

2.2.5 Testes de Toxicidade

Para uma completa avaliação do impacto de contaminantes lançados no ambiente é necessário determinar a concentração destes acumulados na biota, e também os efeitos biológicos resultantes desta contaminação. Visando a manutenção dos padrões de qualidade da água e atender os limites estabelecidos para substâncias tóxicas são realizados controles dos efluentes através da abordagem integrada entre análises químicas e ensaios toxicológicos com organismos aquáticos, apresentando bons resultados mediante a exigência da legislação.

A utilização de testes de toxicidade aquática para a caracterização da qualidade da água e de efluentes reduz as limitações encontradas nas análises físicas e químicas, pois fornecem informações adicionais sobre o perigo potencial de uma substância tóxica sobre a biota aquática.

Basicamente, os testes consistem na exposição de organismos aquáticos testes, durante determinado tempo, a diversas concentrações da amostra a ser testada. São avaliados os efeitos deletérios nos organismos, observando os efeitos sobre as funções fisiológicas, como por exemplo, capacidade de locomoção, ou biológicas fundamentais, como reprodução, crescimento e morte.

Os efeitos tóxicos podem ser descritos como agudo ou crônico em função do tempo de exposição.

- **Efeito agudo:** efeito deletério causado por agentes tóxicos a organismos vivos em curto período de exposição. Trata-se de uma resposta severa e rápida.
- **Efeito crônico:** efeito deletério causado por agentes tóxicos a organismos vivos em um período de exposição que pode abranger a totalidade de seu ciclo de vida ou parte dele.

◆ Metodologia & Malha Amostral

Durante o período de dezembro/1995 a junho/2002 quatro pontos de maior relevância da área de abrangência da CST foram avaliados quanto à toxicidade aguda e crônica, são eles:

- Captação da Água do Mar;
- Afluente da ETB (Estação de Tratamento Biológico);
- Efluente da ETB;
- Efluente Final

Os organismos utilizados e a metodologia estão mostrados abaixo.

TIPO DE TESTE	AGUDO	CRÔNICO	CRÔNICO
Organismo	Bactéria - <i>Vibrio fischeri</i> (<i>Photobacterium phosphoreum</i>)	Alga - <i>Skeletonema costatum</i>	Ouriço - <i>Echinometra lucunter</i>
Método	Microtox - Model 500 – Microbics	ISO 147/SC 5/WG5	ISO 147/SC 5/WG5 – CETESB L5.250
Duração do Teste	5 e 15 minutos	72 horas	36 horas

Os resultados dos testes foram expresso em % de CE 50, que representa a Concentração Efetiva Média da amostra teste que causa inibição ou morte (efeito deletério) de 50% dos organismos teste.

◆ Avaliação dos Resultados

Os resultados toxicológicos das campanhas encontram-se na Tabela 2.2.5-1 a seguir.

Tabela 2.2.5-1: Resultados de CE50 dos Pontos Captação da água do mar e Efluente Final da CST, utilizando *P. phosphoreum*, *S. costatum* e *E. lucunter* dos testes de toxicidade realizados entre dezembro de 1995 e junho de 2002

Data	Captação de Água do Mar			Afluente da ETB			Efluente da ETB			Efluente Final		
dez/95	100	100	100	0,38	1,89	0,33	33	7	-	100	42	74
fev/96	100	86	100	0,80	0,61	0,26	28	10	0,3	100	56	72
mar/96	100	100	100	1,01	0,72	0,50	36	3	0,3	95	48	70
abr/96	100	100	100	0,84	0,83	0,27	50	6	0,5	100	88	100
mai/96	-	-	-	0,57	0,63	0,26	59	9	0,3	100	53	85
Maio/96-2	100	87	84	0,87	0,86	0,24	47	5	0,3	-	-	-
jun/96	100	83	100	0,80	0,54	0,27	55	8	0,2	100	62	74
jul/96	100	100	100	0,88	0,58	0,23	46	4	0,3	100	32	60
ago/96	100	77	100	45	4,87	0,80	50	5	0,2	100	100	80
set/96	100	100	100	-	-	-	55	5	0,2	100	61	82
jun-98	100	100	100	-	-	-	100	5	1,8	100	100	100
ago-98	100	100	100	-	-	-	60	36	32	100	100	100
nov-98	100	100	79	-	-	-	33	49	23	100	100	100
jan-99	100	100	100	-	-	-	33	49	14	100	100	100
fev-99	100	100	100	-	-	-	35	15	22	100	100	100
abr-99	100	100	100	-	-	-	31	32	23	100	100	100
jun-99	100	100	100	-	-	-	34	34	32	100	100	100
jul-99	100	100	100	-	-	-	41	42	30	100	100	100
set-99	100	100	100	-	-	-	32	31	9	100	100	100
out-99	100	100	100	-	-	-	33	45	28	100	100	100
dez-99	-	-	-	-	-	-	38	50	21	100	100	100
jan-00	-	-	-	-	-	-	28	38	23	100	100	100
mar-00	-	-	-	-	-	-	35	20	15	100	100	100
abr-00	-	-	-	-	-	-	48	43	17	100	100	100
jun-00	-	-	-	-	-	-	53	44	22	100	100	85
ago-00	-	-	-	-	-	-	33	39	12	100	100	100
set-00	-	-	-	-	-	-	51	36	16	100	100	91
nov-00	-	-	-	-	-	-	32	41	15	100	100	100
dez-00	-	-	-	-	-	-	95	59	27	100	100	100
fev-01	-	-	-	-	-	-	100	53	25	100	100	100
mar-01	-	-	-	-	-	-	53	19	14	100	100	100
abr-01	-	-	-	-	-	-	33	28	32	100	100	100
jun-01	-	-	-	-	-	-	29	9	9	100	100	100
ago-01	-	-	-	-	-	-	66	25	17	100	100	100
set-01	-	-	-	-	-	-	100	21	20	100	100	100
nov-01	-	-	-	-	-	-	100	39	6	100	100	52
jan-02	-	-	-	-	-	-	100	41	3	100	100	100
fev-02	-	-	-	-	-	-	100	69	5	100	100	100
abr-02	-	-	-	-	-	-	39	36	5	100	100	100
jun-02	-	-	-	-	-	-	79	44	10	100	100	100

Os resultados indicam que o ouriço do mar (*Echinometra lucunter*) apresentou maior sensibilidade do que a alga marinha (*Skeletonema costatum*) para o Afluente e Efluente da ETB, conforme é apresentado na Tabela 2.2.5-2 e Figura 2.2.5-1.

No período avaliado, os resultados indicam que a toxicidade do Efluente da ETB apresentou uma forte tendência de redução para todos os organismos testados. Considerando o organismo que apresentou maior sensibilidade, o ouriço, a toxicidade, em EC 50%, passou de 0,29%, em 1996, para 5,8%, em 2002. A redução de toxicidade foi registrada após a implementação do tratamento de amônia, no período de 1998/1999. Para bactéria e alga os índices de toxicidade médios foram de 79,4 e 47,8%, respectivamente, medidos no primeiro semestre de 2002 (Figura 2.2.5-1).

Tabela 2.2.5-2: Resultados médios de EC 50% para os organismos *Vibrio fischeri* (*Photobacterium phosphoreum*), *Skeletonema costatum* e *Echinometra lucunter* (Dez/95 a Jun/02).

PONTO	PERÍODO DE AVALIAÇÃO		ORGANISMO		
			P. PHOSPHOREUM	S. COSTATUM	E. LUCUNTER
Captação de Água do Mar	1996, 1998 e 1999 (n= 9)	Média	100	96	98
		Máximo	100	100	100
		Mínimo	100	77	84
		Desvio Padrão	0	7	6
Afluente da ETB	1996 (n=9)	Média	5,66	1,28	0,35
		Máximo	45	4,87	0,80
		Mínimo	0,38	0,54	0,23
		Desvio Padrão	14	1,41	0,19
Efluente da ETB	1996, 1998, 1999, 2000, 2001 e 2002 (n=39)	Média	53	35	12
		Máximo	100	69	32
		Mínimo	28	3	0,2
		Desvio Padrão	25	17	9
Efluente Final	1995, 1996, 1999, 2000, 2001 e 2002 (n=40)	Média	100	91	93
		Máximo	100	100	100
		Mínimo	95	32	52
		Desvio Padrão	1	20	13

Comparando os resultados médios de EC 50% do Afluente com o do Efluente da ETB (dados de 1996), quanto à eficiência da Estação de Tratamento na remoção de toxicidade, observa-se que a toxicidade aguda, com bactéria, foi reduzida em 88% (5,66 para 45,9%); para a toxicidade crônica a redução frente ao organismo alga foi também alta de 80% (1,28 para 6,1%); para o organismo ouriço marinho a toxicidade apresentou um discreto aumento, passando de 0,35 para 0,29%.

O Efluente Final apresentou redução de toxicidade crônica, ou seja aumento de CE 50%, no período de 1996 a 2002, para alga e ouriço, não sendo observado efeito tóxico nos últimos resultados (2002). Esses bons resultados, certamente, são frutos de melhorias no processo industrial e da eficiência da ETB (operação de novas colunas de destilação de amônia em 1998/1999).

Através de uma avaliação geral dos resultados do período de 1995 a 2002, representados na Figura 2.2.5-2, pode-se observar que os pontos captação da Água do Mar e Efluente Final não apresentam toxicidade crônica significativa (EC50% > 90%) para os organismos testados.

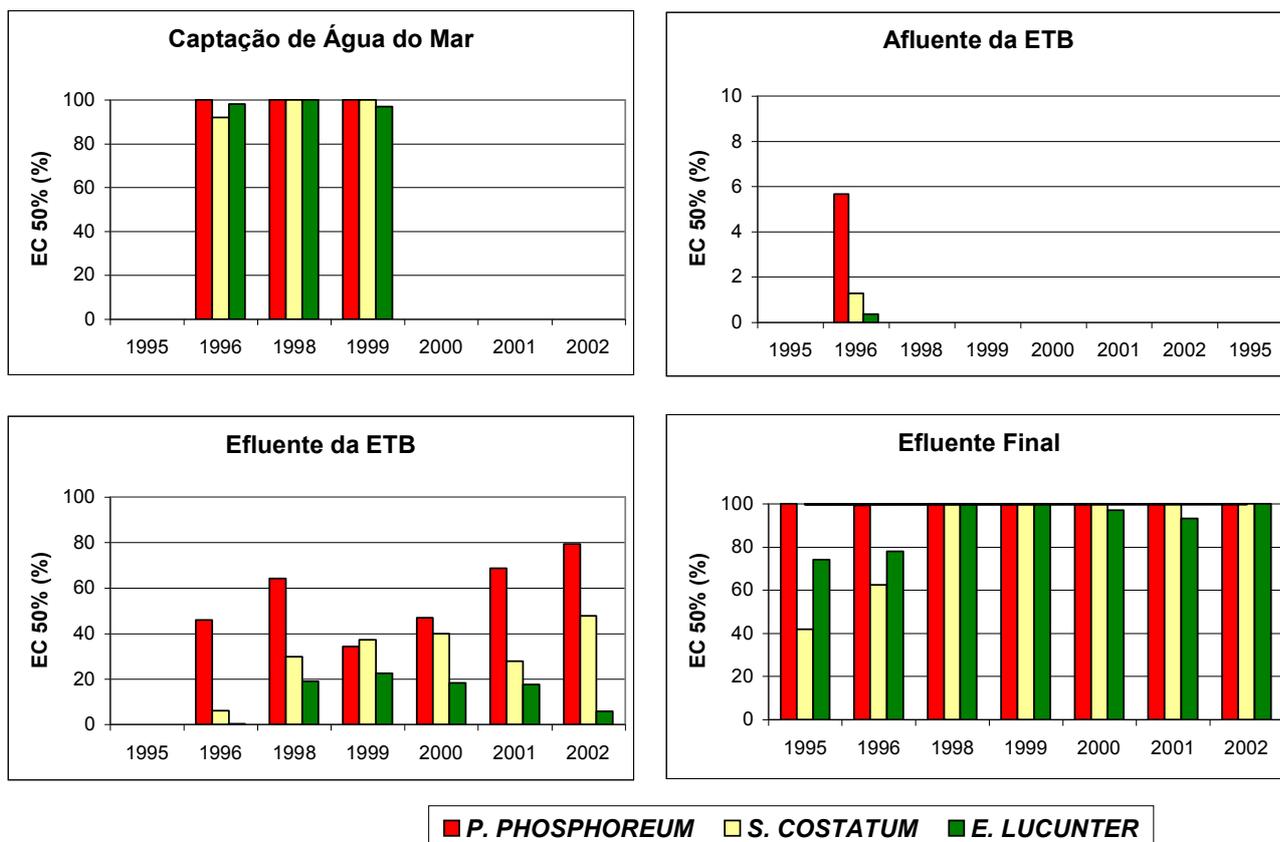


Figura 2.2.5-1: Resultados dos valores de CE 50 para *Photobacterium phosphoreum*, *Skeletonema costatum* e *Echinometra lucunter* (valores médios da caracterização anual de 1995, 1996, 1998 1999, 2000, 2001 e 2002)

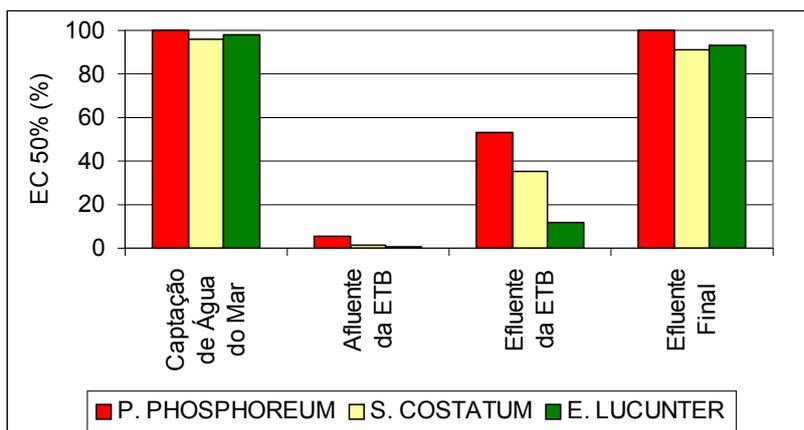


Figura 2.2.5-2: Resultados Médios de EC 50% para os organismos *Vibrio fischeri* (*Photobacterium phosphoreum*), *Skeletonema costatum* e *Echinometra lucunter* (Dez/95 a Jun/02).