

MONITORAMENTO DE EMISSÁRIOS SUBMARINOS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Moura, D.O.¹ e Lamparelli, C.C.²

Cetesb - Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 CEP 05489-900 São Paulo SP

1. e-mail : deborao@cetesb.sp.gov.br; 2. e-mail : claudial@cetesb.sp.gov.br

Palavras-chave: esgotos domésticos, poluição fecal, nutrientes, qualidade de água, águas costeiras

1. Introdução

A grande população já existente em alguns municípios do litoral paulista acrescida pelo grande número de turistas nas épocas de veraneio, provoca um aumento considerável da quantidade de esgotos domésticos gerada na região. Em muitos casos, o destino final desses esgotos são os corpos d'água mais próximos. O lançamento de esgotos sanitários é um dos tipos mais comuns de poluição dos oceanos, seja por meio de contribuições difusas de cursos d'água, seja por meio de fontes pontuais como emissários submarinos. No Estado de São Paulo existem sete emissários submarinos de esgotos que lançam seus efluentes no mar após um pré-condicionamento. Estes sistemas, embora tragam muitos benefícios para a qualidade das praias na medida em que afastam o esgoto das mesmas, pode também trazer prejuízos ambientais se não forem bem dimensionados e operados (1). Desse modo, o monitoramento ambiental desses lançamentos é muito importante.

2. Material e Métodos

A partir de 2002 a Cetesb iniciou o monitoramento de dois emissários submarinos; **Araçá**, no Canal de São Sebastião (Litoral Norte), e **Santos** (Baixada Santista). As amostragens semestrais foram realizadas nos compartimentos água e sedimento na zona de influência do emissário, além do efluente, coletado nas EPCs (Estação de Pré Condicionamento). As amostras de água do mar foram coletadas em 3 profundidades (superfície, meio e fundo) em 18 pontos, para Santos, e em 15 pontos, para São Sebastião. Paralelamente foram amostrados 10 pontos de sedimento para os dois emissários. O efluente na EPC de Santos foi amostrado, até 2004, paralelamente a qualidade da água do mar e, em 2004, amostrado somente uma vez, no mês de Junho por um período de 24 horas, quando foi coletado antes da etapa de cloração para análise. Em São Sebastião foi realizada apenas uma coleta do efluente (março de 2003). Na água foram realizadas determinações microbiológicas e físico-químicas e nos sedimentos, físico-químicas.

3. Resultados e Discussão

A seguir são apresentados os resultados das determinações de diversos parâmetros da composição dos efluentes e da qualidade das águas marinhas comparadas aos padrões estabelecidos pela legislação ambiental (Resolução do Conama 357/05).

Parâmetro	Padrão de emissão	Santos	São Sebastião
Nitrogênio amoniacal	20 mg/L	38,7 mg/L	5,7 mg/L
Sulfeto	1 mg/L	3,0 mg/L,	3,01mg/L
Óleos e graxas	20 mg/L	73,1mg/L	47 mg/L
DBO	-	193 mg/L	-
Fósforo	-	5,5 mg/L	-
Coliformes fecais	-	1.036.333 NMP/100mL	6.800 NMP/100mL
Enterococos	-	-	6.600 UFC/100mL

Tabela 1: Resultados da composição dos Efluentes dos Emissários de Santos e São Sebastião

Para o efluente do emissário de Santos observaram-se altas concentrações, ultrapassando os padrões de emissão, para os seguintes parâmetros: Nitrogênio amoniacal Sulfeto e Óleos e Graxas. Além disso, foram observados valores elevados para Fósforo, de DBO e de coliformes fecais .

Com relação aos resultados das análises realizadas no efluente da EPC do Araçá, antes da cloração, observam-se concentrações elevadas para Nitrogênio amoniacal, Sulfeto, Óleos e graxas, coliformes fecais e enterococos Com exceção de Óleos e Graxas, os demais parâmetros apresentaram

valores inferiores àqueles determinados no efluente da EPC de Santos, principalmente para os valores de coliformes fecais.

Qualidade da água do mar e do sedimento

O emissário de Santos lança seu efluente na Baía de Santos a 4 quilômetros da costa e a uma profundidade de 10m. Já o corpo receptor do litoral norte é o canal de São Sebastião. O emissário do Araçá tem um comprimento de 1 quilômetro lançando seus efluentes numa profundidade de 8m. Os resultados da qualidade das águas marinhas sob influência desses despejos são apresentados nas tabelas 2 e 3.

Parâmetros	Padrões Conama 357/05 Classe 1	SANTOS											
		2002				2003				2004			
		Máx.	Min.	X	Se	Máx.	Min.	X	se	Máx.	Min.	X	Se
Temperatura água (°C)		26,2	19,6	22,47	2,27	30,1	20,2	22,98	3,46	25,9	22,7	23,98	1,16
Salinidade		37,5	28,3	31,86	0,87	33,7	30,3	31,97	0,62	33,9	29,8	32,87	0,83
OD	6	9	6,1	7	0,76	9,9	2,8	6,60	1,12	8,2	5,9	6,82	0,40
PH	6,5 a 8,5	8,24	8,04	8,14	0,04	9,01	7,89	8,11	0,08	8,2	8,0	8,11	0,03
Condutividade (mS/cm)		50,8	43,8	49,04	1,11	51,5	46,6	49,12	0,87	51,80	46,20	50,37	1,17
Orto-fosfato (mg/l)		0,29	0,01	0,07	0,09	0,16	<0,007	0,05	0,04	0,15	0,01	0,05	0,03
Fosfato Total (mg/l)	0,062	0,47	0,04	0,14	0,13	1,78	0,03	0,63	1,15	1,71	0,03	0,14	0,24
N Amoniacal (mg/l)	0,40	2,8	0	0,62	0,93	1,73	<0,02	0,52	0,51	1,41	0,03	0,29	0,31
N Kjeldahl total (mg/l)		3,36	<0,03	1,05	1,21	3,64	0,9	1,82	0,81	8,40	0,32	1,43	1,65
Turbidez (UNT)		4	0,15	1,79	1,08	6,05	0,2	1,79	1,14	27,00	0,15	3,55	5,17
Fenol (mg/l)	0,001	<0,003	<0,003	-	-	0,007	<0,003	0,0022	0,004	0,003	<0,003	-	-
Sulfeto (mg/l)	0,002	5	1	2,62	1,04	8,22	0,5	0,98	1,21	<1	<1	-	-
Coli Fecal (NMP/100ml)	1000	240000	3	8092	37163	124	0,5	10,85	15,69	16000	4	525	2414
Ecoli (NCMF/100ml)	800	53000	37	7464	15980	**	**	**	**	**	**	**	**
Enterococos (UFC/100ml)	100	29000	2	2778	7784	15	<1	5,28	4,47	28000	<1	1120	4463

Tabela 2: Resultados das análises de água do mar para o emissário de Santos

Parâmetros	Padrões Conama 357/05 Classe 1	SÃO SEBASTIÃO											
		2002				2003				2004			
		Máx.	Mín.	X	Se	Máx.	Mín.	X	Se	Máx.	Mín.	X	Se
Temperatura água (°C)		26,5	20,8	22,72	2,12	27,5	20	22,38	3,06	26,8	22,1	26,47	0,23
Salinidade		34,7	32,1	32,8	0,64	34,2	31,7	32,70	0,87	35,1	34,1	34,6	0,17
OD	6	7,3	5,04	6,85	0,54	7,4	5,8	6,92	0,52	8,55	6,11	6,6	0,19
PH	6,5 a 8,5	8,24	7,63	8,17	0,07	8,2	8,1	8,13	0,05	8,2	7,16	8,17	0,01
Condutividade (mS/cm)		53	49	50,34	0,81	52	49,1	50,21	0,99	53,1	51,9	52,49	0,22
Orto-fosfato (mg/l)		0,08*	0,02*	0,03*	0,02*	<0,01	<0,01	-	-	<0,01	<0,01	-	-
Fosfato Total (mg/l)	0,062	0,10*	0,02*	0,04*	0,03*	<0,01	<0,01	-	-	0,02*	0,01*	0,01*	0,00*
N Amoniacal (mg/l)	0,40	<0,01	<0,01	-	-	0,28*	0,01*	0,03*	0,06*	0,85	<0,007	0,08	0,20
N Kjeldahl total (mg/l)		0,98*	0,01*	0,27*	0,29*	0,55	0,01	0,07	0,14	1,33	<0,01	0,35	0,39
Turbidez (UNT)		13	5,3	6,16	2,58	18,00	2,20	6,27	3,07	8,8	1,2	3,02	1,27
Fenol (mg/l)	0,001	<0,001	<0,001	-	-	<0,001	<0,001	-	-	<0,001	<0,001	-	-
Óleos e graxas (mg/l)	Ausente	6	0,5	1,10	1,73	14	<1,0	3,4	4,67	**	**	**	**
Sulfeto (mg/l)	0,002	<0,3	<0,3	-	-	<0,30	<0,30	<0,30	-	<0,30*	<0,30*	<0,30*	-
Coli Fecal (NMP/100ml)	1000	5000	1	680,5	2085,7	2260	<1	79,6	347,0	92	<1	14,90	22,05
Ecoli (NCMF/100ml)	800	1520	18	231,4	369,7	1800	1	104,6	356,7	**	**	**	**
Enterococos (UFC/100ml)	100	**	**	**	**	32,00	1,00	3,73	7,67	68	<1	11,23	17,07

Tabela 3: Resultados das análises de água do mar para o emissário de São Sebastião

■: Valores não conformes com a legislação

(*) resultados de apenas uma campanha, os valores obtidos na outra foram abaixo do limite de detecção do método; (**) amostragem não realizada; (-) média e desvio não calculados em função de todas as análises apresentarem resultados inferiores ao limite de detecção do método.

	Baía de Santos 2003	Baía de Santos 2004	Canal de São Sebastião - 2004
Carbono orgânico (%)	0,75	1,06	1,53
Nitrogênio total (%)	0,12	0,11	0,08
Matéria Orgânica (%)	1,34	1,93	2,77
Sulfeto (mg/kg)	-	2840	1086

Tabela 4: Resultados médios da qualidade dos sedimentos

As águas da Baía de Santos apresentam valores de nitrogênio amoniacal, fósforo total e sulfeto, que não atendem aos padrões da legislação. Cabe ressaltar que para o sulfeto os altos valores registrados nos dois primeiros anos não foram constatados em 2004. Já para o fósforo e o nitrogênio as altas concentrações se mantiveram ao longo dos três anos. Esses resultados mostram que está ocorrendo um enriquecimento por nutrientes dessas águas. Foram observadas, também, elevadas concentrações dos parâmetros microbiológicos: enterococos e coliformes fecais. Além disso, em algumas amostras foram detectados valores baixos de oxigênio dissolvido nas camadas mais profundas da coluna d'água. Esses valores podem ser explicados pela influência das condições do sedimento nessas camadas de água. Os sedimentos da zona no entorno do emissário apresentaram grande acúmulo de matéria orgânica, observado pelos resultados de potencial redox, concentrações de carbono orgânico total e pelas razões C/N (indicando origem alóctone de material) (2). Além disso, os elevados teores de sulfeto indicam presença de matéria orgânica em avançado estágio de decomposição (Tab. 4)

As águas do Canal de São Sebastião apresentaram algumas não conformidades para os parâmetros: nitrogênio amoniacal, fósforo total, óleos e graxas e coliformes termotolerantes e enterococos, embora os resultados tenham sido inferiores aos obtidos em Santos. Em estudo realizado em 1996 e 1997, na baía do Araçá, foi observado um enriquecimento de nutrientes da baía, principalmente quando as correntes estão em direção à nordeste, facilitando a entrada do efluente no seu interior. Este estudo conclui que o efluente do emissário tem contribuído para a instalação de um ambiente eutrófico (3). Nota-se que a alteração mais evidente na qualidade das águas, no presente estudo, foi observada através dos resultados elevados de nitrogênio kjeldahl, indicando a presença de nitrogênio orgânico oriundo do esgoto doméstico. Já com relação ao sedimento pode-se concluir que o emissário submarino do Araçá vem causando alterações significativas no ambiente aquático. Os teores de carbono orgânico observados no sedimento da região foram considerados elevados, sendo, em alguns pontos, superiores até mesmo aos encontrados no sedimento da baía de Santos (Tab. 4).

Comparando-se a qualidade das águas dos dois corpos receptores nota-se que a Baía de Santos encontra-se com sua qualidade mais alterada, provavelmente em função do maior tempo de operação, 26 anos comparados aos 14 e vazão muitas vezes superior a de São Sebastião. Além do que a renovação das águas da Baía é bem menor do que no Canal de São Sebastião que conta com correntes mais intensas.

4. Conclusões

Com base nos resultados do monitoramento se pode concluir que os emissários submarinos avaliados, apresentam em seus efluentes, concentrações de certas substâncias acima dos padrões de emissão estabelecidos pela Resolução do Conama 357/05 o que indica que o pré-condicionamento dos esgotos, não está removendo as quantidades necessárias dessas substâncias. O estudo demonstrou também estar havendo alterações no ambiente aquático na área de influência desses lançamentos, principalmente no que se refere aos nutrientes como Fósforo e Nitrogênio cujas concentrações na água do mar estavam acima dos padrões da classe 1 de águas salinas. Essas alterações podem estar sendo causadas por um pré-condicionamento ineficiente do efluente, somado a condições desfavoráveis para dispersão desses lançamentos quer sejam locais ou operacionais. Nesse sentido, são importantes a manutenção e operação adequada da EPC e dos sistemas difusores. Os resultados da qualidade dos sedimentos reforçam essa hipótese mostrando estar ocorrendo um acúmulo do material despejado no mar.

5. Referências bibliográficas

- ¹ CETESB, São Paulo. *Qualidade das águas litorâneas no Estado de São Paulo – Balneabilidade das Praias*. Série Relatórios 2004. São Paulo, CETESB. 331p. 2005.
- ² LAMPARELLI, C.C.; BEVILACQUA, J.E.; MOURA, D.O.; CAMOLEZ, A.C. Coastal water quality monitoring programs in São Paulo state – Brazil. In: 3rd INTERNATIONAL CONFERENCE ON MARINE WASTE WATER DISCHARGES AND MARINE ENVIRONMENT, Catania, 2004.
- ³ LIMA, G.M.S.de S.B. *Efeitos do efluente doméstico do emissário submarino de São Sebastião (SP), sobre o fitoplâncton marinho: estudos de campo e de laboratório*. Tese de Doutorado. São Paulo, Inst. Oceanográfico, USP. 134p. 1998.