



**RELATÓRIO**

**MERCADO DE MERCÚRIO NO BRASIL**

**2006**

## **ÍNDICE**

<b>INTRODUÇÃO</b>	02
<b>1 MERCÚRIO – INFORMAÇÕES GERAIS</b>	
1.1 Breve histórico do Mercúrio	03
1.2 Características do produto e seus compostos	04
1.2.1 Mercúrio Orgânico	04
1.2.2 Mercúrio Inorgânico	05
1.3 Principais usos e ocorrências	05
<b>2 ASPECTOS TOXICOLÓGICOS</b>	
2.1 Tóxicocinética	08
2.2 Toxicodinâmica	08
<b>3 EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL</b>	10
<b>4 ASPECTOS RELACIONADOS À SAÚDE PÚBLICA</b>	13
<b>5 MERCADO DO MERCÚRIO NO BRASIL</b>	
5.1 Garimpo de Ouro	15
5.2 Indústrias de Cloro-Soda	16
5.2.1 Destinação de Resíduos com Mercúrio (lama mercurial)	16
5.3 Lâmpadas Fluorescentes	18
5.4 Pilhas e Baterias	19
5.5 Odontologia	20
5.6 Produção de aço e ferro	21
5.7 Pirometalurgia do Chumbo, Zinco e Cádmio	21
5.8 Aterros sanitários e lixões	21
5.9 Queima de combustíveis diversos	23
5.9.1 Combustíveis fósseis	23
5.9.2 Gás natural	23
5.9.3 Queima de carvão em usinas térmicas	24
5.10 Queimadas	24
5.11 Incineração, co-incineração e cremação	24
5.12 Estimativa das emissões e uso de mercúrio no país	25
<b>6 PROGRAMA NACIONAL DE MERCÚRIO</b>	27
<b>7 CONCLUSÕES</b>	29
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	33

## INTRODUÇÃO

Este relatório é fruto do Projeto Mercúrio Fase I, viabilizado pela ACPO – Associação de Combate aos POPs em parceria com a EEB - European Environmental Bureau que coordena o Projeto Mercúrio Zero. Essa iniciativa é parte da agenda global do mercúrio proposta pelo Conselho Diretor (GC) do PNUMA e conta com o apoio e cooperação de diversas Organizações Não Governamentais.

O presente relatório tem como objetivo a contribuição da ACPO para a conscientização da população em geral e dos trabalhadores envolvidos com mercúrio, sobre os riscos de exposição, bem como para a definição e implementação de políticas nacionais e internacionais de uso do mercúrio e seu banimento futuro.

No seu conteúdo são apresentadas as características do mercúrio, um produto químico persistente no meio ambiente, suas diferentes formas físico-químicas, seu comportamento ambiental no ar, água e solo, sua característica bioacumulativa ao longo da cadeia trófica, bem como as formas de exposição ocupacional nos diferentes ramos de empresas que ainda fazem uso do produto e seus efeitos adversos e indesejáveis sobre a saúde humana.

Em seguida é apresentado um breve panorama do Mercado de Mercúrio no Brasil abrangendo os diversos setores que fazem uso do produto, seus usos e as quantidades muitas vezes apenas estimadas do mercúrio, dada a falta de dados precisos em alguns setores e nas diversas regiões do país.

Finalmente, algumas conclusões e comentários encerram o relatório, avaliando alguns fatos atuais que ocorrem no país relativos a esse tema, principalmente quanto aos aspectos relativos à insistência, por parte de alguns setores da iniciativa privada e governamental do país, em continuar usando o mercúrio ao invés de adotarem uma atitude prevencionista visando ao banimento do uso deste produto e a redução e/ou eliminação das emissões.

# 1 MERCÚRIO – INFORMAÇÕES GERAIS

## 1.1 Breve histórico do Mercúrio

O mercúrio é conhecido pelo homem desde a antiguidade. Egípcios, chineses, fenícios e gregos já o utilizavam para a extração do ouro. Tumbas egípcias datadas de antes de 1500 a.C. continham o cinábrio, principal minério do qual se extrai o mercúrio, cuja composição é de Sulfeto de Mercúrio – HgS.

Por desconhecerem as características deletérias inerentes ao mercúrio, vários povos da antiguidade o usaram como remédio para diversos males, como doenças dos olhos, ouvidos, pulmões e intestinos. Na China Antiga, vários imperadores morreram vítimas do mercúrio, pois bebiam o metal acreditando que o mercúrio prolongava a vida. Na Roma Antiga, o mercúrio era usado como cosmético e unguento medicinal para problemas de pele (AZEVEDO, 2003).

Sintomas já aparecem relatados em 370 a.C. por Hipócrates, que observou que os trabalhadores que extraíam metais sofriam de cólicas abdominais (BERINGHS-BUENO, 2005).

Durante a Idade Média o mercúrio foi muito usado pelos alquimistas, que tentavam transformar o chumbo em ouro usando o mercúrio neste processo. O uso medicinal do mercúrio ganhou maior importância a partir do século XVI, quando passou a ser aplicado na tentativa de curar inúmeras doenças, principalmente nas feridas produzidas pela sífilis e como diurético. Em 1557 o francês Jean Fernel descrevia os sinais e sintomas de intoxicação mercurial em pacientes que recebiam o mercúrio como medicamento. Contudo, até o século XIX, o mercúrio ainda era usado como medicamento para desobstrução intestinal e, no século XX, o famoso mercuriocromo foi usado como anti-séptico (AZEVEDO, 2003).

No século XVII surge a primeira legislação de proteção à saúde dos trabalhadores, para controle de doenças provocadas por um agente químico, o mercúrio. A jornada de trabalho nas minas de extração de mercúrio localizada na Iugoslávia foi reduzida de quatorze para seis horas, devido a grande quantidade de trabalhadores que adoeciam pelos seus efeitos tóxicos.

Em 1700, Ramazzini igualmente detalhou as doenças dos trabalhadores das minas de extração de mercúrio e dos trabalhadores de douração de jóias. Em 1721 encontra-se relato de doenças em gengivas e tremores das mãos em mineradores. Em 1861 foram relatados casos graves de estomatites em operários que fabricavam espelhos e de mineradores sem “nenhum dente” (BAIR, 2002).

No século XX aparece o *Mal de Minamata*, conjunto de sintomas e sinais de intoxicação grave derivada da exposição da população de pescadores da cidade japonesa de Minamata que, ao se alimentar de peixes e outros frutos do mar que continham elevados teores de metilmercúrio, passou a desenvolver vários sintomas. Uma fábrica de acetaldeído e de cloreto de vinila usava o mercúrio como elemento catalisador em seu processo de produção, entre 1920 e 1968. Os resíduos de mercúrio eram despejados no estuário que desembocava na Baía de Minamata.

Infelizmente, apesar dos sintomas de intoxicação mercurial já terem sido detectados em 1956 naquela população, a fábrica continuou despejando os resíduos contendo mercúrio até 1968, o que resultou num total de 150 toneladas do produto despejadas na área.

Nos anos 60 e 70, os médicos da região foram constatando um número cada vez maior de efeitos tóxicos em pessoas contaminadas, principalmente nos filhos de mães que ingeriram peixes e frutos do mar da região: ataxia, deterioração da fala, constrição do campo visual, dificuldades auditivas, alterações sensoriais, deficiência mental e paralisia mental.

## **1.2 Características do produto e seus compostos**

O mercúrio é o único metal que se apresenta em estado líquido sob condições normais de temperatura e pressão no ambiente. Apresenta coloração prateada, e sua abreviatura “Hg” vem do latim *Hydrargyrum* (prata líquida).

As diferentes formas do mercúrio são designadas por “espécies”. Assim, temos, além do mercúrio elementar, as espécies de mercúrio inorgânico e de mercúrio orgânico.

### **1.2.1 Mercúrio Orgânico**

Os compostos organometálicos do mercúrio são aqueles que se caracterizam pela união do mercúrio a um ou dois átomos de carbono, por meio de ligação covalente, o que permite a formação de substâncias com moléculas quimicamente muito estáveis, não sendo rompidas em contato com água ou ácidos e álcalis fracos (AZEVEDO, 2003).

Entretanto, alguns dos compostos organomercuriais, como o nitrato e o sulfato, são bem solúveis em água e os cloretos, apesar de não apresentarem tal característica, são facilmente solúveis em solventes orgânicos (AZEVEDO, 2003).

Os compostos organomercuriais, do ponto de vista toxicológico, apresentam maior relevância, dada sua característica lipossolúvel, atravessando as barreiras hematoencefálica e placentária, tendo efeito teratogênico (AZEVEDO & CHASIN, 2003).

Os compostos organomercuriais são os seguintes: cloreto de metilmercúrio, iodeto de metilmercúrio, nitrato de metilmercúrio, dimetilmercúrio, dietilmercúrio, cloreto de etilmercúrio, fosfato de etilmercúrio, acetato de fenilmercúrio, hidróxido de fenilmercúrio, acetato de toluilmercúrio, acetato de metoxietilmercúrio e cloreto de metoxietilmercúrio (AZEVEDO, 2003).

### **1.2.2 Mercúrio Inorgânico**

Os compostos mercuriais inorgânicos são diversos: fluoretos, cloretos, brometos, iodetos, hidretos, óxidos, sulfeto, selenito, telurito e nitrato (AZEVEDO, 2003).

### **1.3 Principais usos e ocorrências**

Do minério conhecido como cinábrio ( $\text{HgS}$  – sulfeto de mercúrio), que é triturado e seco, são extraídas ligas de mercúrio pelo aquecimento do minério em fornos rotatórios, na presença de oxigênio ou de óxido de ferro, em temperaturas variáveis entre 500 e 600°C (HACON & AZEVEDO, 2006).

Tais operações não se dão no Brasil, uma vez que este país não possui minas de cinábrio ou outros minérios dos quais se possa extrair o produto comercialmente. Assim, até o presente o Brasil não possui reservas de mercúrio e não existem dados de sua produção (BRASIL, 2003).

O Brasil importa o mercúrio manufaturado, sendo que a Comissão Nacional de Segurança Química indicava uma importação na média de 58,8 toneladas de mercúrio, no período de 1998 a 2001. O composto químico com maior volume de importação apontado em 2003 por esta comissão foi o cloreto mercurioso, que apresentou aumento ano após ano.

As importações de mercúrio destinam-se aos seguintes setores, conforme a referida comissão:

- revendedoras 83%;
- odontologia 10,4%;
- químico 5,5%;
- termômetros 0,9%;
- lâmpadas 0,2%.

Evidencia-se, conforme se verifica acima, que os dados oficiais encontravam-se defasados e não explicavam a disparidade entre os números relacionados com o mercúrio consumido por diversos setores do país e as toneladas médias importadas oficialmente declaradas. Só para se ter um exemplo, Hacon & Fausto (2006) indicam que só nas áreas de mineração de ouro, na Amazônia, entre 50 e 70 toneladas de mercúrio são utilizadas por ano.

Os principais setores que usam o mercúrio no Brasil são: garimpo, indústria de cloro-soda, fabricação de aparelhos elétricos, instrumentos científicos, lâmpadas fluorescentes, catalisadores, odontologia, laboratórios de pesquisa, de análises químicas e biológicas, indústria farmacêutica, refino do petróleo, fabricação de ácido acético e de acetaldeído (a partir do acetileno) e indústrias de papel (AZEVEDO, 2003; HACON & AZEVEDO, 2006).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT possui uma norma específica para classificação de resíduos perigosos, a NBR 10004/04, que veio a substituir a norma de igual numeração, que datava de 1987 (ABNT, 2004).

Tal norma classifica os rejeitos de mercúrio como resíduo perigoso e, dentre as diversas possibilidades de classificação, segundo os tipos de processos, temos a que se seguem:

- **Anexo A** - Resíduos perigosos de fontes não específicas:

Tipo de resíduo: Lâmpada com vapor de mercúrio após o uso.

Código do resíduo: F044, tendo como característica da periculosidade ser tóxico;

- **Anexo B** - Resíduos perigosos de fontes específicas:

Área: química inorgânica:

Tipo de resíduo: Lamas de purificação de salmoura, provenientes de células de mercúrio em unidades de produção de cloro, onde não se faz a pré-purificação da salmoura.

Código do resíduo: K071, tendo como característica da periculosidade ser tóxico;

Tipo de resíduo: Lodos provenientes do tratamento de efluentes líquidos originados no processo de produção de cloro em células de mercúrio.

Código do resíduo: K106, tendo como característica da periculosidade ser tóxico;

Tipo de resíduo: Lodos do tratamento de águas residuárias da produção do monômero de cloreto de vinila que utiliza como catalisador o cloreto mercúrico num processo à base de acetileno.

Código do resíduo: K175, tendo como característica da periculosidade ser tóxico;

Área: fabricação de tintas:

Tipo de resíduo: Resíduos provenientes de etapas de limpeza com solventes empregadas em processos de produção de tintas.

Código do resíduo: K078, tendo como característica da periculosidade ser tóxico;

Tipo de resíduo: Efluentes líquidos provenientes de etapas de limpeza ou materiais cáusticos gerados em processos de produção de tintas.

Código do resíduo: K079, tendo como característica da periculosidade ser tóxico;

Tipo de resíduo: Lodos provenientes do tratamento de efluentes líquidos originados no processo de produção de tintas.

Código do resíduo: K081, tendo como característica da periculosidade ser tóxico;

Tipo de resíduo: Lodos ou poeiras provenientes do sistema de controle de emissão de gases empregado na produção de tintas.

Código do resíduo: K082, tendo como característica da periculosidade ser tóxico;

- **Anexo C** - Substâncias que conferem periculosidade aos resíduos

- Acetato de fenilmercúrio, sob código P092;

- Fulminato de mercúrio, sob código P065;

- Mercúrio, sob código U151;

- Mercúrio (compostos de mercúrio), sem código.



## **2 ASPECTOS TOXICOLÓGICOS**

### **2.1 Toxicocinética**

O organismo humano apresenta três vias de absorção do mercúrio: o mercúrio orgânico geralmente é absorvido por via digestiva. O vapor de mercúrio tem absorção predominante pela via pulmonar e também por via dérmica (WHO, 2003).

Os compostos orgânicos do mercúrio são lentamente absorvidos pela epiderme e mais rapidamente pela respiração e pela digestão. Alguns compostos mercuriais do grupo alquila são muito voláteis e, assim, são rapidamente absorvidos pela respiração.

Depois de absorvidos os compostos orgânicos mercuriais, uma pequena parte é biotransformada na forma inorgânica e é retida nos rins e, em menor proporção, no fígado, baço, pulmões, coração, intestino e no sistema nervoso (LARINI, 1999).

As maiores quantidades de mercúrio orgânico ficam armazenadas no fígado e no cérebro (LARINI, 1997).

Neste último, o mercúrio concentra-se mais na substância cinzenta das áreas occipital, parietal e cortical, além de algumas áreas dos núcleos do tronco cerebral e do cerebelo (OGA, 1996).

Cerca de 80% do vapor de mercúrio é absorvido pelos pulmões e atinge rapidamente a corrente sanguínea, devido à sua elevada difusão e lipossolubilidade, sendo distribuído por todo o organismo humano e penetrando rapidamente em células e tecidos. Nas hemácias, o mercúrio é oxidado em compostos orgânicos. A exposição crônica aos vapores de mercúrio tem como órgãos-alvo os rins e o sistema nervoso central (HACON & AZEVEDO, 2006; BERINGHS-BUENO, 2005).

Quantidades mínimas de mercúrio elementar e de mercúrio inorgânico são eliminadas, inalteradas, pela urina. A excreção fecal ocorre principalmente pela via biliar, sendo mais significativa para os compostos alquilmercuriais. Quantidades pequenas de mercúrio são eliminadas pela saliva, suor e lágrimas (OGA, 1996).

### **2.2 Toxicodinâmica**

A intoxicação crônica aos vapores de mercúrio apresenta, inicialmente, sintomas relativos à perda de peso e fraqueza muscular, anorexia, dores diversas e astenia. Os sinais e sintomas gastrointestinais são variados e pode aparecer o gosto metálico, gengivite, amolecimento e queda dos dentes, disfagia e dor à mastigação, cólicas intestinais,

hemorragia digestiva alta ou baixa, hepatomegalia, gosto metálico, manchas gengivais e de palato e ulceração da mucosa oral, dentre outros (HACON & AZEVEDO, 2006, apud ASTDR, 1994).

Quanto ao mercúrio orgânico, por apresentar afinidade com os grupos tióis, prejudica a monoamino-oxidase, aumentando a disponibilidade de serotonina, tendo como resultado distúrbios neuropsíquicos (LARINI, 1999).

Os compostos alquilmercuriais provocam reações mais exacerbadas no sistema nervoso central, levando à ataxia, debilidade, acrodinia e dormência dos dedos. Especificamente, a acrodinia aparece nas exposições a Acetato de Fenilmercúrio e ao Metoxietilmercúrio (LARINI, 1999).

### 3 EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL

Diversas profissões possibilitam a exposição ao mercúrio, sendo que a via de entrada principal do produto no organismo do trabalhador é por inalação, dado que o mercúrio evapora em temperatura ambiente e, quanto mais quente o local de trabalho, maior a quantidade evaporada e, portanto, maior o risco de inalação.

As diferentes formas de apresentação do mercúrio também oferecem um risco maior de exposição, pois, além da forma de mercúrio metálico, cujos vapores são inodoros e incolores, ou seja, o trabalhador não tem noção de que está inalando tais vapores, temos diversos compostos inorgânicos em uso (cloreto de mercúrio –  $\text{HgCl}_2$ ; sulfeto de mercúrio –  $\text{HgS}$ ; cloreto mercurioso –  $\text{Hg}_2\text{Cl}_2$ ), e diversos compostos orgânicos (cloreto de metilmercúrio –  $\text{CH}_3\text{HgCl}$ ; metilmercúrio –  $\text{Hg}(\text{CH}_3)_2$  e acetato de fenilmercúrio –  $\text{C}_6\text{H}_5\text{HgO}_2$ ), sendo os orgânicos de fácil solubilidade na água e nos tecidos adiposos do corpo humano, transpondo as barreiras hematoencefálica e placentária. Já o mercúrio inorgânico concentra-se nos rins, danificando os néfrons (AZEVEDO, 2003).

A exposição ocupacional ao mercúrio metálico resulta numa doença conhecida como *Síndrome de Eretismo*, cujos sintomas mais relatados são *irritabilidade, ansiedade, labilidade de humor e alteração da sociabilidade, timidez, falta de interesse pela vida, e baixa auto-estima seguida de depressão, delírio, alucinações, cansaço e desânimo, perda de memória* (MEDRADO-FARIA, 2003, p. 118).

Tais sintomas são compatíveis com a inibição que o mercúrio causa na enzima monoamino-oxidase, o que resulta no acúmulo de serotonina no organismo, diretamente ligada a distúrbios neuropsíquicos (AZEVEDO, 2003).

Segundo Medrado-Faria, as manifestações verificadas nos trabalhadores variam conforme duas etapas: 1) durante o período em que o trabalhador está em atividade e exposto ao mercúrio e 2) após seu afastamento, quando não mais se encontra exposto ao produto.

Na primeira situação, além dos sintomas clássicos da *Síndrome de Eretismo*, o trabalhador apresenta manchas na gengiva, gosto metálico na boca, amolecimento e queda de dentes, tremores, alterações de fala e de escrita e mercúrio na urina ( $\text{HgU}$ ). Medrado-Faria (2003) apud Smith et al (1983) constataram nos trabalhadores da indústria de cloro e soda o déficit da memória de curto prazo associada à alta concentração de mercúrio urinário. No mesmo estudo de Smith et al (1983), notaram que, mesmo em concentrações consideradas de baixa exposição, ocorria redução da capacidade de memória.

Azevedo (2003) comprova que, mesmo em concentrações baixas de mercúrio no ambiente de trabalho, os trabalhadores apresentam tremores. Exemplifica indicando que

trabalhadores que ficaram expostos por mais de quinze anos a concentração de apenas 0,026 mg/m<sup>3</sup> apresentaram tais sintomas.

Na segunda situação citada por Medrado-Faria (2003), ou seja, após o afastamento do trabalhador, quando este não mais se encontra exposto ao produto, há persistência do eretismo, apesar dos valores de mercúrio na urina apresentarem normalidade. Diminuem os tremores e a gengivite, mas os sintomas ligados às funções cognitivas e emocionais podem permanecer, ou até mesmo se intensificar. Continuam os seguintes sintomas: irritabilidade, ansiedade, alteração do humor e cansaço; há intensificação da depressão, perda de memória, cefaléia, fraqueza e dores generalizadas, além de alterações do sono.

Muitas destas manifestações já são reconhecidas pelo Governo Federal Brasileiro desde 1999, após a publicação da Lista de Doenças Relacionadas ao Trabalho, sendo que dois ministérios já possuem legislações específicas para tal reconhecimento: o MPAS – Ministério da Previdência e Assistência Social e o Ministério da Saúde. Eis as doenças já reconhecidas com nexos causais determinados pela exposição ao mercúrio metálico (as letras e números que aparecem após cada doença equivalem ao código da CID-10, Classificação Internacional de Doenças – Versão 10):

### **Síndromes neuropsiquiátricas**

Transtornos de personalidade e comportamento (F07); episódios depressivos (F32); outros transtornos neuróticos (F48.0); transtorno mental não especificado (F099); outros transtornos mentais (F06); ataxia cerebelar (G11.1); outras formas especificadas de tremor (G25.2); transtornos extrapiramidais do movimento não especificados (G25.9); encefalopatia tóxica (G92).

### **Outras síndromes**

Arritmias cardíacas (I49); gengivite crônica (K05.1); estomatite ulcerativa crônica (K12.1); dermatite alérgica de contato (L23); doença glomerular crônica (N03); nefropatia induzida por metais pesados (N14.3).

Testes neurológicos efetuados em cento e vinte trabalhadores no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP, em São Paulo, entre 1997 e 2003, demonstraram que todos se encontravam alterados: *a) distúrbios no exame de potencial evocado auditivo; b) alteração de imagem na avaliação do sistema nervoso central; c) medidas anormais de imunoglobulinas e; d) hipertensão, proteinúria e hematúria nos exames renais* (MEDRADO-FARIA, 2003, p. 123).

Zavariz (2006) realizou um estudo transversal num grupo de 180 trabalhadores expostos a mercúrio metálico e 180 não expostos, todos de uma mesma empresa, aplicando

testes neuropsicológicos, respeitando a homogeneidade com relação às variáveis de sexo, idade, escolaridade e funções desenvolvidas. Os testes foram escolhidos em função da capacidade de detectar alterações funcionais do sistema nervoso central, particularmente na memória, coordenação motora, percepção, atenção, estados afetivos, concentração, rapidez de movimentos e precisão na execução de tarefas.

Os resultados apresentados mostraram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos nos seguintes testes: aptidão mecânica de Léon Walther - TAM (discos, contas, pontilhagem); bateria de atenção concentrada de Toulouse Pierón e Wechsler Adult Intelligence Scale - WAIS (símbolos numéricos) indicando déficits na rapidez de movimentos, destreza manual, coordenação motora, atenção concentrada, eficiência cognitiva, velocidade perceptiva motora (ZAVARIZ, 2006).

Assim, tal pesquisadora comprovou que os testes neuropsicológicos são instrumentos de relevada importância no diagnóstico do mercurialismo ocupacional.

Conforme Almeida & Albernaz (1998), a exposição ocupacional ao mercúrio causa lesões auditivas e vestibulares, mesmo quando os tradicionais exames de laboratório (ou seja, de urina ou sangue) não demonstram níveis de contaminação considerados críticos. As seqüelas auditivas e vestibulares são irreversíveis.

## 4 ASPECTOS RELACIONADOS À SAÚDE PÚBLICA

A principal forma de exposição humana ao mercúrio, em questões de saúde pública, é o consumo de peixes contaminados por metilmercúrio – Hg (CH<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Os peixes carnívoros, por se alimentarem de outros organismos menores em seu ambiente, são os que apresentam os maiores níveis de concentração de metilmercúrio (HACON & AZEVEDO, 2006).

Assim, sempre que um organismo contaminado por mercúrio se encontra em um nível inferior na cadeia trófica, o seu predador absorverá tal quantidade de mercúrio, mas apresentará ainda o que se conhece como biomagnificação, com índices bem maiores de mercúrio em seu organismo (AZEVEDO, 2003).

No final da cadeia trófica está o homem, que acaba por absorver quantidades significativas de mercúrio, ao se alimentar de diversos organismos contaminados, como peixes, frutos do mar, mariscos, além de pássaros e mamíferos que se alimentam de peixes e de ovos de pássaros (AZEVEDO, 2003).

A explicação para tal fato nos dá Nascimento & Chasin (2001), ao indicar que o mercúrio metálico em contato com a água e com microorganismos é transformado em mercúrio orgânico (por exemplo, em metilmercúrio – processo conhecido por metilação). Os sedimentos de rios, lagos e do mar poluídos por mercúrio são perigosos, pois o mercúrio ali confinado pode permanecer ativo para metilação por mais de cem anos depois de interrompida a fonte de contaminação.

Nascimento & Chasin (2001) detalham ainda que fritar e cozinhar o peixe são inúteis, pois o metilmercúrio permanece ligado a todos os seus tecidos (não há como separar uma “parte contaminada” de outra). Assim, o consumo dos pescados contaminados determina a intoxicação das pessoas, pois o processo de acúmulo de metilmercúrio aumenta na medida em que a única fonte de proteínas encontrada por várias pessoas, sobretudo aquelas que vivem nas comunidades ribeirinhas é a dos pescados.

Nas áreas de garimpo brasileiras, este é um dos mais graves problemas de contaminação das populações, sendo os efeitos tóxicos mais expressivos em mulheres grávidas, fetos e crianças, com destaque para a neurotoxicidade. Há também o problema de diagnóstico da intoxicação mercurial por parte dos profissionais da área de saúde regionais, uma vez que outras doenças típicas da região, como a malária (endêmica), apresentam alguns dos sintomas dos intoxicados por mercúrio (HACON & AZEVEDO, 2006).

O primeiro desastre ambiental relacionado ao mercúrio, com graves efeitos deletérios à saúde pública, de repercussão mundial, ocorreu por volta de 1953 na Baía de Minamata, no sudoeste do Japão. Como já citamos, tratava-se de uma planta química que utilizava sulfato de mercúrio como catalisador para a produção de ácido acético e seus

derivados, e cloreto de mercúrio como catalisador na produção de cloreto de vinila, sendo que o metilmercúrio, a forma mais tóxica para o homem quando a absorção do produto se dá por ingestão, era um subproduto derivado da síntese do acetaldeído.

O metilmercúrio derivado do efluente da indústria despejado na Baía de Minamata contaminou a biota marinha. A população foi contaminada depois de ingerir os peixes e outros frutos do mar do local.

A "Doença de Minamata", como conhecida em todo o mundo, foi descoberta em 1956, quando uma criança foi hospitalizada com mãos e pés paralisados, sendo então encontrados vários casos similares, atingindo níveis epidêmicos. Desde 1953 fatos até então inexplicáveis estavam sendo observados em Minamata: um número de pessoas passou a sofrer entorpecimento de seus dedos, lábios e língua; mortes de peixes e mariscos foram observadas, enquanto pássaros e gatos morriam violentamente com desordens nervosas. Por volta de 1960, 111 pacientes já haviam sido identificados. A mortalidade foi de cerca de 20% e os sobreviventes ficaram permanentemente incapacitados.

Até 1997, o número de vítimas fatais já havia chegado a 887, sendo que mais 2200 casos da "Doença de Minamata" tinham sido registrados (MICARONI et al, 2000).

No Iraque, em 1962 e em 1972, foram registrados milhares de casos de intoxicação por um fungicida organomercurial, com quase 500 óbitos, após famílias prepararem pão com sementes de trigo e centeio preservadas pelo referido fungicida.

Os compostos organomercuriais são divididos em três grupos principais: alquil, aril e alcoxilalquil. Exemplos: cloreto de etilmercúrio, acetato de fenilmercúrio, nitrato de fenilmercúrio, cloreto de metoxietilmercúrio e hidróxido de etoxietilmercúrio (LARINI, 1999).

No Brasil, os compostos alquilmercuriais foram proibidos a partir de 1975, mas os compostos aril e alcoxilalquilmercuriais continuaram sendo produzidos e comercializados até 1980, ocasião em que a Secretaria de Defesa Sanitária Vegetal do Ministério da Agricultura proibiu o emprego de todos os compostos organomercuriais, dados os seus efeitos nocivos no sistema nervoso central dos humanos, além de sua capacidade de transpor a barreira placentária (LARINI, 1999).

Um estudo efetuado entre 1992 e 1993 para a Secretaria Estadual de Saúde com 200 crianças que viviam na margem do Rio Cubatão constatou um teor duas vezes maior de mercúrio entre as que consumiam peixe do rio, em relação às que não comiam pescado (SANTOS FILHO, 1993).

Entre 1998 e 2000, a pesquisadora e geóloga Luciana Ferrer desenvolveu novas pesquisas quanto ao mercúrio para sua dissertação de Mestrado do Instituto de Geociências da USP (CAMPANILI, 2002), neste trabalho relatou que na área entre os Rios Mogi e Cubatão há cerca de 30 famílias que pescam junto ao mangue, sendo que nos sedimentos desta área encontrou-se níveis de mercúrio acima dos valores permitido.

## **5 MERCADO DO MERCÚRIO NO BRASIL**

Segundo dados da ABILUX - Associação Brasileira da Indústria de Iluminação, a importação anual de mercúrio brasileira atinge 300 toneladas. Tal quantidade difere dos dados oficiais que indicam uma quantidade de importação/ano bem inferior, variando de trinta e poucas toneladas até aproximadamente oitenta toneladas.

Nos itens a seguir indicamos algumas das áreas principais de uso do mercúrio no Brasil e estimativas de quantidades anuais.

### **5.1 Garimpo de Ouro**

Já se sabe há muito tempo que o mercúrio tem a capacidade de formar amálgamas com outros metais, o que faz com que seja utilizado mercúrio em grandes quantidades no garimpo para captura de ouro contido nos sedimentos pelo simples contato.

Quando o garimpeiro quer separar o ouro do mercúrio, aplica uma chama de maçarico sobre a amálgama (mercúrio+ouro), fazendo com que o mercúrio se evapore, permanecendo apenas o ouro no recipiente.

Há estimativas de que para cada quilo de ouro garimpado em rios, é usada uma quantidade média de um quilo e meio de mercúrio. Na década de 1980 a 1990, por exemplo, 1.080 toneladas de mercúrio metálico foram despejadas nas áreas de garimpo, considerando os dados oficiais.

A estimativa é de que aproximadamente 130 toneladas de mercúrio são anualmente usadas na Região Amazônica, principal área de garimpo de ouro no Brasil. Tal estimativa, contudo, é certamente sub-dimensionada, pois é sabido que parte do ouro é ilegalmente contrabandeada para fora do país e, assim, a quantidade de mercúrio usada para se formar amálgamas é maior.

Segundo Hacon & Azevedo (2006), apud Malm (1998), as regiões de garimpo da Amazônia Brasileira receberam, nos últimos 25 anos, um total de 2.500 toneladas de mercúrio, o que daria uma média de 100 toneladas por ano.

A evaporação do mercúrio da amálgama permite que o metal seja disperso pelo vento, atingindo comunidades vizinhas à área, podendo o mercúrio se fixar na copa de árvores, telhados, plantas e solo, além de atingir rios.



## **5.2 Indústrias de Cloro-Soda**

O processo de célula de mercúrio (tipo Castner-Kellner, de 1892) foi introduzido no final do século XIX, sendo que em 1898 começou a funcionar na Bélgica a primeira fábrica de soda cáustica e cloro do mundo pelo processo de eletrólise de sal. A tecnologia de células de mercúrio é a mais antiga, menos eficiente energeticamente e muito mais poluidora que outras tecnologias. Seu processo de produção já foi considerado tão ruim que no Japão esta tecnologia já está proibida (ACPO, 2006).

As fábricas de cloro-álcali que fazem uso de células de mercúrio são as fontes de poluição industriais mais representativas do produto, conforme relata Azevedo (2003).

Fausto (2003) indica que na produção de soda cáustica (NaOH), para cada tonelada do produto produzida ocorre uma perda atmosférica de 450g de Hg. No entanto, as indústrias de cloro-soda, representadas pela ABICLOR, relatam perdas bem inferiores, situadas em 15,25g de Hg para cada tonelada de Cloro produzida e uma perda atmosférica de 3,22g de Hg para cada tonelada de cloro produzida (ABICLOR, 2002).

Segundo informações da ABICLOR (2002) o Brasil produz 325.000 toneladas de cloro por ano usando a tecnologia de mercúrio. Se considerarmos as cinco (05) empresas existentes no Brasil, que fabricam cloro-álcalis com a tecnologia obsoleta de células de mercúrio, podemos estimar valores aproximados de emissões.

Se a perda das células de mercúrio for realmente de 15,25 gramas para cada tonelada de cloro produzida, segundo tal fonte, isto resultaria em 4.956.250 gramas, ou 4.956 quilos por tonelada de cloro e, arredondando tal valor, teríamos 5 toneladas de mercúrio perdidas anualmente nas células que têm que ser repostas no processo. Quanto à perda atmosférica, indicada pela ABICLOR como de 3,22 g de Hg para cada tonelada de Cloro produzida, temos 1.046.500 gramas, ou 1.046 quilos, ou seja, mais de uma tonelada de perda de mercúrio por ano, nas células.

Segundo Lacerda et al (2006) as indústrias de cloro-álcali brasileiras contribuem com 17 toneladas por ano das emissões de mercúrio para a atmosfera no país, ou seja, dezessete vezes maior que a quantidade reconhecida pela ABICLOR.

### **5.2.1 Destinação de resíduos com mercúrio (lama mercurial)**

Uma importante indústria de cloro-álcalis do Estado de São Paulo destinava seus resíduos mercuriais para uma empresa de reciclagem de mercúrio em Paulínia, região de Campinas no mesmo Estado. A empresa, no ano de 2004, foi obrigada a abandonar a destilação destes resíduos, depois que foi constatada a contaminação dos ambientes no entorno da empresa de reciclagem. Foram detectados até 1.352 ng/m<sup>3</sup> de mercúrio no ar do

ambiente bem próximo de uma escola de educação fundamental e também em outros pontos do entorno da empresa de reciclagem para onde também era destinadas grande quantidade de lâmpadas fluorescentes. Certamente que a contaminação se alastrou de tal maneira que os trabalhadores da empresa em questão também foram afetados pelo mercúrio.

Ficou patente que esta importante empresa de cloro-soda, reconhecida como exemplo entre aquelas do setor, não possuía meio eficaz de tratamento dos seus resíduos sólidos com mercúrio, quando foi revelado que esta mesma empresa destinou no ano de 2006, para a cidade de Belford Roxo no Estado do Rio de Janeiro, uma carga de 60.000 quilos de lama contaminada com até 6% de mercúrio de seu processo de fabricação de cloro-soda, ou seja, cerca de 3.600 quilos de mercúrio sem qualquer tipo de tratamento. O que antes era destilado e recuperado, hoje não recebe qualquer tipo de tecnologia, aferindo uma periculosidade ainda maior aos resíduos e de risco no seu transporte.

As informações aqui apresentadas além de demonstrar a incapacidade das empresas de cloro-soda gerenciarem corretamente seus resíduos de mercúrio conforme requer a legislação, também deixam claro que há necessidade de monitoramento das empresas recicladoras e das que oferecem serviços de armazenagem (aterros) de resíduos que contêm mercúrio.

Em 2004 e 2006, respectivamente, duas empresas recicladoras de mercúrio foram interditadas pelo Ministério do Trabalho (DRT/SP): a empresa APLIQUIM localizada na cidade de Paulínia, Estado de São Paulo e a BRASIL RECICLE localizada na cidade de Indaial, Estado de Santa Catarina. Ambas as empresas foram interditadas por emitirem para o meio ambiente de trabalho níveis de mercúrio incompatível com a legislação vigente. Posteriormente, após modificarem seus equipamentos e procedimentos estas empresas foram liberadas para funcionar.

Neste ponto podemos concluir que as empresas recicladoras necessitam de rígido e constante controle para se manterem dentro do cumprimento da legislação e também que é necessário implementar esforços para fiscalização da qualidade ambiental de outras recicladoras no Brasil de forma que estas cumpram o seu desejável papel ambiental e não coloquem em risco o ambiente laboral e o meio ambiente e a vida no seu entorno.

Além da necessidade das fiscalizações supramencionadas, existe também o problema da introdução de tecnologias que não foram totalmente verificadas quanto a sua segurança e eficácia, como é o caso de um novo equipamento denominado “papa-lâmpada” que vem sendo utilizado para reciclagem de lâmpadas fluorescentes e promete dar conta da sua destinação. Entendemos, porém, que isso requer análise criteriosa quanto à sua eficiência durante todo o processo. Infelizmente estes problemas têm sido apontados pelo Programa Nacional do Mercúrio no âmbito do Ministério do Trabalho, Delegacia Regional de

São Paulo, que não vem, no entanto, recebendo o necessário apoio do governo federal para que seja expandido para todo o país.

A questão dos aterros será abordada adiante com mais detalhes.

### **5.3 Lâmpadas Fluorescentes**

As lâmpadas fluorescentes, também conhecidas como lâmpadas de mercúrio de baixa pressão, vêm apresentando consumo crescente. As lâmpadas fluorescentes são responsáveis por mais de 70% (setenta por cento) da luz artificial existente no mundo (DIAS & MORAES FILHO, 2006).

Entre 1998 e 2001, o Brasil importou, em média, 3 milhões de unidades de lâmpadas de vapor de mercúrio/sódio (BRASIL, 2003).

No Brasil, após o período entre 2000 e 2001, durante o qual houve ameaça do chamado “apagão” (falta de energia elétrica), o incentivo ao consumo das lâmpadas fluorescentes fez crescer a substituição de lâmpadas incandescentes pelas fluorescentes por parte do público, inclusive através de campanhas que mostravam como as lâmpadas fluorescentes são mais econômicas e mais duráveis do que as antigas lâmpadas incandescentes. Infelizmente essas campanhas não vieram acompanhadas de um marco legal regulatório que previsse a questão do descarte e reciclagem pós-consumo desses produtos.

Atualmente, cada lâmpada fluorescente de 40 Watts (tamanho médio, se considerarmos os demais modelos) apresenta a quantidade de 20 mg de mercúrio em seu interior. O Brasil fabrica algo em torno de 80 milhões de lâmpadas fluorescentes por ano, conforme dados levantados junto à ABILUX - Associação Brasileira da Indústria de Iluminação, por Zanichelli et al (2004).

Segundo estudos da ABILUX, o Brasil importa anualmente cerca de 300 toneladas de mercúrio metálico por ano. Desta quantidade, 1,1 tonelada é utilizada na fabricação de lâmpadas fluorescentes e mistas, de todos os modelos encontrados no mercado. Esta mesma associação indica que a fabricação de lâmpadas no Brasil corresponde ao número de lâmpadas queimadas e quebradas, anualmente, ou seja, na proporção de 1:1 (ZANICHELLI et al, 2004).

Assim, como a maioria de lâmpadas queimadas e quebradas ainda não conta com uma coleta seletiva em nível nacional, quando são descartadas pelos domicílios e estabelecimentos do comércio, seguem para “lixões” e aterros, sendo uma parcela mínima reciclada. Portanto, só em termos de lâmpadas fluorescentes, temos uma estimativa de emissão de 1,1 tonelada de mercúrio por ano no Brasil. A falta de uma regulamentação

rigorosa e eficaz faz de todo processo: indústria, comércio, distribuição, uso e descarte de lâmpadas um mercado extremamente perigoso que coloca em risco a saúde das pessoas que as manuseiam diariamente. O CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, que tem a competência legal de normatizar e estabelecer critérios para esse gerenciamento em âmbito nacional, não emitiu até o momento uma resolução específica sobre o tema.

#### **5.4 Pilhas e Baterias**

Conforme dados levantados pelo Ministério do Meio Ambiente, no Brasil são produzidos aproximadamente 800 milhões de pilhas e 17 milhões de baterias por ano (DIAS & MORAES FILHO, 2006).

Só em São Paulo são descartados 152 milhões de pilhas comuns e 40 milhões de pilhas alcalinas por ano, conforme Afonso, Barandas & Silva (2003). As pilhas alcalinas são as que contêm mercúrio.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, regulamentou em 30 de junho de 1999 a fabricação e o descarte de pilhas e baterias no país, mediante a publicação da Resolução 257/99. Tal resolução determinou em seu artigo sexto que, a partir de primeiro de janeiro de 2001, a fabricação, importação e comercialização de pilhas e baterias deveriam atender aos limites estabelecidos com até 0,010% em peso de mercúrio, quando do tipo zinco-manganês e alcalina-manganês.

No Brasil, cada indivíduo descarta uma média de 10 pilhas/ano, totalizando a preocupante cifra de 170 milhões de pilhas descartadas por ano no país (SCHIO, 2003).

As duas empresas (Eveready e Duracell) fabricantes de pilhas com mercúrio (alcalinas) no Brasil deixaram de fabricar este tipo de pilhas na década de 90 e passaram a importar das matrizes situadas em outros países as pilhas sem mercúrio (ZAVARIZ, 1999). Contudo, com a liberação indiscriminada da importação no país iniciada em 1990, e com o aumento do contrabando, as pilhas com mercúrio, principalmente oriundas da China, são encontradas no comércio e a população consumidora desconhece os riscos provenientes deste tipo de produto. Não há regulamentação nem informação por parte do governo a respeito deste e de outros assuntos que envolvem riscos para todos.

Não existem dados oficiais ou acadêmicos sobre a quantidade de mercúrio em pilhas e baterias no Brasil que se encontram dispostas em aterros e lixões, mas há uma estimativa geral que apresentamos no item 5.8, a seguir, relativa aos produtos que contêm mercúrio e que são despejados nestas áreas.

## 5.5 Odontologia

Em odontologia, o mercúrio usado é o elementar, nas amálgamas dentárias, que apresentam uma composição constituída por prata, estanho, cobre, zinco e mercúrio (RAHDE & SALVI, 1992).

O risco existe em função dos vapores de mercúrio desprendidos durante o manuseio das amálgamas em ambientes fechados, muitas vezes dotados de ar condicionado, o que torna a troca de ar bastante deficiente. Derrames de mercúrio em mesas e pisos, paredes e pisos contendo frestas, móveis constituídos por materiais permeáveis e resíduos das amálgamas nos instrumentos usados acabam se tornando fontes de contaminação de mercúrio, possibilitando o desprendimento constante de vapores do metal no ambiente odontológico.

Glina et al (1997) indicam outras situações no consultório odontológico que permitem a exposição dos profissionais (auxiliares e dentistas), como “torção na camurça para remoção do excesso de mercúrio do amálgama, uso de amalgamadores mecânicos e remoção a seco de restaurações antigas com canetas de alta rotação”.

As mesmas autoras indicam, apud Sikorski et al. (1987), efeitos gametotóxicos, mutagênicos e embriofetopatogênicos do mercúrio elementar. O pessoal do sexo feminino, ocupacionalmente exposto em consultórios odontológicos, mostra “índices significativos de abortos espontâneos, natimortos, má-formação congênita e desordens menstruais em comparação com o grupo controle”.

Na Suécia, o amálgama dentário contendo mercúrio vem sendo substituído desde 1997 (BERINGHS-BUENO, 2005 apud PASCALICCHIO, 2002).

São consideradas ligas convencionais aquelas que atendem à especificação nº 01 da *American Dental Association*, ou seja, que contêm prata = mínimo de 65%; estanho = máximo de 29%; cobre = máximo de 6,0%; zinco = máximo de 2,0% e mercúrio = máximo de 3,0% (ROSA & PAZIM, 2006).

Em estudo realizado no Brasil referente a fontes e usos de mercúrio (OLIVARES, 2003, apud FERREIRA & APPEL, 1991), determinou-se que 70% dos dentistas utilizam amálgamas com mercúrio e fazem, em média, 30 obturações por mês utilizando 2g de amálgama por obturação. Teríamos, então, 3% de 2g do amálgama constituído por mercúrio, ou 0,06g de Hg por obturação (OLIVARES, 2003).

Segundo a ABO – Associação Brasileira de Odontologia (ABO, 2006), o Brasil possui 200 mil cirurgiões-dentistas em atividade.

Considerando um consumo médio de 1,8g de Hg por dentista/mês, ou seja, 19,8g de Hg por dentista/ano (1,8g x 11 meses, pois um mês é de férias), arredondamos o valor para 20g de Hg por dentista/ano.

Levando em conta 140 mil dentistas usando mercúrio nos amálgamas (70% de 200 mil dentistas), teremos, em um ano, um consumo médio de mercúrio de 2,8 toneladas por ano no ramo odontológico do país.

## **5.6 Produção de aço e ferro**

As estimativas brasileiras de emissão de mercúrio para a atmosfera são baseadas nos dados de Lacerda et al (2006), que indicam 12 toneladas por ano.

## **5.7 Pirometalurgia do Chumbo, Zinco e Cádmio**

As estimativas brasileiras de emissão de mercúrio para a atmosfera são baseadas nos dados de Lacerda et al (2006), que indicam 4,5 toneladas por ano.

## **5.8 Aterros sanitários e lixões**

Segundo Teves (2001), 4% da composição do lixo coletado na cidade de São Paulo é formada por metais. Essa autora cita que o mercúrio foi encontrado em composto orgânico do lixo domiciliar, na Usina de Novo Horizonte (SP), em teor de 0,82µg/g e entre 0,1 e 0,54µg/g nas Usinas de Compostagem de Vila Leopoldina e São Mateus, na cidade de São Paulo. Tais dados são relativos a meados dos anos 90.

Sisinno & Oliveira (2000) indicam que a quantidade de mercúrio encontrada em chorume de aterros e lixões é entre 0,0001 a 0,01mg/l, baseando-se em dados de estudos desenvolvidos no início dos anos 90 nos EUA.

Se levarmos em consideração a existência de centenas de áreas contaminadas por resíduos perigosos no Brasil, que vêm sendo cadastradas pelo governo federal e alguns governos estaduais, vemos a relevância do tema em relação a este relatório.

Apenas no estado de São Paulo, são milhares de áreas contaminadas cadastradas pela CETESB (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2006), sendo 224 (duzentas e vinte e quatro) especificamente contaminadas com metais pesados, abrangendo comércio, indústria e áreas de disposição de resíduos abandonadas.

Na região da Baixada Santista, o mercúrio é encontrado em diversos lixões que foram formados entre os anos 60 e 90, como o Lixão de Pilões, Lixão da Alemoa, Lixão da CODESP, Lixão de Sambaiatuba, além da área do Parque Industrial de Cubatão, a área de Conceiçãozinha (no município de Guarujá) e até em Praia Grande na Vila São Jorge e Jardim Quietude (GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2001).

Mais recentemente, Olivares (2003), ao estudar as emissões de mercúrio na cidade de Paulínia (SP) demonstrou que o aterro sanitário da cidade tem relevância na emissão de mercúrio, dado que o aterro recebe produtos, como termômetros e lâmpadas e os gases gerados pela decomposição dos produtos no meio da terra e areia são liberados para a atmosfera por meio de drenos.

Contudo, como não foi possível estimar a quantidade de gases emitidos pelo aterro, Olivares (2003) adotou outro critério: a emissão de 0,1g de mercúrio emitido por habitante por ano, segundo Innanen (1998), conforme o estudo deste último pesquisador para estimar “a quantidade de mercúrio antrópico emitido para atmosfera a partir de aterros sanitários em Ontário”.

Assim, Olivares (2003) determinou, segundo o fator de emissão citado por Innanen (1998), uma quantidade de mercúrio emitida pelo aterro de Paulínia de aproximadamente 70 kg por ano, considerando a população das cidades que despejam seus resíduos neste aterro (Americana, Sumaré, Hortolândia, Jaguariúna, Vinhedo e Capivari), bem como uma emissão de 3,45 kg de mercúrio para a cidade de Paulínia, no que diz respeito aos Resíduos de Serviços de Saúde incinerados na cidade.

Especificamente para a incineração de Resíduos de Serviços de Saúde, Olivares (2003) estimou uma emissão de 3,45kg de mercúrio para a cidade de Paulínia. No Brasil, já se encontram em operação 589 (Quinhentos e Oitenta e Nove) incineradores com este objetivo, segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, 2005).

Contudo, segundo a mesma fonte, há no Brasil 1.086 (Um Mil e Oitenta e Seis) municípios que queimam os Resíduos de Serviços de Saúde a céu aberto (BRASIL, 2005).

Com tais dados, levando em conta aproximadamente 3kg por incinerador no país, teríamos 1.758 quilos de mercúrio emitidos para a atmosfera por ano, uma vez que o processo de incineração não elimina o mercúrio, mas o transforma em vapor, ou o agrega às cinzas (resíduo final da incineração), que acabam num aterro. Quanto aos resíduos de serviços de saúde queimados a céu aberto (ainda levando em conta 3kg por queima a céu aberto), teríamos 3.258kg de mercúrio sendo emitido para a atmosfera, por ano, no país. Assim, teríamos 5 (cinco) toneladas de mercúrio por ano, considerando estas duas fontes.

Tais dados ainda não levam em conta que nos aterros e lixões há pilhas, baterias e tintas contendo mercúrio. Quanto às lâmpadas, a estimativa do item 5.3, acima, indica 1,1 tonelada por ano.

É preciso deixar claro que a ACPO membro da Aliança Global Anti-Incinerador e Aliança Global para alternativas a Incineração (GAIA) não aceita a incineração de lixo e resíduos perigosos como alternativa para o problema dos resíduos, nem tampouco a disposição de resíduos perigosos, como o mercúrio e seus compostos tóxicos, em aterros sanitários e industriais. E mesmo que fossem exigidas medidas rigorosas de controle pelos órgãos ambientais, estaduais e federais, o mercúrio não se decompõe, continua existindo e, portanto, colocando em risco a saúde humana e deixando o ônus para futuras gerações que terão que pagar caro, devido o risco potencial e pela a administração deste passivo.

Quaisquer anomalias que podem ocorrer num aterro, como o rompimento de uma célula, o vazamento de uma lona de revestimento, a infiltração ou o vazamento de um tanque de chorume, podem colocar a saúde pública em risco, contaminando ar, solo, lençóis freáticos e rios que servem de abastecimento das populações.

Quanto à incineração, a mesma não elimina o mercúrio, apenas permitindo que o produto tome a forma de vapor e se transfira do resíduo para a atmosfera.

A única alternativa considerada segura pela Entidade ACPO é o banimento total e irrestrito do mercúrio, pois, uma vez que não seja mais extraído, nem comercializado não será utilizado e, portanto não serão mais emitidas quantidades adicionais e perigosas para o meio ambiente.

## **5.9 Queima de combustíveis diversos**

Outra fonte antrópica de emissão de mercúrio é a queima de combustíveis. No país, além das emissões veiculares, há a queima de óleo lubrificante contaminado em caldeiras, o uso desse óleo como combustível em embarcações e, mais recentemente, o aumento do uso de gás natural em termoelétricas e em automóveis, mediante a conversão de seus motores.

### **5.9.1 Combustíveis fósseis**

A queima de combustíveis fósseis, ou derivados do petróleo, é uma fonte de mercúrio reconhecida mundialmente. Segundo Lacerda et al (2006), no Brasil, a queima de combustíveis fósseis para a geração de energia representa 4,2 toneladas de emissão de mercúrio na atmosfera, por ano.

### **5.9.2 Gás natural**



Recente pesquisa de Lacerda et al (2006) indica que o uso do gás natural nos diversos setores do país, como nos automóveis, na indústria, nas termoelétricas e no comércio, totaliza 43,7 kg/ano. Contudo, os autores alertam que há uma forte tendência quanto ao aumento do uso do gás natural, uma vez que seu custo é inferior ao dos derivados da destilação industrial do petróleo e há, por parte da Petrobrás, um plano para o aproveitamento do gás natural na Baía de Santos, no litoral de São Paulo, na próxima década. A questão deve ser analisada com profundidade, pois não há uma avaliação sobre os potenciais impactos do mercúrio após a queima do gás. A Petrobrás revela que o gás vindo da Bolívia apresenta níveis de até 0,24 microgramas de mercúrio por normal metro cúbico ( $\mu\text{gN}/\text{m}^3$ ) de gás, sendo aceitável pela empresa até 0,60  $\mu\text{gN}/\text{m}^3$ .

### **5.9.3 Queima de carvão em usinas térmicas**

Conforme o Ministério de Minas e energias existem no Brasil 7 usinas térmicas a base de carvão no Brasil que geram juntas um total de 1415 MW de energia elétrica. São três usinas em Santa Catarina (857MW), três no Rio Grande do Sul (538 MW) e uma no Paraná (20 MW). Não há dados disponíveis sobre o nível de emissão de mercúrio destas usinas. O Ministério aponta que, considerando apenas as reservas nacionais de carvão, há um potencial teórico na matriz energética brasileira para instalação de 28.000 MW em novas usinas, operando com 60% de fator de capacidade médio por 25 anos, ou seja, um potencial 20 vezes maior que o existente atualmente.

### **5.10 Queimadas**

As queimadas são um grave problema ambiental no Brasil. A estimativa é a de que 8,7 toneladas/ano de mercúrio são emitidas para a atmosfera em função desta prática na agricultura, que “têm aumentado significativamente, principalmente na Amazônia e no Cerrado, atingindo cifras de até 25.000  $\text{km}^2/\text{ano}$  em 2003” (LACERDA, 2006).

### **5.11 Incineração, co-processamento e cremação**

Cerqueira e Alves, (1999) e Sanches, (2000), apontam a existência de 10 grandes incineradores no Brasil que, segundo a Associação Brasileira de Empresas de Tratamento de Resíduos, têm hoje (2006) a capacidade para tratar de cerca de 10% de todo resíduo produzido no Brasil.

A Associação Brasileira de Cimento Portland no Brasil revela a existência de 57 fábricas com 118 fornos em operação com capacidade para produzir 54 milhões de toneladas de cimento. Durante a crise do Petróleo, entre 1979 e 1985, as cimenteiras brasileiras se comprometeram com o governo federal a substituir óleo combustível por energia alternativa, e em 1984 chegaram a 90% de substituição com a utilização de carvão mineral, carvão vegetal, gás natural, coque de petróleo, pneus usados, palha de arroz, cavaco de madeira, lenha, casca de babaçu e de dendê. Atualmente, numa segunda fase, as cimenteiras deixaram de pagar pelo combustível alternativo e começaram a cobrar para operar a incineração de resíduos que supostamente teriam o mesmo efeito combustível. Isso, porém, vem causando inúmeras reclamações sobre mal-cheiro e aumento de doenças das populações vizinhas destas instalações que agora operam o que se denomina de co-processamento. No Brasil, entre os anos de 1991 e 2003, foram co-processados cerca de 1,6 milhões de resíduos. Atualmente a indústria indica um potencial para tratar cerca de 1,5 milhões de toneladas por ano, embora esteja proibido o co-processamento de resíduos de saúde, domiciliares, organoclorados, agrotóxicos, radiativos e explosivos.

Os crematórios estão expandindo rapidamente no Brasil. Conforme publicado no sítio do Sindicato dos Cemitérios Particulares do Brasil, em 1999 só havia um crematório em operação em todo o território brasileiro, localizado no município de São Paulo. Em 2004 havia 19, com a grande maioria instalada nos cemitérios particulares, e seis novos projetos em fase de construção. Recentemente o lobby das empresas de cremação conseguiu, em detrimento das boas práticas operacionais e produção de subsídios para fiscalização para proteção à saúde pública, derrubar a obrigação legal de realizar os registros por instrumentos de forma contínua das emissões atmosféricas, o que é considerado entre os ambientalistas da área um retrocesso para o controle da qualidade ambiental.

Importante ressaltar que não existe nenhuma análise pública sobre as emissões destes processos, que indubitavelmente são fontes antropogênicas significativas de emissão de mercúrio.

## **5.12 Estimativa da emissão e uso de mercúrio no país**

Conforme os dados levantados e indicados nos itens anteriores, o Brasil tem uma quantidade anual estimada de uso e emissão de mercúrio que é detalhada na Tabela 1, a seguir:

Tabela 1: Estimativa anual de uso e emissão de mercúrio no Brasil, em toneladas, por setores:

SETOR	USO	QUANTIDADE ANUAL
<b>1. Estimativa do mercúrio de origem externa - importação</b>		
Garimpo de Ouro	Amálgama	130,0
Indústrias de Cloro-Soda	Células de eletrólise	17,0
Lâmpadas Fluorescentes	Componente	1,1
Odontologia	Amálgama dentário	2,8
Aterros sanitários e lixões	Resíduo	5,0
<b>2. Estimativa do mercúrio de origem interna - mineração</b>		
Produção de aço e ferro	Contaminante do Processo	12,0
Pirometalurgia (Pb, Zn, Cd)	Contaminante do Processo	4,5
Combustíveis fósseis e gás natural	Contaminante	4,2
Queimadas	Contaminante	8,7
<b>1. Total estimado em toneladas de origem interna - mineração</b>		<b>29,4</b>
<b>2. Total estimado em toneladas de origem externa - importado</b>		<b>155,9</b>
<b>TOTAL GERAL</b>		<b>185,3</b>

Entretanto, é válido ressaltarmos que a ABILUX - Associação Brasileira da Indústria de Iluminação, indica que a importação anual de mercúrio brasileira atinge 300 toneladas, apesar dos dados oficiais do governo não indicarem tal quantia. Esta diferença deve ser levada em conta devido à inexistência de registros oficiais mais abrangentes e criteriosos. Algumas hipóteses indicam que esta diferença pode estar associada à entrada de mercúrio de forma clandestina no País.

Segundo a publicação denominada “Perfil Nacional da Gestão de Sustâncias Químicas” da CONASQ – Comissão Nacional de Segurança Química/MMA, não temos no Brasil uma quantidade significativa de exportação desta substância. Entretanto, o Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior via Internet, denominado ALICE-Web, da Secretaria de Comércio Exterior (SECEX), do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC) registra a exportação de 17 toneladas, em 1999; 7 toneladas, em 2000; e 25Kg em 2001, de mercúrio para a Argentina (99%).

## 6 PROGRAMA NACIONAL DE MERCÚRIO

O Programa Nacional do Mercúrio foi concebido, sobretudo, pela falta de um levantamento atualizado que permitisse à Delegacia Regional de SP do Ministério do Trabalho implementar medidas no sentido de eliminar a ocorrência de hidrargirismo tanto entre trabalhadores como entre a população em geral.

A tecnologia atrasada aliada às péssimas condições dos ambientes laborais contribuem para o aumento das doenças e dos acidentes de trabalho, e esta condição é agravada pelos efeitos combinados de vários agentes agressivos à saúde.

As principais atividades que representam problemas devido ao uso do mercúrio são: a) produção de cloro e soda utilizando células eletrolíticas de mercúrio; b) produção de lâmpadas fluorescentes e a vapor de Hg; c) indústria de aparelhos de precisão, (termômetros, barômetros, manômetros); d) fabricação de válvulas e interruptores de correntes; e) aparelhos serviços de saúde utilizados para medição de pressão arterial que contêm mercúrio metálico; f) risco potencial das indústrias de tintas, em cuja produção são usados compostos com função bactericida e antiincrustante; g) ramo de ourivesaria onde o mercúrio é usado em amálgama com outros metais na confecção de jóias; h) utilização clandestina de fungicidas mercuriais na agricultura (proibida no Brasil); i) garimpagem de ouro, com predominância no Estado do Pará, onde grande quantidade de mercúrio é perdida no meio ambiente. Essas questões fundamentam a necessidade de um Programa Nacional que defina e proponha políticas eficazes para o gerenciamento do mercúrio no Brasil.

Segundo o documento base do programa redigido pela Delegacia do Trabalho de SP do Ministério do Trabalho, seu objetivo geral é eliminar o uso de mercúrio nos diversos ramos de atividade; e seu objetivo específico é levantar e cadastrar as empresas que usam ou manipulam mercúrio ou produtos contendo mercúrio no Brasil. Numa primeira etapa seria desenvolvido o seguinte trabalho: verificar os resultados das avaliações ambientais do Hg e os resultados dos indicadores biológicos usados para os expostos; verificar as medidas de

proteção coletivas e individuais adotadas; verificar os procedimentos adotados pelos serviços da empresa para avaliação dos trabalhadores expostos ao Hg; fiscalizar os ambientes e condições de trabalho; propor e implementar a substituição do mercúrio; discussão e elaboração de propostas de medidas a serem adotadas.

O Programa obteve um avanço importante na área hospitalar, onde Zavariz aplicou um questionário sobre o uso de termômetros e aparelhos de pressão junto aos hospitais da cidade de São Paulo. No início do trabalho na área hospitalar verificou-se a utilização de um manômetro com Hg, que era usado para medir pressão arterial média invasiva em centros cirúrgicos e unidades e centros de tratamento intensivo. Além de colocar em risco a saúde dos trabalhadores destes setores de atividade, seu uso poderia agravar o quadro de saúde dos pacientes caso estes viessem inalar os vapores desta substância tóxica.

Considerando o elevado risco do uso de manômetros e a necessidade da adoção de medidas eficazes para eliminar qualquer possibilidade de ocorrência de intoxicação, tanto nos trabalhadores expostos como na população geral, e os riscos existentes na manutenção do uso do referido manômetro, foi encaminhado documento ao Ministro de Estado da Saúde, solicitando providências para que determinasse a proibição do uso do manômetro de mercúrio nos estabelecimentos de saúde de todo o território nacional. Para fundamentar melhor a solicitação foi realizado previamente um levantamento de dados em hospitais da cidade de São Paulo (grande capital) e de Vitória (pequena capital).

Por ser de competência da ANVISA/MS – Agência Nacional de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde a adoção de tal procedimento, a agência publicou a Resolução – RE nº 16 no Diário Oficial da União em 07 de julho de 2004. Mesmo com os grandes avanços alcançados em âmbito local pelo Programa Nacional do Mercúrio, isso não foi suficiente para sensibilizar o Governo central para, por exemplo, promover a avaliação da saúde ambiental nas empresas de cloro-álcalis e nas empresas recicladoras de mercúrio em outros Estados da Federação. Sendo que, medidas concretas para a eliminação do uso e redução/eliminação das emissões “não intencionais” antropogênicas de mercúrio são as respostas que os Governos devem dar imediatamente as demandas internacionais pela redução da poluição global e exposição humana ao mercúrio.

## 7 CONCLUSÕES

Os dados existentes sobre o mercado de mercúrio mundial ainda deixam mais dúvidas do que certezas no que diz respeito às quantidades usadas, emitidas, descartadas, encapsuladas, recicladas, importadas e exportadas entre as diferentes nações. Mesmo havendo legislações em vigor que restringem e regulamentam alguns usos do mercúrio no Brasil, que é determinante para torna o uso do mercúrio em garimpos uma operação ilegal devido à falta de documentação requerida e os cuidados ambientais necessários exigidos por lei, é certo que expressivas quantidades do produto continuam à venda irregularmente em mercados na região da Amazônia.

Segundo foi publicado recentemente no jornal O Estado de São Paulo (FIALKA, 2006), o dono de um pequeno comércio de produtos básicos na cidade de Creporizão, no Pará (estado que atualmente abriga a maior atividade de garimpo de ouro no país), vendia livremente frascos de mercúrio aos garimpeiros, pedindo para que seu nome não fosse divulgado na reportagem.

É também Fialka (2006) quem aponta a falta de precisão quanto às quantidades exportadas e importadas, ao comentar que “exatamente quanto de mercúrio vai dos EUA para países mineradores ninguém sabe, porque não há um registro oficial mundial do comércio dessa substância”.

Um claro exemplo é visto nos dados apresentados pelo governo brasileiro que relata que entre 2002 e 2004 a quantidade de mercúrio importada foi de 252 toneladas, enquanto os países que exportaram para o Brasil declararam que a quantidade foi de 122 toneladas (KEANE & GREER, 2006).

No estado da Bahia, sudeste do Brasil, compra-se mercúrio em pequenos frascos nas farmácias, sem qualquer necessidade de registro ou documento. O IBAMA exige documentação que indique qual é o destino e o uso para o mercúrio comprado, mas sabe-se que este é livremente desviado, e que não há fiscalização eficiente.

Se os dados oficiais são conflitantes e imprecisos, o que não dizer quanto ao contrabando de mercúrio? O produto entra na região amazônica, repleta de rios e embarcações, numa área tão extensa que o controle de fronteira simplesmente não consegue coibir tal contrabando. O mesmo artigo de Fialka (2006) indica que:

Segundo estimativas oficiais, o Brasil importou 43 toneladas de mercúrio ano passado. Victor Zveibil, do Ministério do Meio Ambiente, estima que a região amazônica recebe pelo menos 130 toneladas de poluição por mercúrio por ano, o triplo do que é importado legalmente (FIALKA, 2006).

A situação demonstra, pois, um claro descontrole quanto à entrada do mercúrio no país, sobre as quantidades precisas, seu comércio e seu uso.

Quanto ao uso de mercúrio por parte das indústrias de cloro-álcali no Brasil, a legislação brasileira específica para essa área é extremamente parcial e dada as dificuldades nacionais de fiscalização devido a falta de estrutura e manutenção de ultrapassados limites de exposição e padrões de emissão a lei não protege nem a qualidade ambiental e tampouco a saúde da população. Seus termos impedem que novas indústrias deste ramo se instalem com a tecnologia de células de mercúrio (o que já é um pequeno avanço), porém tendenciosamente garante o funcionamento daquelas que já faziam uso de tal tecnologia obsoleta, contraproducente e poluente, implicando na garantia legal de continuidade das importações oficiais de mercúrio para este setor. Embora tal legislação não tenha obtido total regulamentação, não existe outra norma federal que possa substituí-la nesse momento (BRASIL, 2000).

A legalização do uso atual de células de mercúrio na produção de cloro-álcali está na contramão da demanda da sociedade mundial contemporânea, que exige o banimento do mercúrio em todos os seus usos, inclusive pelo fato de já existirem tecnologias alternativas, tais como a tecnologia que não utiliza este metal tóxico na produção de cloro-álcali. Várias indústrias brasileiras, que anteriormente faziam uso da tecnologia de célula de mercúrio já mudaram seus processos de produção para a tecnologia de membrana, comprovando que isso é perfeitamente viável.

Para região amazônica, sobre o *Plano de Ação Regional para Prevenção e Controle da Contaminação por Mercúrio nos Ecossistemas Amazônicos*, que se encontra em elaboração final pela OTCA - Organização do Tratado para Cooperação Amazônica e MMA – Ministério do Meio Ambiente do Brasil, pesam algumas críticas, tanto da Natural Resources Defense Council (NRDC) como da Associação de Combate aos Poluentes (ACPO).

Uma delas é que no escopo do plano encontra-se a afirmação desconcertante de que “Villas Boas (1997) considera que não há alternativa para a extração do ouro de minérios de aluvião que não a da amalgamação com Hg – forma usada pelos garimpeiros em toda a região amazônica” (HACON & AZEVEDO, p. 13, 2006).

O Plano parece desconhecer que já existem diversas tecnologias que dispensam o uso de mercúrio e a amalgamação para as atividades de garimpo. Vários países em desenvolvimento já usam tecnologias para separação do ouro sem mercúrio (África, Ásia e Venezuela), conforme constataram Hinton et al. (2003), Veiga et al. (2006), e Vieira (2006). E a partir destes fatos é inaceitável a degradação ambiental por aplicação de técnicas destrutivas simplesmente por não existir outras, numa tácita negação de incentivo para o desenvolvimento de novas técnicas e práticas não poluidoras para o garimpo brasileiro.

Assim, a única visão aceitável por parte de um Plano de Ação que tem por objetivo o controle e a prevenção do uso de mercúrio na região amazônica é o banimento do mercúrio e a proibição de sua entrada na região, com o concomitante desenvolvimento de novos métodos de garimpagem com a participação e treinamento das comunidades de garimpeiros regionais, que indubitavelmente passarão a compreender melhor que a produção não pode significar poluição ambiental e contaminação da fauna da flora e dos seres humanos.

A ACPO encaminhou sugestões ao plano de ação regional para prevenção e controle da contaminação por mercúrio nos ecossistemas amazônicos, que se encontra em andamento pela OTCA. O documento, juntamente com as sugestões da NRDC – Natural Resources Defense Council, pode ser acessado no site de internet da ACPO em [http://acpo.org.br/campanhas/mrcurio/biblioteca\\_merc.htm](http://acpo.org.br/campanhas/mrcurio/biblioteca_merc.htm).

No que diz respeito a alguns setores brasileiros de produção, que faziam uso do mercúrio em seus processos e atualmente já o abandonou, há de se destacar o exemplo da fabricação de tintas e de pilhas. Segundo Olivares (2003), em consulta a um dos fabricantes de tintas no Brasil (Tintas Coral), “o mercúrio não é mais utilizado, pelo menos por este fabricante, na composição das tintas no Brasil.”

Quanto às pilhas, verificando-se a descrição dos produtos e de sua composição nas embalagens, constatou-se que boa parte dos fabricantes faz questão de indicar que as pilhas atualmente em produção são isentas de mercúrio. O problema, contudo, não se encontra solucionado, pois no Brasil ainda é comum a entrada de pilhas contendo mercúrio por contrabando, sobretudo pilhas produzidas na Ásia. Tais pilhas são muito mais baratas do que as pilhas e baterias nacionais sem mercúrio, o que motiva a compra, realimentando a fabricação e o contrabando.

No que diz respeito às queimadas, o problema continua crítico no país. Milhares de focos de queimada são encontrados por ano no Brasil, uma prática secular que não dá indicativo algum de ser abandonada a curto ou médio prazo pela população, e debelada pelas autoridades, que tentam efetuar um controle, porém sem a energia administrativa necessária e portanto sem sucesso.

A incineração de resíduos domiciliares e de serviços de saúde continua a ser uma prática aceita pela sociedade e pelas autoridades brasileiras, e uma grave fonte de emissão de mercúrio para a atmosfera no país. Há no Brasil 1.086 (Hum Mil e Oitenta e Seis) municípios que queimam os Resíduos de Serviços de Saúde a céu aberto (considerando-se os dados oficiais indicados pelo governo federal), além dos mais de 500 (quinhentos) incinerados oficialmente reconhecidos pelos órgãos ambientais. Termômetros e outros aparelhos que contém mercúrio integram tal tipo de resíduo, além de lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias. Não há, no Brasil, qualquer sinal de que a incineração será proibida, salvo raras iniciativas municipais, que criam leis proibindo o uso da incineração.



Quanto aos aterros sanitários controlados e os lixões, o problema está igualmente longe de uma solução, pois milhares de cidades brasileiras ainda mantêm lixões em operação. Os aterros, apesar de licenciados pelos órgãos ambientais, permitem que o mercúrio permaneça enterrado, oferecendo o risco de contaminação de lençóis freáticos. Os lixões industriais e milhares de áreas contaminadas simplesmente cadastradas, mas sem qualquer tipo de remediação ou realizadas de forma inadequada, é outro sombrio problema no país, permitindo a mesma situação de contaminação de solos e águas subterrâneas pelo mercúrio.

## **Zero Mercury Global Campaign**

**ACPO – Associação de Combate aos Poluentes**  
Coordenação de Saúde Ambiental

**European Environmental Bureau**  
Federation of Environmental Citizens Organisations

### **Projeto Mercúrio Fase I**

#### **Coordenação**

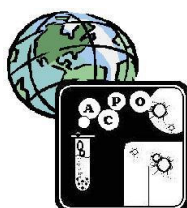
Jeffer Castelo Branco  
Márcio Antonio Mariano da Silva

#### **Pesquisa e edição**

João Roberto Penna de Freitas Guimarães

#### **Revisão**

Jeffer Castelo Branco



**ACPO**  
**Associação de Combate aos Poluentes**  
**Associação de Consciência à Prevenção Ocupacional**  
**CGC: 00.034.558/0001-98**

Rua Av. Pedro Lessa n.º 2672 sala 13 - Embaré  
CEP: 11.025-002 - Santos - SP - BR. – TEL/FAX: (013) 3273 5513  
Internet - <http://www.acpo.org.br> / e-mail – [acpo@acpo.org.br](mailto:acpo@acpo.org.br); [acpo94@uol.com.br](mailto:acpo94@uol.com.br)  
FUNDADA EM 03 DE NOVEMBRO DE 1994

## BIBLIOGRAFIA

ABILUX - Associação Brasileira da Indústria de Iluminação. Reunião do GT CONAMA, agosto/2001.

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 10004/04 – *Resíduos sólidos – Classificação*. São Paulo: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 31 de maio de 2004, 71 p.

ABO - Associação Brasileira de Odontologia. [www.abo.org.br/](http://www.abo.org.br/). Acesso em 10 nov 2006.

AFONSO, Júlio Carlos, BARANDAS, Ana Paula Mauro Gonçalves, SILVA, Gustavo Alves Pinto da *et al.* Processamento da pasta eletrolítica de pilhas usadas. *Quím. Nova*, jul./ago. 2003, vol.26, no.4, p.573-577.

ALMEIDA & ALBERNAZ. Manifestações auditivas e vestibulares decorrentes da exposição ao mercúrio. *Revista Brasileira de Saúde Ocupacional*, São Paulo: FUNDACENTRO, n. 93/94, Vol. 25, p. 93-7, dez.1998.

BAIR, Colin. *Química Ambiental*. Porto Alegre: 2002, 622 p.

BERINGHS-BUENO, Liane Athayde. *Contaminação por metais tóxicos: medicação homeopática como quelante de mercúrio*. São Paulo: Tese (Mestrado) Faculdade de Ciências da Saúde de São Paulo, 2005, 132 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. O tratamento e a disposição final de Resíduos de Serviço de Saúde, 2005. Disponível em:  
[http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/arq/residuos/RSS\\_2005\\_treinamento\\_mma.ppt](http://www.anvisa.gov.br/servicosaude/arq/residuos/RSS_2005_treinamento_mma.ppt)

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. *Perfil Nacional da Gestão de Substâncias Químicas*. Brasília: CONASQ – Comissão Nacional de Segurança Química, 2003, 280 p.

BRASIL. Lei n. 9.976, de 03 de julho de 2000. Dispõe sobre a produção de cloro e dá outras providências.

BRASIL. Resolução 257, de 30 de junho de 1999. CONAMA. Disponível em:  
<http://www.mma.gov.br/conama/res/res99/res25799.html>

CAMPANILI, Maura. 06/09/2002 - *Pesquisa mostra presença de mercúrio no mangue em Cubatão*. O Estado de São Paulo, 06 set. 2002. Caderno C, Cidades.

CDC. National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals – Third Report. Department of Health and Human Services. Centers for Disease Control and Prevention, July 2005, 467 p.

DIAS, Jefferson Aparecido; MORAES FILHO, Ataliba Monteiro de. *Os resíduos sólidos e a responsabilidade ambiental pós-consumo*. Acesso em 18 jun 2006. Disponível em:  
[www.prsp.mpf.gov.br/marilia](http://www.prsp.mpf.gov.br/marilia)

FIALKA, John J. *Garimpos no Brasil põem na atmosfera mercúrio tóxico reciclado nos EUA*. O Estado de São Paulo, 20/04/2006.

GLINA, Débora M. R., SATUT, Blanca T. G. e ANDRADE, Esther 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*. 1997, vol. 13, no. 2, p. 257-267.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. SECRETARIA DO ESTADO DE MEIO AMBIENTE. *Sistema Estuarino de Santos e São Vicente*. CETESB, agosto de 2001.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. SECRETARIA DO ESTADO DE MEIO AMBIENTE. *Áreas contaminadas no Estado de São Paulo*. CETESB, maio de 2006.

HACON, Sandra; AZEVEDO, Fausto Antonio de. *Plano de ação regional para prevenção e controle da contaminação por mercúrio nos ecossistemas amazônicos*. OTCA/MMA, 2006, 95 p.

HINTON, J. *Report To The UNEP GC Meeting, Nairobi, February 2005, On Mercury and Artisanal Gold Mining*. Produced under the Global Mercury Project, Project EG/GLO/01/G34: Removal of Barriers to Introduction of Cleaner Artisanal Gold Mining and Extraction Technologies, 2005.

KEANE, Susan; GREER, Linda. *Carta com comentários quanto ao Plano de ação regional para prevenção e controle da contaminação por mercúrio nos ecossistemas amazônicos da OTCA/MMA*. NRDC - The Natural Resources Defense Council, Sept. 2006.

LACERDA, Luiz Drude de, et al. Emissão de mercúrio para a atmosfera pela queima de gás natural no Brasil. *Quím. Nova*, no prelo, em setembro de 2006.

LARINI, Lourival. *Toxicologia dos praguicidas*. São Paulo: Manole, 1999, 230 p.

LARINI, Lourival. *Toxicologia*. São Paulo: Manole, 1997, 301 p.

MEDRADO-FARIA, Marcília de Araújo. Mercuralismo metálico crônico ocupacional. *Rev. Saúde Pública*, 2003; 37(1): p. 116-27.

MICARONI, Regina Clélia da Costa Mesquita, BUENO, Maria Izabel Maretti Silveira e JARDIM, Wilson de Figueiredo. Compostos de mercúrio. Revisão de métodos de determinação, tratamento e descarte. *Quím. Nova*, 2000, vol. 23, n. 4, p. 487-495.

NASCIMENTO, Elizabeth S. & CHASIN, Alice A. da Matta. *Ecotoxicologia do mercúrio e seus compostos*. Salvador: Centro de Referências Ambientais – CRA, 2001, Cadernos de referência ambiental, v. 1, 176 p.

OGA, Seizi. *Fundamentos de Toxicologia*. São Paulo: Atheneu, 1996, 515 p.

OLIVARES, Igor Renato Bertoni. Emissões antrópicas de mercúrio para a atmosfera na Região de Paulínia (SP), Campinas, SP: Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, 2003, 69 p.

ROSA, Renato Leite; PAZIM, Valéria Pereira. *Apostila*. Belo Horizonte: Escola de Saúde Pública de Minas Gerais, 2006.

SANTOS FILHO, Eladio *et al.* Concentrações sanguíneas de metais pesados e praguicidas organoclorados em crianças de 1 a 10 anos. *Revista de Saúde Pública*, v.27, n.1, São Paulo, fev. 1993.

SCHIO, Regiane. *Pilhas e baterias: um lixo perigoso*. Disponível em: [http://www.redeaguape.org.br/desc\\_artigo.php?cod=32](http://www.redeaguape.org.br/desc_artigo.php?cod=32)

SILVEIRA, Luiz Carlos L., VENTURA, Dora Fix e PINHEIRO, Maria da Conceição N. *Toxicidade mercurial: avaliação do sistema visual em indivíduos expostos a níveis tóxicos de mercúrio*. *Cienc. Cult.*, jan./mar. 2004, vol.56, no.1, p.36-38.

SISINNO, Cristina Lucia Silveira; OLIVEIRA, Rosália Maria de. *Resíduos sólidos, ambiente e saúde – uma visão multidisciplinar*. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002, 142 p.

TEVES, Maria Lucila Ujvari de. *Lixo urbano – contaminação por resíduos de tintas e vernizes*. São Paulo: Ministério do Trabalho e Emprego, Fundacentro, 2001, 124 p.

VEIGA, M., P. Maxson and L. Hylander. *Origin and consumption of mercury in artisanal gold mining*. *J. Cleaner Production* Vol 14., No 3-4, 2006, p. 436-447.

VIEIRA, R. 2006. *Mercury-free gold mining technologies: possibilities for adoption in the Guianas*. *Journal of Cleaner Production* 14, 2006, p. 448-454.

ZAVARIZ, Cecília. *Relatório de Avaliação de Mercúrio no Ar*. São Paulo: Delegacia Regional do Trabalho de São Paulo, 19/10/2004, 32 p.

ZAVARIZ, Cecília. Contribución de los tests neuropsicológicos para el diagnóstico de la intoxicación crónica por mercurio metálico. *Psicol. Am. Lat.*, fev. 2006, n.5, p.0-0.

ZAVARIZ C. *Alterações à saúde produzidas pela exposição ao mercúrio metálico*. São Paulo: 1999. [Tese de Doutorado - Faculdade de Saúde Pública da USP].

ZAVARIZ, Cecília. *Avaliação da utilização industrial de mercúrio metálico no Estado de São Paulo e aplicação de metodologia de intervenção nas condições de trabalho*. São Paulo: 1994. [Dissertação de Mestrado - Faculdade de Saúde Pública da USP].

WHO - World Health Organization. *Elemental mercury and inorganic mercury compounds: human health aspects*. Geneva: 2003, 61 p.