

## AVALIAÇÃO DA CONTAMINAÇÃO POR MERCÚRIO NOS SEDIMENTOS DO ESTUÁRIO DE SANTOS-SP, BRASIL.

Valéria Pinho Gomes\*, Cauane Amaral\*, Luiz Carlos Gonçalves N. Júnior\*, Augusto César\*\*, Denis M. S. Abessa\*\*\*

*\*Acadêmicos da Faculdade de Ciências e de Tecnologia da Universidade Santa Cecília, \*\* Professores orientadores da Universidade Santa Cecília, \*\*\* Professor do Curso de Ciências Biológicas na Universidade Estadual Paulista, Campos experimental do Litoral Paulista, São Vicente.*

**RESUMO.** A maior parte dos resíduos lançados em zonas costeiras e estuarinas depositam-se nos sedimentos, que pode gerar uma fonte de contaminação para todo o ecossistema, pois atinge a cadeia alimentar aquática. Este trabalho baseou-se na literatura a respeito da contaminação por mercúrio nos sedimentos do Sistema Estuarino de Santos/SP e visa contribuir para o conhecimento e o gerenciamento da região. Os dados analisados mostram que o mercúrio está distribuído por todo o Estuário de Santos, afetando inclusive a Baía de Santos. A Bacia do Rio Cubatão e o Canal de Piaçaguera apresentam ao longo dos anos as áreas mais afetadas pela contaminação, em relação ao Estuário de São Vicente a CETESB aconselha a realização de mais estudos para confirmar suas fontes poluidoras.

**Palavras-chave.** Sedimentos; mercúrio; Estuário de Santos

### Introdução

A poluição dos sedimentos está ligada com a poluição das águas e têm origem nos efluentes domésticos e industriais, despejos urbanos e agrícolas. A situação é mais crítica nas regiões em que existem atividades portuárias com depósito de resíduos industriais e urbanos<sup>1</sup>.

O Sistema Estuarino de Santos, localizado na Região Metropolitana da Baixada Santista/SP, é um dos exemplos de degradação ambiental, pois vêm sendo impactado por diversas atividades antrópicas derivadas do volume de tráfego marítimo (Porto de Santos), da taxa de urbanização e da presença do maior parque industrial do país, situado na cidade de Cubatão.

Um dos aspectos críticos da introdução de substâncias químicas em sistemas aquáticos é a sua bioacumulação na cadeia alimentar, principalmente, no que se refere à contaminação por metais<sup>2</sup>. Os processos de dragagens e alterações ambientais podem disponibilizar os contaminantes presentes no sedimento tanto para a coluna d'água como para a comunidade bentônica.

O mercúrio é o mais volátil e tóxico dos metais, suas formas organometálicas como o metilmercúrio, atravessam as membranas celulares dos organismos por transporte passivo, inibindo a síntese protéica<sup>3</sup>. Além de ser o único metal que reconhecidamente causou óbitos em humanos em razão de contaminação, particularmente, a via de ingestão de organismos aquáticos

contaminados<sup>4</sup>, o que gera um risco à saúde da população, principalmente para comunidade ribeirinha.

O objetivo deste estudo é avaliar, na literatura existente, a contaminação por mercúrio dos sedimentos no Sistema Estuarino de Santos/SP, indicar as áreas mais críticas e contribuir para o conhecimento e gerenciamento da região.

### Desenvolvimento

O trabalho baseou-se na literatura sobre a contaminação por mercúrio nos sedimentos do Sistema Estuarino de Santos, publicada até o ano de 2008.

No período de janeiro a setembro de 2009, foi realizada uma busca por trabalhos em periódicos e nas bibliotecas das universidades USP, UNESP, UNISANTA e na CETESB, também utilizamos a ferramenta virtual "Google Acadêmico" (<http://scholar.google.com>). Para facilitar a compreensão, os dados obtidos foram organizados por setores: Canal do Rio Piaçaguera, Bacia do Rio Cubatão, Estuário de Santos, Estuário de São Vicente e Baía de Santos.

### Resultados e Discussões

Para avaliar os dados encontrados (tabela 1) foram considerados parâmetros de avaliação da qualidade do sedimento estabelecido pela Legislação Canadense e adotado pela CETESB, que define dois limites: TEL ("Threshold Effect Level") indica o nível abaixo do qual não ocorre efeito adverso à comunidade biológica; e o PEL ("Probable Effect Level") que é o nível acima do qual é provável a ocorrência de efeitos adversos à comunidade biológica (Hortellani et al., 2008). O CONAMA na resolução 344/04 adota o mesmo critério para água doce e outro critério estabelecido pelos Estados Unidos para águas salobras e salinas, porém no caso do mercúrio os dois critérios definem limites aproximados.

Foi observado que o mercúrio está distribuído por todo o Sistema Estuarino, atingindo inclusive a Baía de Santos, considerada pela CETESB como ambiente marinho, provavelmente esta situação é derivada do material oriundo da dragagem no canal do Porto de Santos.

A Bacia do Rio Cubatão e o Canal de Piaçaguera aparecem no espaço temporal como as áreas de maior concentração de mercúrio nos sedimentos, ultrapassando o limite máximo estabelecido (PEL), estes locais são receptores diretos dos efluentes industriais e a atividade das marés influencia na dispersão dos poluentes ao longo do Estuário de Santos e São Vicente.

**Tabela 1.** Concentração de Hg ( $\mu\text{g/g}$ ) nos sedimentos do Sistema Estuarino de Santos a partir da década de 70.

Setores	Resultados de concentração de Hg em $\mu\text{g/g}$		Autores
	Mínima	Máxima	
Bacia do Rio Cubatão	1,4	8,2	Tommasi, 1979 <sup>5</sup>
	< 0,04	0,12	CETESB, 1988 <sup>6</sup>
	0,04	2,14	CETESB, 1989 <sup>7</sup>
	< 0,04	0,2	Prósperi et al.,
Canal Piaçaguera	0,52	1,96	Tommasi, 1979 <sup>5</sup>
	0,06	0,1	CETESB, 1988 <sup>6</sup>
	0,08	6,65	CETESB, 1989 <sup>7</sup>
	0,1	6,77	Luiz-Silva et al.,
	0,47	1,63	Luiz-Silva et al.,

	0,5	0,92	Abessa et al.,
	NA	0,223	Siqueira et al.,
	NA	0,814	Siqueira et al.,
Estuário de Santos	0,13	1,4	Tommasi, 1979 <sup>5</sup>
	0,1	1,79	CETESB, 1981 <sup>13</sup>
	NA	0,08	CETESB, 1988 <sup>6</sup>
	< 0,04	1,89	CETESB, 1989 <sup>7</sup>
	0,11	0,74	Abessa et al.,
	0,0074	0,85	CETESB, 2001 <sup>14</sup>
	0,119	0,441	Siqueira et al.,
	NA	1,36	CETESB, 2005 <sup>15</sup>
	<0,10	0,6	CETESB, 2006 <sup>16</sup>
	<0,1	0,49	CETESB, 2007 <sup>17</sup>
Estuário de São Vicente	0,03	0,11	Tommasi, 1979 <sup>5</sup>
	< 0,02	1,11	CETESB, 1981 <sup>13</sup>
	< 0,03	0,31	Abessa, et al.,
	0,005	1,0	Siqueira et al.,
	0,008	0,97	CETESB, 2001 <sup>14</sup>
	0,514	1,0	Siqueira et al.,
Baía de Santos	0	0,31	Tommasi, 1979 <sup>5</sup>
	< 0,02	18	CETESB, 1981 <sup>13</sup>
	< 0,03	0,19	Abessa, et al.,
	0,05	0,504	Siqueira et al.,
	< 0,05	0,14	CETESB, 2001 <sup>14</sup>
	NA	0,504	Siqueira et al.,
<b>TEL - 0,17 µg/g (para água doce) e 0,13 µg/g ( para águas</b>			
<b>PEL - 0,48 µg/g (para água doce) e 0,70 µg/g ( para águas</b>			
<b>NA - Não Analisado.</b>			

Os resultados encontrados para as áreas adjacentes ao Emissário Submarino de Santos (Baía de Santos) indicam que o mesmo é uma fonte poluidora e contribui para a introdução do mercúrio no ecossistema aquático da região.

O Estuário de São Vicente é um local de preocupação dos órgãos ambientais, a CETESB recomenda uma avaliação mais detalhada do local para se localizar as fontes poluidoras.

### Conclusões

Pelos dados obtidos, conclui-se que desde a década de 70 a distribuição do mercúrio no sedimento de fundo do Sistema Estuarino de Santos, parece ser influenciada pelos efluentes locais e pela circulação de água no sistema. Como consequência há uma acumulação desse metal que causa graves danos à biota aquática e as comunidades adjacentes. Os resultados observados neste trabalho, podem contribuir para alertar como é importante os cuidados a serem tomados na área de segurança química do pólo industrial de Cubatão, das atividades portuárias, das dragagens do canal do porto, dos efluentes domésticos e lixões, assim reduzindo o impacto ambiental e os riscos à saúde pública.

### Referências Bibliográficas

HORTELLANI, M. A.; SARKIS, J. E. S.; ABESSA, D. M. S.; SOUZA, E. C. P. M. *Avaliação da contaminação por elementos metálicos dos sedimentos do estuário Santos – São Vicente. Química Nova*, vol. 31, n. 1: 10-19, **2006**.

VIRGA, R. H. P.; GERALDO, L. P. *Investigação dos teores de metais pesados em espécies de siris azuis do gênero Callinectes sp. .Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 28 n.4: p. 943-948, **2008**.

LAVRADO, J. P. M. F.; *Distribuição e reactividade de mercúrio em sedimentos do Estuário de Tejo. Lisboa*, **2003**. (Relatório de estágio profissionalizante da licenciatura em Química Tecnológica.

LACERDA, L. D. de; *Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos: Uma análise das áreas críticas. Estud. Av. São Paulo*, vol. 22, n 63, **2008**.

TOMMASI, L.R. *Considerações ecológicas sobre o sistema estuarino de Santos (SP)*. Tese de Livre-Docência. USP, Inst. Oceanográfico. 2V. 489p. **1979**.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. *Avaliação Preliminar da Contaminação por Metais Pesados na Água, Sedimento e Organismos Aquáticos do Rio Cubatão*. São Paulo, **1989**. 28p. mais anexos(Relatório Técnico).

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. *Contaminantes na Bacia do Rio Cubatão e Seus Reflexos na Biota Aquática*. São Paulo, **1990**. 81p. (Relatório Técnico).

PRÓSPERI, V.; EYSINK, G.G.J.; SAITO, L.M. *Avaliação do grau de contaminação do sedimento ao longo do canal de navegação do porto de Santos*. Relatório Técnico CETESB.São Paulo. 33p. mais anexos. **1998**.

SILVA, W. L.; MATOS, R. H. R.; KRISTOSCH, G. C. *Geoquímica e índice de geoacumulação de mercúrio em sedimentos de superfície do estuário de Santos – Cubatão (SP)*. *Química Nova*, São Paulo. vol. 25, n. 5: p 753-756, **2002**.

ABESSA, D.M.S.; CARR, R.S.; SOUZA, E.C.P.M.; RACHID, B.R.S.; ZARONI, L.P.; GASPARRO, M.R.; PINTO, Y.A.; BÍCEGO, M.C.; HORTELLANI, M.A.; SARKIS, J.E.S.; MUNIZ, P. *Integrative ecotoxicological assessment of contaminated sediments in a Complex Tropical Estuarine System*. São Paulo, **2008**. 36p.

SIQUEIRA, G. W.; BRAGA, E. de S.; PEREIRA, S.F.P.; SILVA, E. da; *Distribuição do mercúrio em sedimentos de fundo no Estuário de Santos-SP/Brasil*. *Geociências*, Minas Gerais. Vol 58, n.4: p 309-316, **2005**.

SIQUEIRA, G. W.; LIMA, W. N. de; MENDES, A. S.; APRILE, F. M.; BRAGA, E. de S. & Mahiques, M. M. de. *Evolução do impacto ambiental causado por Matéria Orgânica, Mercúrio e Arsênio nos sedimentos de fundo do Sistema Estuarino de Santos*. *Geochim Brasil.*, vol.18, n 1: p 54-63, **2004**.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. *Metais Pesados na Baía de Santos e Estuário de Santos e São Vicente*. São Paulo, **1981**. 231p. (Relatório Técnico).

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. *Sistema estuarino de Santos e São Vicente*. São Paulo, v. 1-2, **2001**. 178p. (Relatório Técnico).

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. *Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo: Balneabilidade das Praias* **2005**.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. *Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo: Balneabilidade das Praias 2006*. São Paulo, **2007**. 341p.

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo. *Relatório de Qualidade das Águas Litorâneas no Estado de São Paulo 2007*. São Paulo, **2008**. 294p.

CONAMA- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n. 344/04, <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/reso344.doc>, acesso em Marco **2009**.