

# **CONTAMINAÇÃO POR MERCÚRIO NO ESTADO DE SÃO PAULO**

**CETESB**

**COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO**

**GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO  
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE**

# **GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO**

Governador Geraldo Alckmin

## **SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE**

Secretário em exercício Rubens Naman Rizek Júnior

### **CETESB – Companhia Ambiental do Estado do São Paulo**

**Diretor Presidente** Otávio Okano

**Diretor de Gestão Corporativa** Sérgio Meirelles Carvalho

**Diretor de Engenharia e Qualidade Ambiental** Carlos Roberto dos Santos

**Diretor de Controle e Licenciamento Ambiental** Aruntho Savastano Neto

**Diretora de Avaliação de Impacto Ambiental** Ana Cristina Pasini da Costa

*Maria Helena Roquetti*

*Simone Harue Kimura Takeda*

*Anali Espindola Machado de Campos*

*Rúbia Kuno*

*Deborah Arnsdorff Roubicek*

## **CONTAMINAÇÃO POR MERCÚRIO NO ESTADO DE SÃO PAULO**

**CETESB**

**Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**

**São Paulo**

**2014**

Contaminação por mercúrio no estado de São Paulo

Copyright © 2014 CETESB.

Qualquer parte desse documento pode ser reproduzida, desde que citada a fonte.

Disponível também em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>

Formato em pdf - 912 KB

Equipe Técnica CETESB

Divisão de Toxicologia Humana e Saúde Ambiental

*Rúbia Kuno*

*Anali Espindola Machado de Campos*

Setor de Toxicologia e Genotoxicidade

*Deborah Arnsdorff Roubicek*

*Maria Helena Roquetti*

*Simone Harue Kimura Takeda*

Impressão e Distribuição: CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 – Alto de Pinheiros

Tel.: 3133-3000 – Cep: 05459-900 – São Paulo - SP

#### **Dados Internacionais de Catalogação**

**(CETESB – Biblioteca, SP, Brasil)**

C418c            CETESB (São Paulo)  
                    Contaminação por mercúrio no estado de São Paulo [recurso eletrônico] / CETESB ; Equipe técnica Maria Helena Roquetti... [et al.]. - - São Paulo : CETESB, 2014.  
                    1 arquivo de texto (39 p.) : il. color., PDF ; 912 KB

                    Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/publicações-e-Relatórios/1-Publicações/-Relatórios>>.  
                    ISBN 978-85-61405-75-5

                    1. Mercúrio 2. Saúde ocupacional 3. Saúde pública 4. São Paulo (Est.) 5. Toxicologia ambiental I. Roquetti, Maria Helena II. Takeda, Simone Haure Kimura III. Campos, Anali Espíndola Machado de. IV. Título.

CDD (21.ed. esp.)        571.954 663 816 1  
CDU (2.ed. port.)    504.5:546.49 (815.6)

Catalogação na fonte: Margot Terada CRB 8.4422

## RESUMO

O mercúrio é um dos metais mais estudados e sua ocorrência no ambiente é motivo de grande preocupação. Esse fato está ligado aos efeitos tóxicos desse metal já descritos na literatura médica e toxicológica. A preocupação ambiental decorre de suas características como persistência e capacidade de se bioacumular na cadeia trófica, representando um risco para a saúde da população. Diante desta ameaça, a 5ª Reunião do PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) em janeiro de 2013 em Genebra, na Suíça, aprovou a Convenção de Minamata que tem o objetivo de proteger a saúde humana e o meio ambiente de emissões e liberações antropogênicas de mercúrio e seus compostos. O objetivo do presente estudo foi fazer um levantamento sobre a ocorrência do mercúrio no estado de São Paulo, com vistas a subsidiar o início das discussões das futuras medidas regulatórias de controle do uso do metal, e assim, cumprir com as obrigações emanadas pela Convenção de Minamata. O levantamento bibliográfico foi feito em várias bases de dados e no acervo da biblioteca da CETESB utilizando a palavra mercúrio. São apresentados resultados de estudos de exposição ambiental e ocupacional humana e da contaminação ambiental (organismos aquáticos, água, ar, sedimento e solo).

Palavras-chaves: Mercúrio. Contaminação ambiental.



## LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1.1	Concentração de mercúrio total em sangue e cabelo da população residente em cinco regiões do estuário de Santos e São Vicente	18
TABELA 4.1.1	Concentrações de mercúrio (ng/g) para cada compartimento abiótico/biótico nas duas áreas de manguezal (Bertioga e Cubatão, SP) – abril/2011	22
TABELA 4.1.2	Concentração de mercúrio total e metilmercúrio em amostras de peixes capturados na represa Billings – junho/2009 a maio/2010	23
TABELA 4.1.3	Concentrações de mercúrio nas espécies de peixes consumidas no reservatório Billings – junho/2009 a maio/2010	24





## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1	Importação brasileira de mercúrio metálico (kg), segundo país de origem – De janeiro a abril de 2013	15
FIGURA 1.2	Importação paulista de mercúrio metálico (kg) – 1997 a 2012	16



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA	Agencia Nacional de Vigilância Sanitária
BA	Barragem
BG	Ilha Biguá
BO	Bororé
COSIPA	Companhia Siderúrgica Paulista
EP	Erro Padrão
IBAMA	Instituto Brasileiro de Meio Ambiente
MDIC	Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio
MGT	Mercúrio Gasoso Total
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MPT	Mercúrio Particulado Total
PE	Pedreira
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
RG	Riacho Grande
RO	Rio dos Porcos
SBC	São Bernardo do Campo
SP	São Paulo
UNICAMP	Universidade Estadual de Campinas



## LISTA DE SÍMBOLOS

Hg	mercúrio
kg	quilograma
µg	micrograma
Hg/g	mercúrio por grama
µg/g	micrograma por grama
Hg/L	mercúrio por litro
µg/L	micrograma por litro
mg/kg	miligrama por quilograma
ng	nanograma
ng/g	nanograma por grama
mg/m <sup>3</sup>	miligrama por metro cúbico
Hg/kg	mercúrio por quilograma
mg	miligrama
µg/kg	micrograma por quilograma
MeHg	metilmercúrio
$\bar{x}$	média
Hg/mês	mercúrio por mês
pg/m <sup>3</sup>	picograma por metro cúbico
ng/m <sup>3</sup>	nanograma por metro cúbico
µm	Micrômetro
ppb	parte por bilhão
ppm	parte por milhão



# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>ESTUDOS REALIZADOS NO ESTADO DE SÃO PAULO</b>	<b>17</b>
<b>2. 1</b>	<b>Exposição humana ao mercúrio</b>	<b>17</b>
<b>2. 1. 1</b>	<i>Crianças</i>	<b>17</b>
<b>2. 1. 2</b>	<i>Adultos</i>	<b>18</b>
<b>2. 1. 3</b>	<i>Crianças e adultos</i>	<b>19</b>
<b>3</b>	<b>EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO MERCÚRIO</b>	<b>19</b>
<b>4</b>	<b>CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL AO MERCÚRIO</b>	<b>20</b>
<b>4. 1</b>	<b>Organismos aquáticos</b>	<b>20</b>
<b>4. 2</b>	<b>Ar</b>	<b>25</b>
<b>4. 3</b>	<b>Água</b>	<b>26</b>
<b>4. 4</b>	<b>Sedimento e solo</b>	<b>27</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>29</b>
	<b>APÊNDICE A – REFERÊNCIAS CETESB</b>	<b>37</b>

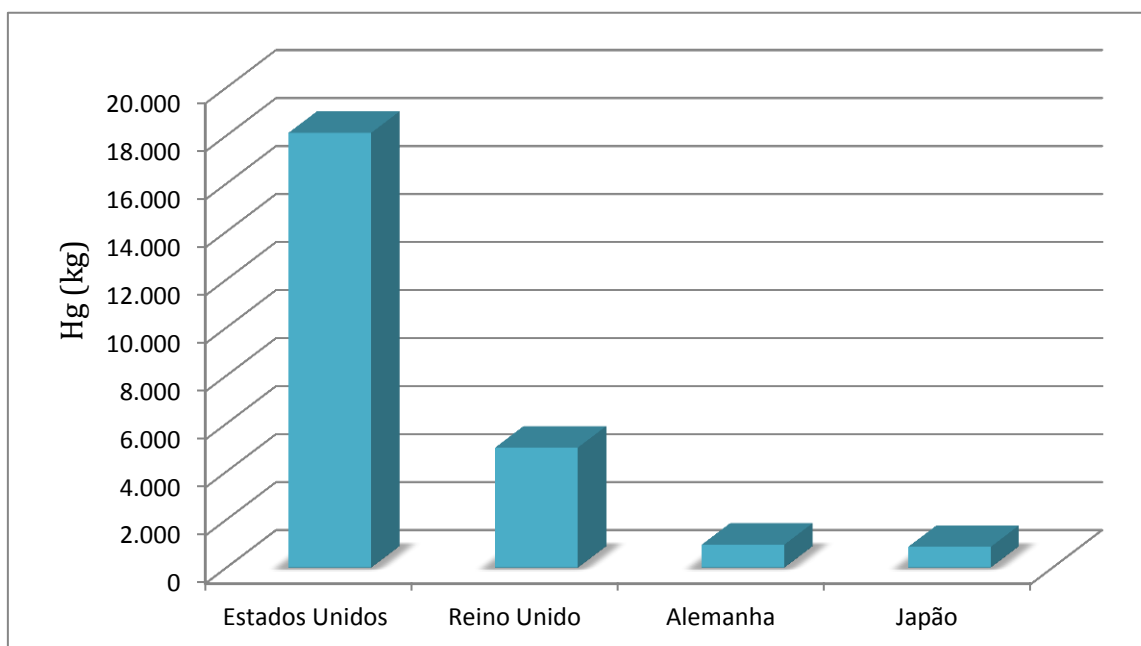




## 1 INTRODUÇÃO

O mercúrio metálico (Hg) comercializado no Brasil é importado ou oriundo da reciclagem. Dados do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio (BRASIL. MDIC, 2013) apontam que entre janeiro e abril de 2013 foram importados 24.939 kg de mercúrio metálico, dos quais 18.113 kg foram procedentes dos Estados Unidos, 5.003 kg do Reino Unido, 960 kg da Alemanha e 863 kg do Japão (Figura 1.1).

**Figura 1.1 - Importação brasileira de mercúrio metálico (kg), segundo país de origem – De janeiro a abril de 2013**

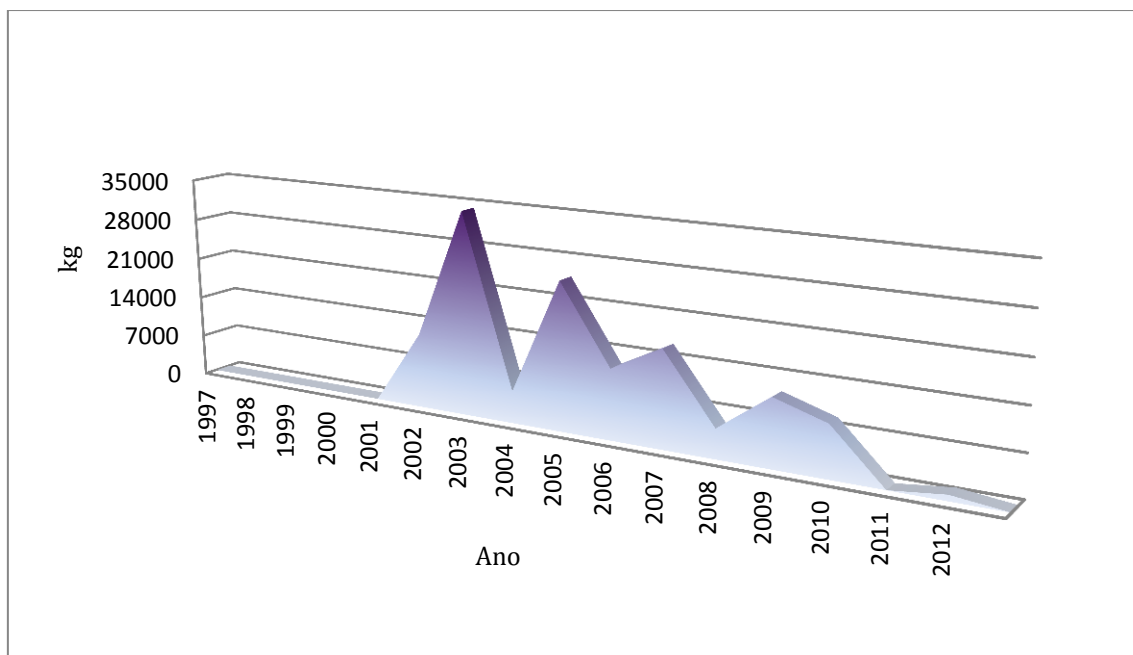


Fonte: BRASIL. MDIC (2013)

O mercúrio metálico destina-se a produção de cloro-soda, fabricação de lâmpadas, instrumentos não-eletrônicos e utensílios para uso médico, cirúrgico, odontológico e de laboratórios, amalgamação de ouro e para fins religiosos (IBAMA, [2012?]). O mercúrio metálico subproduto da descontaminação de lâmpadas é usado na fabricação de novas lâmpadas ou de termômetro, manômetros, etc. (AVANT, c2013). Dentre os equipamentos contendo mercúrio, utilizados nos Serviços de Saúde do Brasil, 55% são termômetros, 35% esfignomanômetros e 10% produtos químicos de laboratórios (BRASIL. MMA, 2010).

A maior quantidade de mercúrio metálico importada pelo Estado de São Paulo, entre 2002 e 2012, ocorreu em 2003 com 34.171 kg de Hg. De janeiro a fevereiro de 2013 o estado importou 960 kg de mercúrio metálico (Figura 1.2).

**Figura 1.2 - Importação paulista de mercúrio metálico (kg) – 1997 a 2012**



Fonte: BRASIL. MDIC (2013)

A contaminação por mercúrio no Brasil mostra duas diferentes fontes deslocadas temporal e geograficamente. A primeira foi originada na indústria de cloro-soda, responsável pela principal importação de mercúrio para o país e pelas principais emissões para o meio ambiente até a década de 80. Essas emissões localizavam-se particularmente na região sul-sudeste. A partir da década de 80, o garimpo de ouro, localizado principalmente na Amazônia, tornou-se o principal comprador de mercúrio no Brasil e o responsável pela maior emissão deste poluente para o meio ambiente (LACERDA, 1997).

O consumo industrial de mercúrio no Brasil caiu substancialmente a partir de 1980 em razão de uma legislação de controle mais eficiente, que resultou no banimento do uso de mercúrio em determinados setores (*e.g.* como defensivo agrícola), na substituição de tecnologias (*e.g.* células de mercúrio na indústria de cloro-soda) e no controle mais eficiente de efluentes industriais (LACERDA, 1997).

O mercúrio e seus compostos são altamente tóxicos para o homem e ecossistemas. Inicialmente considerado um problema agudo e local, a poluição por mercúrio é atualmente entendida como global, difusa e crônica. Doses elevadas podem ser fatais para o ser humano, mas mesmo doses relativamente baixas podem ter efeitos adversos no desenvolvimento neurológico, no sistema cardiovascular, imunológico e reprodutivo (FARIAS et al., 2008).

Desde a década de 70 a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo avalia a contaminação do ambiente por mercúrio e, a partir de 1980, seus efeitos na saúde humana.

## 2 ESTUDOS REALIZADOS NO ESTADO DE SÃO PAULO

Vários estudos mostram que as atividades humanas vêm modificando o ciclo natural do mercúrio, e esses estudos confirmam a alta toxicidade do mercúrio para plantas e animais e sua habilidade para bioacumular na cadeia aquática e terrestre (TOMAZELLI, 2003). Um resumo dos estudos realizados no Estado de São Paulo, segundo pesquisa feita em várias bases de dados com a palavra “mercúrio”, segue abaixo.

### 2.1 Exposição humana ao mercúrio

A população geral pode ser exposta ao mercúrio principalmente através do consumo de peixes e frutos do mar contaminados com metilmercúrio e da inalação de mercúrio metálico que volatiliza de amálgama odontológica (CDC, 2009). A exposição ao mercúrio metálico também pode ocorrer quando termômetros e outros equipamentos contendo mercúrio quebram ou quando o mercúrio é levado para casa (especialmente por crianças) de escolas, áreas industriais abandonadas e outros locais que armazenam o metal (FRIIS, 2012).

#### 2.1.1 Crianças

O feto e crianças pequenas são muito suscetíveis aos efeitos tóxicos do mercúrio (WHO, 2012). Estudos de avaliação de níveis de mercúrio em sangue e cabelo de crianças estão descritos abaixo:

- a) Avaliação do mercúrio em cabelo de crianças de até 10 anos, residentes em seis bairros situados às margens dos principais rios do município de Cubatão, detectou teores entre 0,2 e 3,0  $\mu\text{g}$  de Hg/g, com concentração média de  $0,82 \pm 0,48\mu\text{g/g}$  (SANTOS FILHO et al., 1993a);
- b) Avaliação do mercúrio em sangue de crianças de 1 a 10 anos, residentes em seis bairros situados às margens dos principais rios do município de Cubatão, detectou concentração média de  $9,1 \pm 6,4 \mu\text{g}$  de Hg/L. Crianças consumidoras de organismos aquáticos de origem exclusivamente dos rios de Cubatão apresentaram teores médios de mercúrio (média =  $14,7 \pm 7,1 \mu\text{g/L}$ ) significativamente maiores ( $p < 0,04$ ) em comparação às crianças não consumidoras de organismos aquáticos de qualquer origem (média =  $10,0 \pm 6,5 \mu\text{g/L}$ ) (SANTOS FILHO et al., 1993b);
- c) Avaliação de 272 crianças de 4 e 5 anos, moradoras de Cubatão em 1983, detectou teores entre 0,3 e 9,9  $\mu\text{g}$  de Hg por 100 g de sangue (QUEIROZ et al., 1984);
- d) Contaminação de 10 adolescentes (entre 13 e 17 anos) no município de Mairinque por vazamento de um reator elétrico desativado na subestação de linha de transmissão da FerroBan. Algumas crianças apresentaram alergia após manusear o produto (AZEVEDO; NASCIMENTO; CHASIN, 2003);
- e) Estudo dos níveis de mercúrio total em cabelo de crianças entre 4 e 12 anos, estudantes de três escolas públicas do município de Cananéia, SP, obteve mediana de

0,04 mg/kg (0,01-0,77mg/kg); 0,39 mg/kg (< 0,01-3,33 mg/kg) e 0,39 mg/kg (< 0,01-2,81 mg/kg) (FARIAS et al., 2008);

f) Vazamento de 5 mL de mercúrio metálico de um pequeno vidro, colocado no bolso da calça, causou eritema, edema e vesículas em um rapaz de 18 anos. A dosagem de Hg na urina 36 horas após o início do contato foi de 5,9 µg/L, e no sétimo dia de 19,6 µg/L, indicando absorção através da pele inflamada (DE CAPITANI et al., 2009).

### 2.1.2 Adultos

Todos os seres humanos estão expostos a algum nível de mercúrio. A maioria das pessoas está exposta a baixos níveis de mercúrio por exposição crônica. No entanto, alguns grupos da população como pescadores de subsistência podem ser expostos regularmente a altas concentrações de metilmercúrio (WHO, 2012).

a) Avaliação de grupos populacionais moradores de 13 municípios localizados ao longo da bacia dos rios Moji-Guaçu e Pardo, entre 1986 e 1987, detectou concentração média de 6,40 ng de Hg/g de sangue, com valores entre 3 ng e 21,3 ng/g (CAMPOS; VARIN; MALUF, 1989);

b) Os resultados de mercúrio total em sangue e cabelo na população residente no estuário de Santos e São Vicente são apresentados na Tabela 2.1.1;

Tabela 2.1.1 – Concentração de mercúrio total em sangue e cabelo da população residente em cinco regiões do estuário de Santos e São Vicente

Pontos amostrais	Sangue		Cabelo	
	N	Média ± SD (µg/dL)	N	Média ± SD (ppb)
Pilões – Água Fria	43	5,49±4,96	11	581,14±784,40
Cubatão - Centro	44	4,88±3,85	13	283,70±175,69
São Vicente - Continental	53	4,59±3,52	39	425,48±528,05
Guarujá – Vicente de Carvalho	60	5,09±4,17	30	311,42±177,06
Bertioga	39	5,31±5,16	27	507,51±316,98

Fonte: BRAGA; PEREIRA; GERALDO (2009)

c) Estudo para derivação de valores de referência de mercúrio, limite superior do intervalo de confiança do percentil 95, para a população adulta da Região Metropolitana de São Paulo, em 2006, obteve 4 µg/L para homens e mulheres de 18 a 39 anos. Para adultos entre 40 a 65 anos o valor foi de 5 µg/L para homens e de 6 µg/L para mulheres. A variável que mais contribuiu para os níveis de Hg foi o consumo de peixe. O consumo diário ou mais que uma vez por semana foi associado a um aumento de 107% de mercúrio em sangue em relação à categoria que não consome peixe. Possuir restauração de amálgama aumentou 24% os níveis de mercúrio, e ter entre 40

e 65 anos aumentou 19% em relação à faixa de 18 a 39 anos. Níveis de escolaridade mais baixos estiveram associados a concentrações menores de mercúrio (KUNO et al., 2013).

### **2.1.3 Crianças e adultos**

Surto de intoxicação por mercúrio metálico no Município de Rosana em junho de 2011 causado por frascos contendo o metal, encontrados no “bota fora” da cidade por duas crianças e levados para residências, escola, locais de trabalho e comércio. Foram identificados 130 casos suspeitos de exposição ao mercúrio metálico, sendo seis casos confirmados por exames laboratoriais como intoxicação aguda por mercúrio (LEITE et. al., 2013).

## **3 EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO MERCÚRIO**

A exposição a quantidades biologicamente significativas de mercúrio metálico pode ocorrer em ambientes ocupacionais, como fábricas de cloroálcalis, indústrias de lâmpadas elétricas e termômetros. Os trabalhadores estão expostos ao mercúrio metálico principalmente por inalação de seus vapores, e em menor extensão por contato cutâneo com o ar contaminado (WHO, 2003).

a) Foram investigados, em 1991, 71 trabalhadores de uma indústria de lâmpadas elétricas no Estado de São Paulo, do sexo masculino e de 20 a 65 anos, dos quais 61 estavam intoxicados. O tempo de exposição variou de 4 meses a 30 anos. Dentre os intoxicados foram detectadas alterações de coordenação motora em 57, neurológicas em 56, de memória em 51, no exame clínico em 47, psiquiátricas em 45 e da atenção concentrada em 37 (ZAVARIZ; GLINA, 1992);

b) Avaliação da intoxicação por mercúrio metálico em 91 trabalhadores de uma indústria de lâmpadas elétricas situada no bairro de Santo Amaro, município de São Paulo, em 1992, constatou que 77 trabalhadores (84,62%) apresentaram quadro de intoxicação crônica. Entre os intoxicados detectou-se que 76 trabalhadores (98,70%) tiveram alterações nos testes neuropsicológicos, 69 (75,82%) alterações neurológicas, 62 (68,13%) alterações no exame clínico e 59 (63,96%) alterações psiquiátricas (ZAVARIZ; GLINA, 1993);

c) Estudo da exposição ocupacional ao mercúrio metálico realizado entre novembro de 1994 e abril de 1995, no módulo odontológico de uma unidade básica de saúde, localizada na cidade de São Paulo, encontrou sintomas ligados ao quadro neurológico (cefaléia, câibras, parestesia, tremor, tontura, fraqueza muscular, esquecimento e dificuldade de concentração) e ao quadro psíquico (irritabilidade, nervosismo, depressão e insônia) em 5 dentistas e 3 auxiliares de consultório dentário. As concentrações de vapor de mercúrio que impregnavam o revestimento ou tubulações de encanamentos variaram de 0,001 a 0,051 mg/m<sup>3</sup> de ar. As dosagens de mercúrio urinário variaram de 2,5 a 49 µg/L (GLINA; SATUT; ANDRADE, 1997);

d) Estudo com 26 trabalhadores de uma fábrica de lâmpadas, expostos ao mercúrio por 4 a 20 anos, detectou concentração média de mercúrio urinário de  $1,8 \pm 0,9 \mu\text{g/g}$  de creatinina um ano após o término da exposição (ZACHI et al., 2007);

e) Estudo transversal com trabalhadores de uma indústria que realiza a desmercurização de lâmpadas fluorescentes, expostos ao mercúrio metálico por contaminação ambiental na empresa, identificou alterações auditivas periféricas e centrais em trabalhadores expostos ao mercúrio por 1 ano e seis meses a 17 anos e nove meses (LIMA; COLON; SOUZA, 2009).

#### 4 CONTAMINAÇÃO AMBIENTAL POR MERCÚRIO

Uma vez liberado no ambiente, o mercúrio pode ser transportado a longas distâncias, é persistente e circula entre ar água, sedimento, solo e organismos vivos (UNEP, 2013).

##### 4.1 Organismos aquáticos

No ambiente aquático, o mercúrio pode ser "metilado" por microrganismos e transformado em metilmercúrio (MeHg), o qual pode ser bioconcentrado em animais e acumular-se na cadeia alimentar (CDC, 2009).

a) Análise de peixes de seis regiões do Litoral de São Paulo, em julho e agosto de 1975, detectou valores, em base úmida, de 0,008 a 0,128  $\mu\text{g/g}$  nos exemplares capturados no norte de Bertioga; de 0,016 a 0,140  $\mu\text{g/g}$  na região de Iguape/Cananéia; de 0,018 a 0,795  $\mu\text{g/g}$  no Estuário e Baía de Santos e de 0,020 a 0,108  $\mu\text{g/g}$  em Itanhaém/Peruíbe. Os valores de Hg em siris foram de 0,092 a 0,55  $\mu\text{g/g}$ , em ostras de 0,167  $\mu\text{g/g}$  e de 0,113  $\mu\text{g/g}$  em mariscos (SALVADOR FILHO, 1975);

b) Análise de peixes provenientes da captação da SABESP e da balsa do Riacho Grande, capturados em outubro de 1983, detectou teores de mercúrio de 0,02 a 1,42  $\mu\text{g/g}$  em vísceras e de 0,02 a 2,77  $\mu\text{g/g}$  na musculatura de *Hoplias malabaricus* (traíra). Na musculatura de *Tilapia rendalli* (tilápia) o teor foi de 0,71  $\mu\text{g/g}$  e de 0,68  $\mu\text{g/g}$  em vísceras de *Geophagus sp* (acará) (ROCHA; NAVAS-PEREIRA, PÁDUA, 1985);

c) Estudo na bacia dos rios Moji-Guaçu e Pardo, em 1988, obteve valores de 0,25 a 2,1  $\mu\text{g}$  de Hg/L nas águas do rio Pardo e de 0,3 a 2,8  $\mu\text{g/L}$  no rio Moji-Guaçu (EYSINK et al., 1988);

d) Avaliação da qualidade ambiental do rio Ribeira de Iguape, em 1990, detectou teores de mercúrio entre 0,02 e 0,76  $\mu\text{g/g}$  na musculatura de peixes e de <0,02 a 0,87  $\mu\text{g/g}$  em vísceras (EYSINK et al., 1990);

e) Teores de mercúrio total em espécies de cação-anjo, cação-azul, cambeva, caçoa, machote e anequim, comercializadas na cidade de São Paulo, variaram de 0,04 a 4,71 mg Hg/kg, com 54% dos resultados acima do limite de 1 mg Hg/kg para peixes predadores para consumo humano (MORALES-AIZPURUA et al., 1999);

f) Quantificação de mercúrio total em peixes de água-doce (mandi, saguiru, sardela, lambari, traíra, curimbatá e dourado), comercializados no Estado de São Paulo nos períodos de agosto a dezembro de 1998 e de abril a julho de 1999, obteve concentrações entre 0,01 e 0,39 mg Hg/kg. Os resultados estão abaixo do limite máximo de tolerância de 0,5 mg de Hg/kg para peixes não-predadores e de 1,0 mg de Hg/kg para espécies predadoras. Os teores de mercúrio nas espécies de hábito alimentar carnívoro (traíra e dourado) estiveram entre 0,26 e 0,39 mg Hg/kg (KITAHARA et al., 2000);

g) Análise da concentração de Hg total em peixes e bivalves coletados em seis bacias hidrográficas do Estado de São Paulo (Alto Paranapanema, Peixe, Aguapeí, São José dos Dourados, Moji-Guaçu e Piracicaba), em 2001, observou as maiores concentrações no bivalve *A. crispatus* ( $0,31 \pm 0,07$  µg/g peso seco) na bacia do São José dos Dourados. O valor máximo de Hg em peso seco determinado nos bivalves foi 0,4 µg/g e a concentração média em peso úmido de 0,039 µg/g. A concentração média de Hg total/peso úmido em peixes carnívoros coletados no Reservatório de Jurumirim (Alto Paranapanema) foi de 1,142 µg/g; 0,282 µg/g nos peixes da bacia do rio São José dos Dourados; 0,281 µg/g nos peixes da bacia do rio Moji-Guaçu; 0,281 µg/g nos peixes da bacia do rio Aguapeí; 0,210 µg/g nos peixes da bacia do rio do Peixe; 0,147 µg/g nos peixes da bacia do rio Piracicaba e 0,106 µg/g nos peixes do Reservatório Salto Grande. O estudo conclui que os peixes coletados no Reservatório de Jurumirim estavam contaminados com Hg (TOMAZELLI, 2003);

h) Análise de duas espécies de peixes carnívoros, *Hoplias malabaricus* (traíra) e *Serrasalmus spilopleura* (pirambeba), coletadas nas represas de Barra Bonita e Bariri, entre maio de 2001 e abril de 2002, detectou níveis médios de Hg abaixo de 0,5 mg/kg (MOURA, 2004). Níveis médios de mercúrio total em peixes de água doce, coletados em pesqueiros e pisciculturas de 39 regiões do Estado de São Paulo, no período de setembro de 2001 a maio de 2002, variaram de 0,0003-0,012 mg/kg para tambaqui, 0,063 mg/kg para carpa, 0,0003-0,074 mg/kg para matrinxã, 0,0003-0,078 mg/kg para pacu, 0,0003-0,183 mg/kg para piaçu e de 0,0003-0,217 mg/kg para tilápia. Os resultados mostraram que nenhuma das amostras procedentes das diferentes regiões e diferentes pesque-pague apresentou níveis de mercúrio total acima do permitido pela legislação brasileira de 0,5 mg de Hg/kg para espécies não-predadoras (MORGANO et al., 2005);

i) Estudo do teor de mercúrio em amostras de ostras do Canal de Bertioga (SP), coletadas em agosto de 2004 detectou 0,04 e 0,08 mg/kg (base úmida) em dois pontos de coleta, e em fevereiro de 2006, o nível de mercúrio em amostra composta desses mesmos pontos foi menor que 0,02 mg/kg (base úmida) (QUINÁGLIA, 2006);

j) Análise de 53 amostras de músculo dos peixes *Micropogonias furnieri* (corvina), *Macrodon ancylodon* (pescada), *Centropomus paralellus* (robalo peba) e *Mugil platanus* (tainha), adquiridos em peixarias da região de Cananéia, em 2007, obteve valores de mercúrio total em peso úmido de 114-442 µg/kg para corvina, 12-100 µg/kg

para pescada, 15-178 µg/kg para robalo e <10-25 µg/kg para tainha. Para o mercúrio total em peso seco, os teores foram: 516-2008 µg/kg para corvina, 56-456 µg/kg para pescada, 61-712 µg/kg para robalo e <10-98 µg/kg para tainha. O conteúdo de metilmercúrio (peso seco) variou de 227-1487 µg/kg para corvina, 37-42 µg/kg para pescada, 22-399 µg/kg para robalo e <10 µg/kg para tainha. A concentração de metilmercúrio (MeHg) em relação aos teores de Hg total corresponderam a 34-85% na corvina, 37-99% na pescada e 18-61% no robalo (CURCHO et al., 2009);

k) Estudo do teor de mercúrio em amostras de lambaris (*Astianax altiparanae*), capturados no Ribeirão Guamium (bacia do rio Piracicaba), em setembro de 2005 e fevereiro de 2006, detectou teores entre 0,18 e 1,90 mg/kg (DEGASPARI, 2010);

l) Os resultados das análises de água, sedimento, folhas de *R. mangle* e caranguejos machos coletados em duas áreas de manguezais da Bertioga e Cubatão em 2011 constam na tabela 4.1.1;

**TABELA 4.1.1 – Concentrações de mercúrio (ng/g) para cada compartimento abiótico/biótico nas duas áreas de manguezal (Bertioga e Cubatão, SP) – abril/2011**

Compartimento Abiótico/Biótico	Área	Mínima	Máxima	$\bar{x} \pm EP$	Mediana
Água	Bertioga	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,000
	Cubatão	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,000
Sedimento	Bertioga	82,030	153,200	120,70 ± 8,289	128,100
	Cubatão	124,700	199,200	166,10 ± 9,639	178,000
Folha Verde ( <i>R. mangle</i> )	Bertioga	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,000
	Cubatão	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,000
Folha Senescente ( <i>R. mangle</i> )	Bertioga	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,000
	Cubatão	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,000
Hepatopâncreas ( <i>U. cordatus</i> )	Bertioga	6,900	42,800	27,48 ± 4,026	30,450
	Cubatão*	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,000
Musculatura ( <i>U. cordatus</i> )	Bertioga	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,000
	Cubatão	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,000

Nota: EP: erro padrão da média; \* amostra coletada em agosto/2010

Fonte: SILVA (2011) (adaptado)

m) Análise de 21 amostras de atum (*Thunnus thynnus*), 20 de pargo (*Pagrus pagrus*), 20 de robalo (*Centropomus* sp.) e 21 de salmão (*Salmo salar*), adquiridos no CEAGESP, detectou valores de mercúrio total na faixa de 0,0077 a 0,9681 mg/kg (MORGANO et al., 2011);

n) Análise de mercúrio total em sangue de acará (*Geophagus brasiliensis*) capturados no Rio Grande detectou valores entre 0,25 e 30,30 µg/kg em estação chuvosa



(janeiro/março de 2009 e janeiro de 2010) e entre 0,25 a 66,40 µg/kg na estação seca (julho/agosto de 2009), sendo que as maiores concentrações foram encontradas em áreas com maior influência antrópica (FURLAN, 2011);

o) Análise de tilápia do nilo (*O. niloticus*) do lago do Parque Ibirapuera, em 3 pontos de coleta no inverno de 2011, detectou teores de mercúrio total de  $2,72 \pm 4,20$  µg/L,  $2,45 \pm 1,90$  µg/L e  $1,19 \pm 0,05$  µg/L para sangue e  $0,07 \pm 0,02$  µg/g,  $0,06 \pm 0,005$  µg/g; e  $0,16 \pm 0,07$  µg/g no hepatopâncreas. No verão de 2012, nos mesmos pontos de coleta, as concentrações de mercúrio total no sangue foram  $2,50 \pm 0,84$  µg/L,  $2,67 \pm 1,03$  µg/L e  $2,430 \pm 0,790$  µg/L e, no hepatopâncreas de  $0,08 \pm 0,03$  µg/L,  $0,16 \pm 0,10$  µg/L e  $0,09 \pm 0,03$  µg/L. Análise de tilápias do nilo do Parque Ecológico do Tietê, coletadas durante o inverno e verão, detectou concentrações de mercúrio total de  $0,08 \pm 0,01$  µg/g e  $0,10 \pm 0,0$  µg/g no hepatopâncreas e de  $3,59$  µg/L e  $2,00 \pm 1,00$  µg/L no sangue (CARRETERO, 2012);

p) Resultados de mercúrio total e metilmercúrio de cerca de 800 exemplares de *Geophagus brasiliensis* (acará), *Hoplias malabaricus* (traíra), *Tilapia rendalli* (tilápia) e *Astyanax ssp* (lambari), coletados em sete pontos da Represa Billings em 2009 e 2010 (OLIVEIRA, 2012) constam nas tabelas 4.1.2 e 4.1.3.

**TABELA 4.1.2 - Concentração de mercúrio total e metilmercúrio em amostras de peixes capturados na represa Billings – junho/2009 a maio/2010**

(Continua)

Pontos de coletas	Amostras	Concentração de Hg total (Amostras liofilizadas) (µg kg <sup>-1</sup> )	Concentração de MeHg (Amostras liofilizadas) (µg kg <sup>-1</sup> )	MeHg (%)
BA	Acará 1	288	268	93
BO	Acará 2	365	347	95
RP	Acará 3	438	403	92
SBC	Acará 4	294	270	92
BO	Lambari 1	395	359	91
RP	Lambari 2	240	225	94
SBC	Lambari 3	450	409	91
SBC	Lambari 4	429	399	93
BA	Tilápia 1	329	297	90
BO	Tilápia 2	315	299	95
SBC	Tilápia 3	610	586	96
SBC	Tilápia 4	264	243	92

**TABELA 4.1.2 - Concentração de mercúrio total e metilmercúrio em amostras de peixes capturados na represa Billings – junho/2009 a maio/2010**

Pontos de coletas	Amostras	(Conclusão)		
		Concentração de Hg total (Amostras liofilizadas) ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Concentração de MeHg (Amostras liofilizadas) ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	MeHg (%)
BA	Traíra 1	385	350	91
BO	Traíra 2	476	433	91
PE	Traíra 3	422	392	93
SBC	Traíra 4	144	134	93

Legenda: LBA: Barragem / BO: Bororé / PE: Pedreira / RP: Rio dos Porcos / SBC: São Bernardo do Campo  
LQ =  $5,2 \mu\text{g kg}^{-1}$ .

Fonte: OLIVEIRA (2012)

**TABELA 4.1.3 - Concentrações de mercúrio nas espécies de peixes consumidas no reservatório Billings – junho/2009 a maio/2010**

Espécies (Nome Popular) Hábitos alimentares	Pontos amostrais	N total	n < LQ	Média $\pm$ SD ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	Mediana (range) ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	(Continua)
<i>Geophagus brasiliensis</i> (Acará) Bentófaços	BA	99	4	38,8 $\pm$ 17,5	36,6 (<LQ-99,1)	
	BG	30	0	42,0 $\pm$ 28,6	40,2 (6,8-145,4)	
	BO	120	1	27,9 $\pm$ 13,5	23,5 (<LQ-82,4)	
	RG	57	0	38,4 $\pm$ 24,9	28,1 (6,20-99,5)	
	RP	16	0	17,6 $\pm$ 6,0	17,4 (9,72-29,7)	
	SBC	67	0	37,8 $\pm$ 24	35,3 (7,41-108)	
	Todos	389	5	34,5 $\pm$ 20,9	29,0 (6,21-145)	
<i>Astyanax ssp</i> (Lambari) Onívoros	BG	16	0	65,9 $\pm$ 28,7	70,8 (17,0-118)	
	BO	15	0	78,3 $\pm$ 2901	70,40(26,2-132)	
	RP	26	0	67,8 $\pm$ 18,9	69,3 (27,6-99,8)	
	SBC	73	0	62,4 $\pm$ 31,6	57,3 (18,7-162)	
	Todos	130	0	65,7 $\pm$ 29,1	6402 (17,0-162)	
<i>Tilapia rendalli</i> (Tilápia) Planctívoros	BA	7	0	45,7 $\pm$ 23,4	47,3 (12,1-75,7)	
	BG	42	0	34,0 $\pm$ 34,7	14,7 (5,6-115)	
	BO	10	1	34,4 $\pm$ 7,4	31,7 (<LQ-49,7)	
	RP	10	0	39,4 $\pm$ 18,6	36,0 (17,4-82,8)	
	SBC	20	2	34,3 $\pm$ 15,6	33,0 (<LQ-70,4)	
	Todos	89	3	35,7 $\pm$ 26,9	30,5 (<LQ-114)	

**TABELA 4.1.3 - Concentrações de mercúrio nas espécies de peixes consumidas no reservatório Billings – junho/2009 a maio/2010**

Espécies (Nome Popular) Hábitos alimentares	Pontos amostrais	N total	n < LQ	Média ± SD ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )	(Conclusão)
					Mediana (range) ( $\mu\text{g kg}^{-1}$ )
	BA	21	0	91,6±63,2	115,6 (12,0-184)
<i>Hoplias</i>	BG	23	0	113,6±34,7	110,2 (71,9-215)
<i>malabaricus</i>	BO	37	0	85,3±78,2	68,1 (12,3-473)
(Traíra)	PE	6	0	51,7±8,4	53,2 (37,0-62,5)
Piscívoros	RG	18	0	67,7±19,7	69,0 (30,5-98)
	RP	18	0	113,4±35,3	125,8 (39,0-162)
	SBC	25	0	74,9±97,7	31,4 (5,31-457)
	Todos	148	0	88,7±65,5	84,0 (5,31-473)
<b>Total</b>		<b>756</b>	<b>8</b>		

Legenda: BA: Barragem / BG: Ilha Biguá / BO: Bororé / PE: Pedreira / RG: Riacho Grande / RP: Rio dos Porcos / SBC: São Bernardo do Campo.

Nota: LQ =  $1,5 \mu\text{g kg}^{-1}$

Fonte: Oliveira (2012) (adaptado)

## 4.2 Ar

As emissões para o ar ocorrem principalmente na forma de mercúrio elementar, que é muito estável e pode permanecer na atmosfera por muito tempo, possibilitando seu transporte a longas distâncias (UNEP, 2013).

a) Estudo sobre malformações congênitas no município de Cubatão relata que em 1980 as indústrias de Cubatão emitiam cerca de 30.000 toneladas/mês de poluentes, com emissão de 58 kg de Hg/mês (FERNÍCOLA, QUEIROZ; AZEVEDO, 1982);

b) Análise de mercúrio no ar em áreas limítrofes às lagoas da Barrinha, Catingueiro e rio das Pedras, em 1999, detectou valor de  $1,27 \text{ ng/m}^3$ ,  $3,59 \text{ ng/m}^3$  e  $0,44 \text{ ng/m}^3$ , respectivamente (TAVARES, 2000);

c) Análise de amostras de ar em 2 pontos de coleta da região de Paulínia, no período chuvoso de dezembro/2002 e janeiro/2003: ponto 1 – campus da UNICAMP localizado em uma área residencial, a sudeste da área industrial de Paulínia e ponto 2 – Paulínia/Bairro João Aranha. A análise detectou média de mercúrio gasoso total de  $10,8 \text{ ng/m}^3$  no ponto 1 e  $5,8 \text{ ng/m}^3$  no ponto 2. No período de seca (maio/2003) a média para o mercúrio gasoso total foi de  $4,5 \text{ ng/m}^3$  no ponto 1 e  $6,9 \text{ ng/m}^3$  no ponto 2. A análise da variação nictemeral (período de 24 horas) mostrou a ocorrência de maiores concentrações durante o dia. As concentrações médias de mercúrio particulado foram de  $337 \text{ pg/m}^3$  no período de chuva (ponto 1) e  $228 \text{ pg/m}^3$  (ponto 2),

e no período de seca de 593  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ponto 1) e 437  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (ponto 2) (MICHELAZZO, 2003);

d) Estudo sobre as emissões antrópicas de mercúrio no município de Paulínia identificou 12 potenciais fontes de emissão. Estimou-se que a emissão antrópica anual de mercúrio para a atmosfera de Paulínia foi de aproximadamente 147 kg por ano (para o ano de 2.000), tendo como as principais fontes de emissão a combustão de óleo (principalmente em caldeiras industriais) e o aterro sanitário (devido à liberação de gases oriundos da decomposição do lixo), os quais contribuíram com respectivamente 32,78 e 47,71% (OLIVARES, 2003);

e) Concentrações médias de Hg em etanol, gasolina (25% etanol/75% gasolina) e diesel, de amostras coletadas em postos de combustíveis da Região Metropolitana de São Paulo, foram: 0,033 ng/g (26 ng/L) para álcool; 0,240 ng/g (180 ng/L) para gasolina e 0,23 ng/g (187 ng/L) para diesel (FIORENTINO; FOSTIER, 2005);

f) Estudo das concentrações de mercúrio gasoso total (MGT) e mercúrio particulado total (MPT), monitoradas durante as estações seca e úmida de 2002-2003 em dois pontos (industrial e residencial) da Região Metropolitana de Campinas, não observou diferença significativa entre as concentrações dos pontos de amostragem. As concentrações médias foram  $7,0 \pm 5,8 \text{ ng}/\text{m}^3$  (MGT) e  $0,4 \pm 0,3 \text{ ng}/\text{m}^3$  (MPT). As concentrações de MGT e MPT encontradas no estudo são da mesma ordem de magnitude de regiões industrializadas do hemisfério norte (FOSTIER; MICHELAZZO, 2006).

### 4.3 Água

O mercúrio encontrado na água superficial e subterrânea está na forma inorgânica em concentrações menores do que 0,5  $\mu\text{g}/\text{L}$ . A metilação do mercúrio inorgânico ocorre tanto em água doce como na água do mar (WHO, 2011).

a) Análise da água do rio Ribeira de Iguape, em 1990, detectou teores de mercúrio total de <0,05 a 0,10  $\mu\text{g}/\text{L}$ . Os teores mais elevados foram encontrados nos rios Ribeira, Betari e Una da Aldeia. Não foi encontrado mercúrio solúvel na água. No sedimento, os teores variaram de <0,01 a 0,14  $\mu\text{g}/\text{g}$  (EYSINK et al., 1990);

b) Avaliação da qualidade da água potável distribuída à população do Estado de São Paulo, entre 1981 e 1990, encontrou concentração média de 0,00004 mg/L de mercúrio na água distribuída no Estado de São Paulo; 0,0001 mg/L na Grande São Paulo e 0,00002 mg/L no interior do estado (QUEIROZ et al., 1994);

c) Análise de mercúrio em amostras de água de seis bacias hidrográficas do estado de São Paulo, em 2001, detectou valores entre < 3,5 – 9,23 ng/L na Bacia do Alto Paranapanema; < 3,5 a 24,31ng/L no rio do Peixe; < 3,5 a 5, 46 ng/L no rio Aguapeí; < 3,5 a 16,91 ng/L no rio São José dos Dourados; < 3,5 a 8,6 ng/L no rio Moji-Guaçu e de < 3,5 a 17,43 ng/L no rio Piracicaba (TOMAZELLI, 2003);

d) Resultados da análise de amostras de água da Represa de Barra Bonita e Bariri, localizadas no Médio rio Tietê, no período de julho de 2001 a outubro de 2003, estiveram abaixo do limite de detecção do método – 2,0 ng de Hg/L (MOURA, 2004);

e) Análise de amostras de água do rio Jundiá (3 pontos de coleta), ribeirão Pirai (1 ponto de coleta) e rio Tietê (1 ponto de coleta), no período de 2007-2008, detectou concentrações médias de mercúrio total de  $8,2 \pm 6,4$ ;  $7,0 \pm 6,6$  e  $5,2 \pm 3,6$  ng/L no rio Jundiá;  $2,1 \pm 1,9$  ng/L no ribeirão Pirai e  $19,3 \pm 13,6$  ng/L no rio Tietê (FAGNANI, 2009);

f) De acordo com o Relatório de Qualidade das Águas do Estado de São Paulo de 2013 da CETESB, 4% dos resultados de mercúrio medidos na Rede Básica apresentaram não conformidade com a legislação no período de 2008 a 2012 e 1,3% no ano de 2013. Esses resultados, de maneira geral são semelhantes à média histórica (CETESB, 2014).

#### 4.4 Sedimento e solo

A distribuição do mercúrio no solo depende do potencial redox, pH, do tipo de solo e outros fatores. As formas metálicas e iônicas apresentam baixa mobilidade e, em grande parte, são adsorvidas por diferentes humatos e minerais (AZEVEDO, NASCIMENTO, CHASIN, 2003).

a) Avaliação de mercúrio em material em suspensão ( $> 20 \mu\text{m}$ ) no rio Moji-Guaçu, no período de março de 1998 a fevereiro de 1999, verificou que o rio transportava aproximadamente 19 kg/ano de Hg, dos quais 65% na forma dissolvida e 35% adsorvido as partículas sólidas em suspensão (TAVARES, 2000);

b) Análise de sedimentos superficiais (fração  $< 63 \mu\text{m}$ ) do Estuário de Santos-Cubatão, coletados em sete rios entre 1997-1998, detectou valores entre 0,10 e 6,77 ppm. O rio Cubatão foi o mais poluído e o principal agente de dispersão de Hg (SILVA; MATOS, KRISTOSCH, 2002);

c) Amostras de sedimento de fundo de seis bacias hidrográficas do Estado de São Paulo coletadas entre janeiro e dezembro de 2001 e no mês de abril de 2002, apresentaram concentrações entre 20 e 685 ng de Hg/g, com teores máximos registrados no rio do Peixe (TOMAZELLI, 2003);

d) Análise de sedimento de fundo do Estuário de Santos, em julho/agosto de 2000, detectou concentrações de mercúrio mais elevadas (entre 0,514 mg/kg e 1,000 mg/kg) nos pontos de coleta localizados nos canais de Santos e São Vicente (SIQUEIRA et al., 2005);

e) Análise de 31 amostras de sedimento coletado no Estuário de Santos-São Vicente, em maio de 1996 e 1997, obteve concentrações entre 0,04 e 1,19  $\mu\text{g}$  de Hg/g. Cerca de 90% das amostras apresentaram concentrações superiores a 0,13  $\mu\text{g}/\text{g}$ , e entre estas 35% apresentaram teor de Hg  $> 0,70 \mu\text{g}/\text{g}$  (HORTELLANI et al., 2005);

- f) Estudo sobre o teor de mercúrio em sedimentos coletados em oito pontos do Canal de Bertioga em agosto de 2004 e fevereiro de 2006 determinou que o nível basal de mercúrio nessa região era menor que 0,02 mg/kg (base seca) (QUINÁGLIA, 2006);
- g) Estudo sobre o teor de Hg total em solos de manguezais da Baixada Santista (rio Cascalho, Mariana, Crumaú e Iriri no Canal da COSIPA) e Ilha Cardoso verificou que os manguezais do rio Cascalho e do Canal da COSIPA apresentaram elevados teores de Hg (5,65 mg/kg e 1,64 mg/kg, respectivamente). Em outra amostragem nos manguezais do rio Cubatão, próximo ao rio Cascalho, os teores de Hg total foram superiores ao valor de alerta estabelecido pela CETESB (OLIVEIRA, 2006);
- h) Determinação de mercúrio total em solo de manguezais da Baixada Santista e Ilha do Cardoso detectou valores de  $0,34 \pm 0,20$  mg/kg para a Baixada Santista e de  $0,30 \pm 0,21$  mg/kg para a Ilha do Cardoso. Esses teores estão abaixo do valor de prevenção para Hg em solo (0,50 mg/kg) estabelecido pela CETESB (OLIVEIRA et al., 2007);
- i) Estudo do risco de biodisponibilidade de mercúrio e outros metais-traço em sedimentos do rio Cubatão mostrou concentração média de Hg total (0,70 mg/kg) nos sedimentos amostrados no verão (fevereiro de 2006) superior àquela do inverno de 2005 (0,05 mg/kg) (MATAMET, 2007);
- j) Análise de mercúrio total no sedimento, coletado em quatro pontos no rio Jundiá e um no ribeirão Pirai, no período de 2007-2008, detectou valores de  $40 \pm 25$  g/kg;  $52 \pm 18$  g/kg;  $158 \pm 52$  g/kg;  $124 \pm 25$  g/kg para o rio Jundiá e  $47 \pm 12$  g/kg no ribeirão Pirai (FAGNANI, 2009);
- k) Análise de sedimento do rio Guaimum, em Piracicaba, coletado em julho de 2008 e março de 2009, detectou concentrações de mercúrio total de 0,040 a 0,105 mg/kg no sedimento de fundo e disponível de 0,018 a 0,064 mg/kg. Na estação chuvosa os níveis variaram de 0,54 a 0,13 mg/kg e disponível de 0,010 a 0,052 mg/kg. Em relação ao sedimento em suspensão, na estação chuvosa, as concentrações de mercúrio estiveram entre 0,040 a 0,120 mg/kg e disponível de 0,028 a 0,081 mg/kg (DEGASPARI, 2010);
- l) Análise de metais em amostras de sedimento coletadas em 5 pontos do reservatório Guarapiranga em abril/2009 e junho/2010, detectou concentração de Hg total entre 0,11 e 0,24  $\mu$ g/kg (GUIMARÃES, 2011);
- m) Análise de mercúrio orgânico e total em amostras de sedimento do Reservatório do Rio Grande, no período de 2008 a 2010, detectou valores entre 1 e 71 mg/kg para Hg total e de <10 a 47  $\mu$ g/kg para Hg orgânico (FRANKLIN; FÁVARO; BEVILACQUA, 2011);
- n) Determinação de metais em sedimento superficial do Sistema Estuarino de Santos, coletado em 2010, detectou concentrações entre 0,03 a 0,55  $\mu$ g/g (BORDON et al., 2011).

## REFERÊNCIAS

- AVANT. **Meio ambiente**. São Paulo, c2013. Disponível em: <<http://www.avantsp.com.br/pt/meio-ambiente>>. Acesso em: maio 2014.
- AZEVEDO, F.A.; NASCIMENTO, E.S; CHASIN, A.A.M. Mercúrio. In AZEVEDO, F.A.; CHASIN, A.A.M (Org.). **Metais**. Gerenciamento de Toxicidade. São Paulo: Editora Atheneu 2003. cap. 11, p. 299- 353.
- BORDON, I.C.A.C. et al. Metal concentrations in sediments from the Santos estuarine system: a recent assessment. **J. Braz. Chem. Soc.** , São Paulo, v. 22, n. 10, p. 1858-1865, oct. 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-50532011001000005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-50532011001000005&script=sci_arttext)>. Acesso em: maio 2014.
- BRAGA, A.L.F. ; PEREIRA, L.A.A. ; GERALDO, L.P. **Estudo epidemiológico na população residente na Baixada Santista Estuário de Santos: avaliação de indicadores de efeito e de exposição a contaminantes ambientais**. Santos: 2009, 252 p.
- BRASIL. MDIC. **Consulta. Importação 1996 – 2013**. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <<http://alicesweb2.mdic.gov.br/>>. Acesso em: dezembro 2013.
- BRASIL. MMA. **Gerenciamento dos resíduos de mercúrio nos serviços de saúde**. Brasília: MMA: ANVISA, 2010. 46 p. Disponível em: <<http://www.jica.go.jp/brazil/portuguese/office/publications/pdf/gerenciamento.pdf>>. Acesso em: maio 2014.
- CAMPOS, A.E.M.; VARIN, L.L.; MALUF, C.B. **Avaliação toxicológica dos níveis de mercúrio no sangue de alguns grupos populacionais da bacia dos Rios Moji-Guaçú e Pardo**. São Paulo: CETESB, 1989, 37p.
- CARRETERO, M.E. **Estudo de tilápias do Nilo (*Oreochromis niloticus*) como bioindicadores da poluição por mercúrio nos lagos do Parque Ibirapuera e do Parque Ecológico do Tietê na Grande São Paulo**. 2012. 131 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10133/tde-26062013-114248/pt-br.php>>. Acesso em: maio 2014.
- CDC. **Fourth national report on human exposure to environmental chemicals**. Atlanta, 2009. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/FourthReport.pdf>>. Acesso em: junho 2014.
- CETESB. **Relatório de qualidade das águas superficiais do estado de São Paulo 2013**. São Paulo, 2014. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/aguas-superficiais/35-publicacoes/-relatorios>>. Acesso em: junho 2014.
- CURCHO, M.R.S. et al. Mercury and methylmercury content, fatty acids profile, and proximate composition of consumed fish in Cananéia, São Paulo, Brazil. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, v. 68, n. 3,

p. 442-450, 2009. Disponível em: <[http://www.inct-tmcocean.com.br/pdfs/Produtos/Artigos\\_periodicos/165\\_Mercury-and-methylmercury-contents-fatty-acids-profile.pdf](http://www.inct-tmcocean.com.br/pdfs/Produtos/Artigos_periodicos/165_Mercury-and-methylmercury-contents-fatty-acids-profile.pdf)>. Acesso em: maio 2014.

DE CAPITANI, E.M. et al. Dermatite de contato por mercúrio elementar com reação a distância. **An. Bras. Dermatol.**, Rio de Janeiro, v. 84, n. 1, p. 75-77, jan./fev. 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0365-05962009000100011&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0365-05962009000100011&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: maio 2014.

DEGASPARI, I.A.M. **Mercúrio em peixes Characidae (*A. altiparanae*) e sedimentos tropicais (Ribeirão Guanium, Piracicaba, SP):** uma abordagem biogeoquímica do metal tóxico. 2010. 84p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64135/tde-18112010-165240/pt-br.php>>. Acesso em: maio 2014.

EYSINK, G.G.J. et al. **Avaliação do quadro atual de contaminação por mercúrio nos rios Moji-Guaçu e Pardo (SP).** São Paulo: CETESB, 1988.

EYSINK, G.G.J. et al. **Avaliação da qualidade ambiental do rio Ribeira de Iguape:** considerações preliminares. São Paulo: CETESB, 1990. 54 p.

FAGNANI, P.S. **Mercúrio e sulfetos volatilizáveis por ácidos na bacia do rio Jundiá, SP.** 2009. 253p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2009. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=000467342>>. Acesso em: maio 2014.

FARIAS, L.A et al. Mercúrio total em cabelo de crianças de uma população costeira, Cananéia, São Paulo, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, v. 24, n. 10, p. 2249-2256, oct. 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.org/scielo.php?pid=S0102-311X2008001000006&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org/scielo.php?pid=S0102-311X2008001000006&script=sci_arttext)>. Acesso em: maio 2014.

FERNÍCOLA; N.A.G.G.; QUEIROZ, I.R.; AZEVEDO, F.A. **Malformações congênitas em Cubatão.** São Paulo: CETESB, 1982. 24 p.

FIORENTINO, J.C.; FOSTIER, A.H. Emissões de mercúrio por combustíveis veiculares na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 28., 2005, Poços de Caldas, MG. **Química para o desenvolvimento sustentável e inclusão social:** resumos... São Paulo: ABQ, 2005. Disponível em: <<http://143.107.52.76/resumos/28RA/T0767-1.pdf>>. Acesso em: maio 2014.

FOSTIER, A.H.; MICHELAZZO, P.A.M. Gaseous and particulate atmospheric mercury concentrations in the Campinas Metropolitan Region (São Paulo State, Brazil). **J. Braz. Chem. Soc.**, São Paulo, v. 17, n. 5, p. 886-894, sept./oct. 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-50532006000500011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-50532006000500011)>. Acesso em: maio 2014.



FRANKLIN, R. L.; FÁVARO, D.I.T.; BEVILACQUA, J.E. Avaliação das concentrações de mercúrio orgânico e total em amostras de sedimento do reservatório do Rio Grande. In: CBQ CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA: MEIO AMBIENTE E ENERGIA, 51., 2011, São Luís. **Meio ambiente e energia: trabalhos...** Rio de Janeiro: ABQ, 2011. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2011/trabalhos/5/5-158-10095.htm>>. Acesso em: maio 2014.

FRIIS, R.H. Mercury and environmental health. In: FRIIS, R.H (ed.). **Environmental Health**. Santa Barbara: ABC-CLIO, 2012. Chapter 10, p. 233 – 250.

FURLAN, N. **Distribuição da Ictiofauna do Rio Grande (Alto Tietê, SP) e Níveis da Exposição ao Mercúrio (Hg) ao longo de seu eixo e na zona de influência da Represa Billings**. 2011. 82p. Dissertação (Mestrado em Aquicultura e Pesca) – Instituto de Pesca – APTA - SAA, São Paulo, 2011. Disponível em: <[http://www.pesca.sp.gov.br/dissertacoes\\_pg.php](http://www.pesca.sp.gov.br/dissertacoes_pg.php)>. Acesso em: junho 2014.

GLINA, D.M.R.; SATUT, B.T.G.; ANDRADE, E.M.O.A.C. A exposição ocupacional ao mercúrio metálico no módulo odontológico de uma unidade básica de saúde localizada na cidade de São Paulo. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 2, p. 257-267, apr./june 1997. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0102-311X1997000200015](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-311X1997000200015)>. Acesso em: maio 2014.

GUIMARÃES, M.G. **Avaliação da concentração de metais e elementos traço em amostras de sedimento do reservatório Guarapiranga, São Paulo – SP, Brasil**. 2011. 150 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, autarquia associada à Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-26082011-101237/pt-br.php>>. Acesso em: junho 2014.

HORTELLANI, M.A. et al. Evaluation of mercury contamination in sediments from Santos - São Vicente Estuarine System, São Paulo State, Brazil. **J. Braz. Chem. Soc.**, v. 16, n. 6A, p. 1140-1149, 2005. Disponível em: <<http://www.jbcs.s bq.org.br/imagebank/pdf/v16n6aa09.pdf>>. Acesso em: maio 2014.

IBAMA. **Mercúrio metálico**. Brasília, DF, [2012?]. Disponível em <<http://www.ibama.gov.br/areas-tematicas-qa/mercurio-metalico-v2>>. Acesso em: maio 2014.

KITAHARA, S.E. et al. Mercúrio total em pescado de água doce. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 267-273, may-aug. 2000. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612000000200024&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-20612000000200024&script=sci_arttext)>. Acesso em: maio 2014.

KUNO, R. et al. Reference values for lead, cadmium and mercury in the blood of adults from the metropolitan area of Sao Paulo, Brazil. **Int. J. Hyg. Environ. Health**, v. 216, p. 243–249, june 2013.

LACERDA, L.D. Contaminação por mercúrio no Brasil: fontes industriais versus garimpo de ouro. **Quím. Nova**, v. 20, n. 2, p. 196-199, 1997. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v20n2/4934.pdf>>. Acesso em: maio 2014.

LEITE, A.P. et. al. **Vigilância epidemiológica em saúde ambiental**. 1.ed. São Paulo: CVE/SES, 2013. 150 p. (Caderno de vigilância epidemiológica, Série A: Normas e Manuais Técnicos). Disponível em: <[ftp://ftp.cve.saude.sp.gov.br/doc\\_tec/DOMA/doma13\\_caderno\\_ambiental.pdf](ftp://ftp.cve.saude.sp.gov.br/doc_tec/DOMA/doma13_caderno_ambiental.pdf)>. Acesso em: maio 2014.

LIMA, E.R.Z.; COLON, J.C.; SOUZA, M.T. Alterações auditivas em trabalhadores expostos a mercúrio. **Rev. CEFAC**, São Paulo, v. 11, supl. 1, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rcefac/2009nahead/226-07.pdf>>. Acesso em: maio 2014.

MATAMET, F.R.M. **Biodisponibilidade de mercúrio e outros metais-traço em sedimentos do Rio Cubatão, Sistema Estuarino de Santos-Cubatão (SP)**. 2007. 63 p. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000425756>>. Acesso em: maio 2014.

MICHELAZZO, P.A.M. **Monitorização das concentrações de mercúrio gasoso e particulado na atmosfera da região de Paulínia (SP)**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Faculdade de Engenharia Química Universidade Estadual de Campinas, 2003. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000311524>>. Acesso em: maio 2014.

MORALES-AIZPURUA, I.C. et al. Mercúrio total em cação comercializado em São Paulo, SP, Brasil. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 429-432, sept./dec. 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20611999000300024](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611999000300024)>. Acesso em: maio 2014.

MORGANO, A.M. et al. Níveis de mercúrio total em peixes de água doce de pisciculturas paulistas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 25, n. 2, p. 250-253, apr./june 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-20612005000200011](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612005000200011)>. Acesso em: maio 2014.

MORGANO, M.A. et al. Assessment of trace elements in fishes of Japanese foods marketed in Sao Paulo (Brazil). **Food Control**, v. 22, n. 5, p. 778-785, 2011.

MOURA, M.A.M. **Níveis de ocorrência de Hg total em peixes carnívoros das represas de Barra Bonita e Bariri, em função da variação de parâmetros biológicos e da presença de selênio**. 2004. 154p. Dissertação (Doutorado em Ciências) – Centro de Ciências Biológicas e de Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004. Disponível em: <[http://www.btdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=430](http://www.btdt.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado//tde_busca/arquivo.php?codArquivo=430)>. Acesso em: maio 2014.

OLIVARES, I.R.B. **Emissões antrópica de mercúrio para a atmosfera na região de Paulínia (SP)**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000309344>>. Acesso em: maio 2014.

OLIVEIRA, M.L.J. **Comportamento geoquímico do mercúrio (Hg) em solos de manguezais do Estado de São Paulo**. 2005. 70 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-08052006-171255/pt-br.php>>. Acesso em: maio 2014.

OLIVEIRA, M.L.J. et al. Mercúrio total em solos de manguezais da Baixada Santista e Ilha do Cardoso, Estado de São Paulo. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 519-524, may/june 2007. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422007000300003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-40422007000300003&script=sci_arttext)>. Acesso em: maio 2014.

OLIVEIRA, T.A. **Metais presentes na água e em tecidos de peixes da represa Billings: uma avaliação temporal**. 2012. 214 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85134/tde-08032013-134955/pt-br.php>>. Acesso em: maio 2014.

QUEIROZ, I.R. et al. **Avaliação toxicológica da exposição da população infantil de Cubatão a poluentes químicos do meio ambiente**. São Paulo: CETESB, 1984, 289 p.

QUEIROZ, I.R. et al. **Avaliação toxicológica da qualidade da água distribuída à população do Estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 1994, 78 p.

QUINÁGLIA, G.A. **Caracterização dos níveis basais de concentração de metais nos sedimentos do sistema estuarino da Baixada Santista**. 2006. 239 p. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/46/46133/tde-09022007-133741/pt-br.php>>. Acesso em: junho 2014.

ROCHA, A.A.; NAVAS-PEREIRA, D.; PÁDUA, H.B. Produtos de pesca e contaminantes químicos na água da Represa Billings, São Paulo (Brasil). **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 19, n. 5, p. 401-410, oct. 1985. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89101985000500003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89101985000500003&script=sci_arttext)>. Acesso em: maio 2014.

SALVADOR FILHO, P. **Teores de mercúrio em organismos marinhos**. São Paulo: CETESB, 1975, 17p.

SANTOS FILHO, E. et al. Teores de chumbo e mercúrio em cabelo de crianças residentes em Cubatão, região sudeste do Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v. 27, n. 2, p. 81-86, apr. 1993a. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89101993000200002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0034-89101993000200002&script=sci_arttext)>. Acesso em: maio 2014.

SANTOS FILHO, E. et al. Concentrações sangüíneas de metais pesados e praguicidas organoclorados em crianças de 1 a 10 anos. **Rev. Saúde Pública**, v. 27, n. 1, p. 59-67, feb. 1993b. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89101993000100010](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101993000100010)>. Acesso em: maio 2014.

SILVA, P.P.G. **Contaminação por metais (Cd, Cu, Pb, Cr, Mn e Hg) e avaliação do impacto genotóxico em *Ucides Cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ucididae), em dois manguezais do Estado de São Paulo**. 2011. 79 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) – Campus Experimental do Litoral Paulista, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Vicente, 2011. Disponível em: <[http://www.crusta.com.br/biblio/09.Outros/24-Silva%20\(2012\)%20-%20Contamina%C3%A7%C3%A3o%20por%20metais%20e%20genotoxicidade%20caranguejo-u%C3%A7%C3%A1%20em%20dois%20manguezais%20paulistas.pdf](http://www.crusta.com.br/biblio/09.Outros/24-Silva%20(2012)%20-%20Contamina%C3%A7%C3%A3o%20por%20metais%20e%20genotoxicidade%20caranguejo-u%C3%A7%C3%A1%20em%20dois%20manguezais%20paulistas.pdf)>. Acesso em: maio 2014.

SILVA, L.W.; MATOS, R.H.; KRISTOSCH, G.C. Geoquímica e índice de geoacumulação de mercúrio em sedimentos de superfície do Estuário de Santos-Cubatão (SP). **Quím. Nova**, v. 25, n. 5, p. 753-756, 2002. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v25n5/11404.pdf>>. Acesso em: maio 2014.

SIQUEIRA, G. W. et al. Distribuição do mercúrio em sedimentos de fundo no Estuário de Santos SP/Brasil. **REM : Rev. Esc. Minas, Ouro Preto**, v. 58, n. 4, p. 309-316, oct./dec. 2005. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0370-44672005000400004](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0370-44672005000400004)>. Acesso em: maio 2014.

TAVARES, G.A. **Verificação da ocorrência de mercúrio total em lagoas marginais ao rio Moji-Guaçu, São Paulo, através do uso de cores de sedimento**. 2000. 96p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

TOMAZELLI, A.C. **Estudo comparativo das concentrações de cádmio, chumbo e mercúrio em seis bacias hidrográficas do Estado de São Paulo**. 2003. 144p. Dissertação (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/59/59139/tde-15032005-173014/pt-br.php>>. Acesso em: maio 2014.

UNEP, 2013. **Global Mercury Assessment 2013: sources, emissions, releases and environmental transport**. Geneva, 2013. 42 p. Disponível em: <<http://www.unep.org/PDF/PressReleases/GlobalMercuryAssessment2013.pdf>>. Acesso em: junho 2014

WHO. **Elemental mercury and inorganic mercury compounds: human health aspects**. Geneva, 2003. 61 p. (Concise international chemical assessment document, 50). Disponível em: <<http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad50.pdf?ua=1>> Acesso em: junho 2014.

WHO. **Guidelines for drinking-water quality**. 4th ed. Geneva, 2011. 564p. Disponível em: <[http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/2011/dwq\\_guidelines/en/index.html](http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/dwq_guidelines/en/index.html)>. Acesso em: maio 2014.

WHO. **Mercury and health**. Geneva, 2012. (Fact sheet nº 361). Disponível em: <<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs361/en/>>. Acesso em: junho 2014.

ZACHI, E.C. et al. Neuropsychological dysfunction related to earlier occupational exposure to mercury vapor. **Braz J Med Biol Res**, Ribeirão Preto, v. 40, n. 3, p. 425-433, mar. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bjmbr/v40n3/6407.pdf>>. Acesso em: maio 2014.

ZAVARIZ, C; GLINA, D.M.R. Avaliação clínico-neuro-psicológica dos trabalhadores expostos a mercúrio metálico em indústria de lâmpadas elétrica. **Rev. Saúde Pública**, São Paulo, v. 26, n.5, p. 356-365, oct. 1992. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-89101992000500010](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89101992000500010)>. Acesso em: maio 2014.

ZAVARIZ, C.; GLINA, D. M. R. Efeitos da exposição ocupacional ao mercúrio em trabalhadores de uma indústria de lâmpadas elétricas localizada em Santo Amaro, São Paulo, Brasil. **Cad. Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 117-129, abr./jun. 1993. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/csp/v9n2/02.pdf>>. Acesso em: maio 2014.



## APÊNDICE A – REFERÊNCIAS CETESB

### **Acervo da Biblioteca “Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez”**

A Biblioteca “Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez”, da CETESB, possui um acervo de publicações sobre temas ambientais, entre eles a contaminação por metais. Em razão do grande número de artigos científicos e relatórios técnicos sobre a presença de metais nos ecossistemas do Estado de São Paulo não foi possível resumir tais publicações, assim, segue abaixo a relação de outros artigos, relatórios técnicos e normas técnicas sobre mercúrio, disponíveis no acervo, de acordo com a busca pela palavra mercúrio.

ALONSO, C.D.; TOMIDA, E.K. **Teste de preservação de amostras de água para análise de mercúrio**. São Paulo: CETESB, 1980. 11p.

BASTOS, C.R.A.; CAIO, F.A. **Abatimento da poluição por mercúrio**. São Paulo: CETESB, 1983. 221p.

BOLDRINI, C.V.; EYSINK, G.G.J.; MARINS, M.C. **Avaliação preliminar da contaminação por metais pesados na água, sedimento e organismos aquáticos do rio Cubatão (SP)**. São Paulo: CETESB, 1989. 62p.

CAIO, F.A. et al. **Levantamento de cargas e dispersão de mercúrio do Rio Botafogo, em Recife**. São Paulo: CETESB, 1984. 125p.

CASTRO, N. **Cádmio, chumbo, cromo, mercúrio e níquel nos rios do estado de São Paulo e em peixes do rio Sorocaba (São Paulo, Brasil)**. 2002. 118p. Dissertação (Mestrado em Recursos Integrados) – Centro de Estudos Ambientais, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2002.

CETESB. **Considerações sobre metais pesados no rio Moji-Guaçu**. São Paulo: CETESB, 1978. 34p.

CETESB. **Estudo do mercúrio nas águas e estuário do Rio Botafogo: Pernambuco**. São Paulo: CETESB, 1981. 39p.

CETESB. **Metodologia analítica para quantificação de mercúrio em sangue e urina**. São Paulo: CETESB, 1983. 23p.

CETESB. **Água do mar – determinação de mercúrio total: método de ensaio**. São Paulo: CETESB, 1986. 8p. (Norma Técnica CETESB L5.190).

CETESB. **Análise estatística dos dados de Hg na população ribeirinha do rio Moji-Guaçu: agosto de 1987**. São Paulo: CETESB, 1987. 48p.

CETESB. **Sedimentos – determinação de mercúrio total – método da espectrofotometria de absorção atômica – geração de vapor a frio: método de ensaio**. São Paulo: CETESB, 1989. 7p. (Norma Técnica CETESB L10.102).

CETESB. **Determinação de cloreto em águas: método de nitrato mercúrio**. São Paulo: CETESB, 1993. 7p. (Norma Técnica CETESB L5.113).

CETESB. **Poluição da água/Pantanal do Poconé (Mato Grosso)**. São Paulo: CETESB, 1993.

CUNHA, R.C. et al. **Estudo preliminar da concentração de mercúrio na região das indústrias reunidas Francisco Matarazzo (IRFM), São Caetano do Sul – relatório técnico**. São Paulo: CETESB, 1996. 9p.

DUARTE, R.G. **Detecção de mercúrio em tecidos de peixes por espectrofotometria de absorção atômica**. 1977. 76p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1977.

EYSINK, G.G.J. SHIMIZU, G.Y. Contamination of Barra Bonita Reservoir by mercury loaded by Tiete and Piracicaba Rivers, Sao Paulo, Brazil. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE CONSERVATION AND MANAGEMENT OF LAKES, 6., 1995, Tsukuba, Japão. **Kasumigaura'95: proceedings...** Tsukuba, Japão: Tsukuba University, 1995. p. 1148-1151.

EYSINK, G.G.J. **Subsídios para o manejo de ecossistemas aquáticos contaminados por mercúrio**. 1995. 177p. Dissertação (Mestrado em Ecologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1995.

EYSINK, G.G.J. et al. **Níveis de contaminação por mercúrio na água, sedimento e peixes de Represa de Barra Bonita e seus rios formadores: Piracicaba e Tietê (São Paulo, Brasil)**. São Paulo: CETESB, 1986. 53p.

EYSINK, G.G.J. et al. **Avaliação das primeiras medidas de recuperação ambiental adotadas pela Indústria Apliquim S/A – Paulínia – SP, com relação à contaminação por mercúrio nos seus arredores**. São Paulo: CETESB, 1995. 25p.

EYSINK, G.G.J. et al. **Qualidade ambiental do rio Ribeira de Iguape com relação à presença de metais pesados e arsênio**. São Paulo: CETESB, 2000. 70p.

FERNÍCOLA, N.A.G.G. et al. **Estudo toxicológico dos efeitos da poluição sobre a saúde da população de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 1981. 31p.

FERREIRA, J.R. **Estudo do mercúrio no ambiente marinho: litoral paulista**. 1978. 107p. Dissertação (Mestrado em Energia Nuclear na Agricultura) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1978.

FRANKLIN, R.L. **Determinação de mercúrio total e orgânico e avaliação dos processos de metilação e desmetilação em sedimentos do reservatório Rio Grande, estado de São Paulo**. 2010. 143p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

HADDAD, E.; RIBEIRO, F.M. G. **Operação Ipanema**. São Paulo: CETESB, 2001. 27p.



HADDAD, E.; RIBEIRO, F.M. G. **Operação RFFSA – Pantojo**. São Paulo: CETESB, 2001. 28p.

LACERDA, L.D.; SANTOS, A.F.; MARINS, R.V. Emissão de mercúrio para a atmosfera pela queima de gás natural no Brasil. **Quím. Nova**, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 366-369, mar./apr. 2007.

Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-40422007000200024](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422007000200024)>. Acesso em: maio 2014.

PÁDUA, H.B. Disponibilidade e assimilação do mercúrio em ambientes aquáticos. **Boletim Informativo ABRAPOA**, n.1, p. 11-12, 1992.

PERCEBON, L.C. et al. **Poluição por mercúrio proveniente da indústria eletroquímica: projeto**. São Paulo: CETESB, 1980. 171p.

PHILIPPI JR, A. **Teores de mercúrio em níveis elevados encontrados nos efluentes de curtume do estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 1979. 43p.

POMPÉIA, S.L. et al. **Contaminação ambiental por mercúrio no entorno da Indústria Apliquim – Paulínia (SP)**. São Paulo: CETESB, 1993. 24p.

PRADO, V. et al. **Poluição por mercúrio em peixes na baía de Todos os Santos, Salvador (Bahia)**. São Paulo: CETESB, 1976. 32p.

SAITO, L.M.; NARDI, M.L.A.S. **Resíduos de mercúrio**. São Paulo: CETESB, 1983. 103p.

SALVADOR FILHO, S. **Teores de mercúrio em organismos marinhos: danos potenciais aos seres vivos – considerações preliminares sobre sua ocorrência na Baixada Santista**. São Paulo: CETESB, 1975. 17p.