
1ºSEM/85	55,2	22,7	3,9	0,63	0,009	0,546
LIM. MÁXIMO RGD	600	100	150	3	0,5	5,0

Conforme se constata, a partir de 1983 todas as eficiências teóricas foram alcançadas e até ultrapassadas, facto que se reflectiu na excelente qualidade do efluente enviado para o meio receptor.

Em 1982 e enquanto o único efluente urbano presente na estação provinha sómente dos cerca de 1500 trabalhadores das unidades industriais, verificou-se uma certa dificuldade na formação do leito biológico, que se reflectiu logicamente numa baixa eficiência de tratamento e nas consequentes violações nas concentrações de óleos/gorduras e compostos fenólicos.

TABELA 4 - Eficiências Médias Anuais de Tratamento da ETAR, em %, para CQO, CBO<sub>5</sub>, SS, Oleos/Gorduras e Compostos Fenólicos e Eficiências de Projecto.

ANO	CQO %	CBO <sub>5</sub> %	SS %	OLEOS %	FENOIS %
2ºSEM/82	31,1	29	61,9	81,5	26,8
1983	81	80,5	86,6	96,8	98,3
1984	76,3	80,6	85,2	93,9	97,8
1ºSEM/85	79,1		94,4	96,3	99,6
EFIC.DE PROJECTO	70	80	85	90	95

#### Qualidade da Agua do Meio Aquático Receptor

Na tabela 5 estão indicadas as concentrações médias anuais, em mg/l, de óleos/gorduras, hidrocarbonetos, compostos fenólicos, sólidos em suspensão, oxigénio dissolvido, carência bioquímica de oxigénio e zinco de 1978 a 1985.

Como se constata os valores de óleos/gorduras referentes a 1978 - 0,060 mg/l - são da mesma ordem de grandeza dos encontrados no 1º Sem/85 - 0,062 mg/l - . Situação análoga se verifica com as concentrações médias de hidrocarbonetos referentes a 1979 - 0,028 mg/l - e 1985 - 0,025 mg/l - e oxigénio dissolvido com 8,1 mg/l em ambos os

anos. As concentrações médias de compostos fenólicos são sempre baixas e muito próximas dos limites de detecção do método analítico utilizado - 1 µg/l.

Os valores dos sólidos em suspensão totais são também da mesma ordem de grandeza, antes e depois do início do processo do desenvolvimento industrial. As variações anuais parecem ser devidas a diferentes índices de produtividade primária observados na zona em estudo.

Em relação aos metais pesados analisados - crómio, cádmio, cobre, chumbo, níquel, manganês e zinco - sómente este último apresenta valores superiores ao limite de detecção, sem todavia se aproximar de valores dignos de realce. Cite-se a propósito, que as concentrações máximas de zinco permitidas pela Organização Mundial de Saúde e pela legislação da Comunidade Económica Europeia para a água potável, são 5 mg/l.

TABELA 5 - Concentrações Médias Anuais, em mg/l, no Meio Receptor, de óleos, hidrocarbonetos, Compostos Fenólicos, SS, OD, CBO<sub>5</sub> e Zinco.

ANO	OLEOS mg/l	HIDROCARB. mg/l	FENOIS mg/l	SS mg/l	OD mg/l	CBO <sub>5</sub> mg/l	ZINCO mg/l
1978	0,060		0,001		8,11		
1979	0,108	0,028	0,0015	3,86	8,18		
1980	0,099	0,026	0,002	4,49	8,24		
1981	0,066	0,008	0,002	7,24	8,16	18,4	0,009
1982	0,041	0,010	0,0006	4,82	7,61	10,8	
1983	0,087	0,030	0,0003	7,17	8,0		
1984	0,082	0,017	0,0005	4,9	7,55	9,7	
1ª SEM.							
1985	0,062	0,025	0,002	5,4	8,18	3,6	0,020

Na tabela 6 estão indicadas as concentrações médias anuais, em mg/l, de óleos/gorduras, compostos fenólicos, sólidos em suspensão totais, oxigénio dissolvido e CBO<sub>5</sub> referentes às estações 1 e 5 da Rede Geral de Controlo - ver Fig. 2.

A análise dos valores apresentados revela, que as descargas entretanto efectuadas na zona costeira de Sines não provocaram aumento das concentrações dos poluentes em análise.

Em relação ao oxigénio dissolvido e sólidos em suspensão totais, os valores são quase todos da mesma ordem de grandeza, não se notando predominância de uma estação relativamente à outra. Quanto à  $\text{CBO}_5$ , os valores da estação 1 são sempre superiores à média geral das estações analisadas, sem contudo apresentarem concentrações significativas.

A análise dos valores apresentados referentes à estação 5 permite ainda inferir, que a zona a sul do cabo de Sines não revela tendência para aumentar as concentrações dos poluentes gerados a montante, sendo por norma, as suas médias, inferiores às médias gerais indicadas.

TABELA 6 - Concentrações Médias Anuais, em mg/l, de Oleos/Gorduras, Compostos Fenólicos, SS, OD e  $\text{CBO}_5$  nas Estações 1 e 5.

ANO	ESTAÇÃO	OLEOS mg/l	FENÓIS mg/l	SS mg/l	OD mg/l	$\text{CBO}_5$ mg/l
1978	1	0,070	0,001		8,27	
	5	0,045	0,045		8,46	
1979	1	0,112		3,67	8,20	
	5	0,094		3,65	8,26	
1980	1	0,136	0,001	4,75	8,28	
	5	0,083	0,003	4,81	8,33	
1981	1	0,101	0,002	7,79	8,14	24,0
	5	0,036	0,002	7,55	8,22	11,5
1982	1	0,039	< 1 $\mu$ g/l	5,28	8,06	14,0
	5	0,024	"	5,10	7,56	4,2
1983	1	0,101	"	5,07	8,10	
	5	0,097	"	7,30	7,90	
1984	1	0,055	"	6,03	7,80	22,6
	5	0,052	0,001	4,68	7,60	2,0

## RESUMO E CONCLUSÕES

Em três anos de funcionamento da ETAR, sómente em 1982 não foram atingidas as eficiências de projecto, o que teve como consequência violações nas concentrações máximas de descarga dos óleos/gorduras e compostos fenólicos. A partir de 1983, com o tratamento conjunto dos efluentes industriais e urbanos da Vila de Sines (13 000 habitantes) e ainda como resultado de uma melhor eficiência de tratamento, não

mais houve violações dos limites máximos fixados pela Regulamentação Geral de Descargas.

A aplicação na Area de Sines do princípio do poluidor-pagador traduziu-se numa melhor qualidade dos efluentes enviados pelas indústrias para a Estação de Tratamento.

Os valores das concentrações médias anuais encontrados no meio aquático receptor para óleos/gorduras, hidrocarbonetos, sólidos em suspensão, oxigénio dissolvido e compostos fenólicos, obtidos antes e depois do início do processo de desenvolvimento industrial são da mesma ordem de grandeza.

Os resultados obtidos nos estudos de impacte ambiental permitem concluir que as descargas de efluentes efectuadas na zona costeira de Sines, entre 1978 e 1985, não provocaram qualquer impacte no meio aquático receptor.

A inexistência de impacte ambiental resulta não só de uma boa qualidade dos efluentes descarregados, mas também do elevado coeficiente de diluição à saída do emissário submarino -1:80- e de uma intensidade de corrente de 0,3 nós, que arrasta para fora da Area de Sines a generalidade dos poluentes enviados para o meio aquático receptor.

#### AGRADECIMENTOS

Agradeço a todo o pessoal do Laboratório de Aguas da Divisão de Controlo do Ambiente, cujas contribuições, tornaram de alguma forma possível, a elaboração deste trabalho.