



**GERENCIAMENTO
DOS RESÍDUOS DE
MERCÚRIO NOS
SERVIÇOS DE SAÚDE**

República Federativa do Brasil

Presidente - *Luiz Inácio Lula da Silva*

Ministério do Meio Ambiente - MMA

Ministra - *Izabella Mônica Vieira Teixeira*

Secretária de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental - *Branca Bastos Americano*

Diretora de Qualidade Ambiental na Indústria - *Sergio de Souza Oliveira*

Gerente de Resíduos Perigosos - *Zilda Maria Faria Veloso*

Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA

Diretor Presidente - *Dirceu Raposo de Mello*

Gerente-Geral de Tecnologia em Serviços de Saúde - *Heder Murari Borba*

Coordenadora de Infraestrutura em Serviços de Saúde - *Regina Maria Gonçalves Barcellos*

Agência de Cooperação Internacional do Japão - JICA

Representante Chefe - *Katsuhiko Haga*

Associação Brasileira de Ex-bolsistas Brasil-Japão-ABRAEX

Presidente - *Ogib Teixeira de Carvalho Filho*

ENDEREÇOS

Ministério do Meio Ambiente - MMA

Secretaria de Mudanças Climáticas e Qualidade Ambiental - SMCQ

Esplanada dos Ministérios - Bloco B Sala 801

Brasília/DF70.068-900

Fone:(61) 2028-1320 e Fax: (61) 2028-1759

Site: www.mma.gov.br

E-mail: grp@mma.gov.br

Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA

Gerência Geral de Tecnologia em Serviços de Saúde - GGTES

Setor de Indústria e Abastecimento (SIA) - Trecho 5, Área Especial 57 / Lote 200, Bloco D, sala 5

Brasília/DF71.205-050

Fone: (61) 3462-4014 e Fax: (61) 3462-6895

Site: www.anvisa.gov.br

E.mail: ggtes@anvisa.gov.br

Agência de Cooperação Internacional do Japão - JICA

Endereço SCN Quadra 02 Bloco A Sala 402

Ed. Corporate Financial Center

Brasília/DF70712-900

Fone: (61)3321-6465 e Fax: (61)3321-7565

Site: www.jica.go.jp/brazil

Associação Brasileira de Ex-bolsistas Brasil-Japão - ABRAEX

Endereço SCN Quadra 02 Bloco A Sala 402

Ed. Corporate Financial Center

Brasília/DF70712-900

Site: www.abraex.org.br

A thick red L-shaped bar is positioned in the top-left and bottom-left corners of the page, extending towards the center.

**GERENCIAMENTO DOS
RESÍDUOS DE MERCÚRIO NOS
SERVIÇOS DE SAÚDE**

Brasília, 2010

Coordenação

Tânia Maria Mascarenhas Pinto
Técnica Especializada da Gerência de Resíduos Perigosos SMCQ/MMA

Revisão Técnica

André Luiz Lopes Sinoti
Especialista em Regulação e Vigilância Sanitária GGES/ANVISA

André Gustavo Assumpção Cardoso
Técnico Especializado da Gerência de Resíduos Perigosos SMCQ/MMA

José Augusto Vieira Resende
Técnico Especializado da Gerência de Resíduos Perigosos SMCQ/MMA

Mirtes Vieitas Boralli
Técnica Especializada da Gerência de Resíduos Perigosos SMCQ/MMA

Consultores

Carlos Alexandre Thalheimer
Engenheiro Mecânico

Luiz Drude de Lacerda
Biofísico, PhD

Projeto Gráfico

Bernardo Paraíso Ribeiro de Paiva
Nayra Belle da Costa

Edição e Impressão

Estação Gráfica

*Direitos reservados
Distribuição dirigida
Tiragem: 1.000 exemplares*

Catlogação na Fonte Ministério do Meio Ambiente/Agência Nacional de Vigilância Sanitária

Gerenciamento dos Resíduos de Mercúrio nos Serviços de Saúde / Ministério do Meio Ambiente.
Agência Nacional de Vigilância Sanitária– Brasília: MMA, 2010.
46 p. : il. color. ; 80 cm

Bibliografia

1. Resíduos de Mercúrio. 2. Resíduos de Mercúrio nos Serviços de Saúde. I. Ministério do Meio Ambiente. II. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. III. Agência de Cooperação Internacional do Japão. III. Título.

ISBN 978-85-63879-04-02

Impresso no Brasil / *Printed in Brazil*

Prólogo

Este documento é resultado do Projeto *Follow up* sobre o Gerenciamento dos Resíduos de Mercúrio, uma parceria entre o Ministério do Meio Ambiente (MMA), a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), a Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA) e a Associação Brasileira de Ex-bolsistas Brasil-Japão (ABRAEX).

Dentre as atividades previstas, está a elaboração deste Guia Técnico sobre “Gerenciamento dos Resíduos de Mercúrio nos Serviços de Saúde”, o qual visa a auxiliar na solução dos problemas detectados em relação ao gerenciamento dos produtos contendo mercúrio, proporcionando, aos gestores da área da saúde e do meio ambiente, o acesso a informações sobre gerenciamento de mercúrio metálico e seus resíduos, nos serviços de saúde.

Este Guia Técnico apresenta a complexidade do tema e as possíveis fontes geradoras destes resíduos, bem como alternativas para o seu gerenciamento e o uso da metodologia de Produção mais Limpa e introdução de novas tecnologias, ferramentas importantes para a eliminação, minimização, tratamento e disposição final dos resíduos de mercúrio.

Sumário

INTRODUÇÃO	07
1. ELEMENTO MERCÚRIO	08
2. IMPACTOS NA SAÚDE E NO MEIO AMBIENTE	10
2.1. O mercúrio no meio ambiente	
2.2. Casos de contaminação de mercúrio no meio ambiente	
2.2.1. Minamata-Japão	
2.2.2. Garimpeiros de Serra Pelada-Brasil	
2.3. Contaminação dos alimentos	
2.4. O mercúrio na saúde humana	
2.5. O mercúrio e a saúde ocupacional	
3. GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE MERCÚRIO	18
3.1. Vacina e kits de diagnóstico que contenham mercúrio	
3.2. Termômetro e aparelhos de medir a pressão	
3.3. Amálgamas dentários	
3.4. Lâmpadas de mercúrio	
3.5. Eletroeletrônicos	
3.6. Equipamentos	
3.7. Disposição final	
3.8. Quadro resumo	
4. PRODUÇÃO MAIS LIMPA	33
4.1. Novas tecnologias	
BIBLIOGRAFIA	37
ANEXO	39

Introdução

Resíduo de Serviço de Saúde (RSS) é todo aquele resíduo gerado em qualquer serviço prestador de assistência médica humana ou animal, ou estabelecimentos congêneres, conforme definem as Resoluções ANVISA RDC nº 306/2004 e CONAMA nº 358/2005.

Dentre os mais diversos resíduos gerados nos serviços de saúde, os resíduos contaminados por mercúrio representam um problema de saúde pública e ambiental, causando uma variedade de efeitos nocivos em todo o mundo.

A assistência à saúde tem um importante papel como fonte de mercúrio. O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) incluiu vários produtos e atividades relacionadas com a assistência à saúde entre as “fontes importantes de emissões antrópicas” de mercúrio. Estas fontes incluem lâmpadas fluorescentes, manômetros, termômetros e outros instrumentos; amálgama dental; o próprio tratamento destes resíduos de forma inadequada, que liberam mercúrio no meio ambiente e, também, a incineração de produtos.

No ano de 2009, o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL SENAI/RS) realizou um diagnóstico parcial da geração de mercúrio em hospitais e clínicas médicas. Foram visitados 28 hospitais (5 da rede pública e 23 privados) em 4 estados brasileiros (Rio Grande do Sul, Goiás, Acre e Pernambuco). A metodologia consistiu, basicamente, na aplicação de um questionário contendo perguntas sobre equipamentos, manutenção, destinação e lâmpadas que fazem uso do mercúrio. Deste diagnóstico o CNTL concluiu que:

- todos os hospitais ainda têm equipamentos que utilizam

mercúrio, sendo que 78% dos hospitais da rede privada não estão mais adquirindo equipamentos com mercúrio, optando pelos equipamentos eletrônicos;

- 92% dos hospitais situados nas capitais ou em cidades com mais de 300.000 habitantes conhecem os perigos do mercúrio, porém não sabem o que é feito com o mercúrio descartado;
- apenas 21% conhecem a legislação sobre mercúrio;
- grande maioria (81%) sabe que o mercúrio é um resíduo perigoso e
- 72% busca substituir os equipamentos que usam mercúrio por equipamentos eletrônicos.

Dos equipamentos utilizados nos Serviços de Saúde, que contém mercúrio, 55% são termômetros, 35% são esfigmomanômetros (aparelhos de medir a pressão arterial) e 10% são de produtos químicos de laboratórios.

Existem alternativas ao uso do mercúrio que são seguras e economicamente viáveis para quase todas suas aplicações no cuidado da saúde.

A proposta deste Projeto *Follow up* inclui abordar o gerenciamento do mercúrio e, consequentemente, dos resíduos contendo mercúrio, provenientes dos Serviços de Saúde, tanto médicos como odontológicos, auxiliando a capacitação dos profissionais da área para o correto descarte, armazenamento, coleta, tratamento e disposição final dos mesmos.

1. Elemento Mercúrio

O mercúrio é o único elemento metálico líquido à temperatura ambiente, possui caráter nobre e forma compostos orgânicos e inorgânicos. Bastante raro, porém, com extração e purificação simples, o mercúrio (Hg) ocorre na forma de um mineral, o cinábrio, principalmente no leste europeu, na Espanha, México e Argélia.

Associado ao aumento do uso de Hg, está o aumento da frequência de acidentes ambientais envolvendo esse elemento químico e seus compostos, gerando uma preocupação crescente por parte das autoridades ambientais da maioria dos países.

Ele é o único metal que é líquido à temperatura ambiente, sendo o seu ponto de fusão de $-38,87^{\circ}\text{C}$ (graus Celsius), e o ponto de ebulição de $356,58^{\circ}\text{C}$. Este metal apresenta uma densidade elevada, e ainda possui uma tensão superficial alta o bastante para fazer com que o seja capaz de formar pequenas esferas perfeitas nas rochas e minerais onde é encontrado.

Muitas características mineralógicas simplesmente não se aplicam ao mercúrio pelo fato dele ser líquido. Não se pode, por exemplo, definir o grau de dureza, e ele não possui sequer estrutura cristalina nem plano de clivagem. Quando congelado e submetido a baixas pressões forma cristais no sistema romboédrico, e no sistema tetragonal se submetido a altas pressões.

O uso industrial do mercúrio ainda é bastante amplo

(lâmpadas, termômetros, etc), apesar da proibição em muitos setores, tais como tintas (corantes), agrotóxicos e farmacoquímicos.

O mercúrio estabelece liga metálica facilmente com muitos outros metais como o ouro ou a prata produzindo amálgamas. No ar, altera-se lentamente recobrendo-se com uma película de cor cinza de óxido mercurioso. A 350°C oxida-se mais rapidamente, produzindo óxido mercúrico, de cor vermelha, HgO . É atacado pelo cloro a frio, pelo enxofre a quente, decompõe o ácido sulfúrico e o ácido nítrico. O mercúrio é monovalente sob forma de Hg nos compostos mercuriosos como o Hg_2O e Hg_2Cl_2 e bivalente nos compostos mercúricos como o HgO e o HgCl_2 , HgS e $\text{Hg}(\text{CNO})_2$.

Uma retrospectiva da história do mercúrio, desde a época da alquimia aos tempos atuais, do ponto de vista do desenvolvimento da química como ciência, é um assunto intrigante sendo, este metal, um dos primeiros elementos estudados naquela época.

Desde os primórdios da civilização onde os povos usavam o conhecimento popular primitivo e não-científico o mercúrio era explorado. As antigas civilizações, tais como a chinesa e a indiana, foram as primeiras a terem este metal como alvo de interesse. O metal já foi encontrado em sepulturas datada de 1500 a. C.. Seu nome originou-se do grego, *hydro* que significa água e *argyros*, o nome grego da prata. Os romanos latinizaram o nome para *hidrargirium*, obtendo-se Hg

como o símbolo químico do mercúrio.

O mercúrio pode ser encontrado no meio ambiente associado a outros elementos. O mais comum é o enxofre, com quem forma o minério cinábrio (HgS), composto de cor vermelha ou preta. O mercúrio é obtido pela combustão do sulfeto (HgS) ao ar livre. Não é um bom condutor de calor comparado com outros metais entretanto, é um bom condutor de eletricidade. É insolúvel em água e solúvel em ácido nítrico. Quando a temperatura é aumentada, transforma-se em vapores tóxicos e corrosivos mais densos que o ar. É um produto perigoso quando inalado, ingerido ou em contato dérmico, causando irritação na pele, olhos e vias respiratórias. É compatível com o ácido nítrico concentrado, acetileno, amoníaco, cloro e com outros ametais.



Figura 1. Símbolo do Mercúrio para os alquimistas
Fonte: O Globo



Figura 2. Hg metálico

Desde o século IV a. C., a principal fonte de mercúrio eram as minas de Sesape (Almadén) na Espanha, nas quais era extraído o minério de enxofre. Uma atenção significativa foi dada ao mercúrio na época da alquimia, momento histórico no qual as pessoas se concentravam na procura pela riqueza, utilizando uma idéia de transmutação, mediante operações místicas. Nesta época o mercúrio foi empregado das diversas formas possíveis, desde sua utilização para a extração de ouro e prata até aplicações medicinais. Deve-se considerar que a possibilidade de envenenamento por esse metal na época alquímica era pouco explorada.



Figura 3. Cinábrio, Mina de Almaden.
Colecção do Museu Geomineiro de Madrid.
Foto de Ricardo Pimentel em Abril de 2009

2. Os Impactos na Saúde e no Meio Ambiente

2.1. O mercúrio no meio ambiente

Ciclo biogeoquímico significa o percurso realizado no meio ambiente por um elemento químico. Ao longo do ciclo, cada elemento é absorvido e reciclado por componentes bióticos (seres vivos) e abióticos (ar, água, solo) da biosfera, e às vezes pode se acumular durante um longo período de tempo em um mesmo lugar. É por meio dos ciclos biogeoquímicos que os elementos químicos e compostos químicos são transferidos entre os organismos e, globalmente, entre diferentes locais do planeta. O estudo e a compreensão dos ciclos biogeoquímicos pode ajudar a identificar potenciais impactos ambientais causados pela introdução de substâncias potencialmente perigosas nos diversos ecossistemas. O ciclo biogeoquímico do mercúrio está demonstrado na Figura 4.

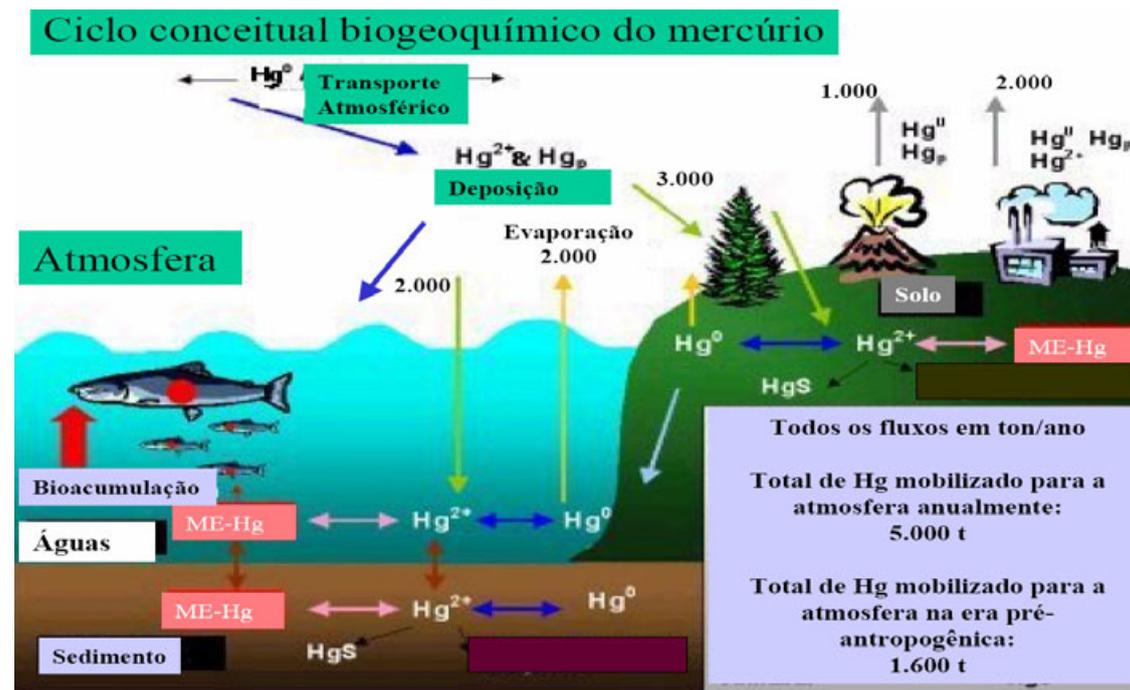


Figura 4. Ciclo biogeoquímico resumido do Hg na biosfera.

Se descartado entre os resíduos comuns, o mercúrio, inevitavelmente, atingirá os compartimentos ambientais, onde poderá sofrer mobilização em rios, lagos ou no solo úmido, e sofrer transformação em mercúrio orgânico (metilmercúrio), altamente tóxico, por organismos aquáticos. Esta substância, em níveis extraordinariamente baixos, causa danos ao sistema nervoso, tem alta persistência e se acumula em animais, peixes e no meio ambiente global. A maioria do mercúrio encontrado em lagos, riachos, rios e oceanos vêm da atmosfera. O vento o transporta a grandes distâncias, por isso mercúrio pode ser encontrado no ar. Ele é transferido do ar para o solo e águas, principalmente através da precipitação (chuva, neve, granizo etc.) contaminando lugares remotos, a centenas de quilômetros da origem do escape.

Algumas das formas de liberação antropogênica do mercúrio são:

- quebra de tubos e derramamento de mercúrio líquido dos equipamentos e aparelhos;
- quebra de lâmpadas contendo mercúrio;
- disposição final indevida de material de consumo domiciliar contendo mercúrio;
- manuseio e descarte indevido de resíduos industriais, garimpo, médicos, odontológicos, químicos, militares etc.

2.2. Casos de contaminação de mercúrio no meio ambiente

2.2.1. Minamata-Japão

Um caso clássico de intoxicação por mercúrio ocorreu, em 1953, na cidade de Minamata, no Japão, quando 79 pessoas morreram em consequência direta da intoxicação por mercúrio. Minamata é uma região de pesca, e a maioria dos doentes vivia dessa atividade, consumindo peixes regularmente. Com o passar do tempo, começaram a sentir sintomas como perda de visão, descordenação motora e muscular. Mais tarde, descobriu-se que as deficiências eram causadas pela destruição dos tecidos do cérebro, em razão da contaminação por mercúrio. Até então, não se sabia de que maneira a contaminação havia ocorrido.



Figura 5. Doente contaminado com Hg em Minamata
Fonte: <http://pligrafias.blogspot.com/2006/05/photo-by-w.html>

Esse mistério só veio a ter solução três anos mais tarde, quando as autoridades japonesas descobriram que uma indústria local utilizava um composto de mercúrio que, ao atingir a baía de Minamata, incorporava-se à cadeia alimentar dos peixes. Os compostos orgânicos presentes na carne dos peixes, causava doenças às pessoas que a consumiam.

2.2.2. Garimpeiros de Serra Pelada-Brasil

Podem ser citados inúmeros casos de contaminação de mercúrio ocorridos no Brasil principalmente em garimpos da região norte e, em especial, na famosa jazida conhecida mundialmente como Serra Pelada.



Figura 6. Serra Pelada anos 80

Fonte: <http://varzeanovanews.blogspot.com/2010/06/mineradora-canadense-descobre-dois.html>

Em Serra Pelada, o minério de ouro era garimpado e purificado no próprio local. O garimpeiro, dotado de um tipo de cadinho para derreter o minério, e maçarico, misturava o mercúrio ao minério. O mercúrio reage com o ouro para formar amálgama, e o ouro pode, por aquecimento, ser facilmente separado devido ao baixo ponto de ebulição do mercúrio, que volatiliza totalmente.

Neste processo ocorrem três tipos de contaminação/intoxicação por mercúrio: por inalação (intoxicação por via respiratória), por manuseio sem equipamento de proteção (intoxicação por via cutânea) e contaminação ambiental, pois o mercúrio é volatilizado e restos são descartados no meio ambiente, com potencial para causar sérios danos ambientais e à saúde.

2.3. Contaminação dos alimentos

Uma via frequente de exposição humana ao mercúrio é o consumo de peixes, moluscos, entre outros organismos aquáticos. Esses organismos podem estar contaminados por mercúrio, decorrente de diversas atividades, em especial a mineração de ouro que utiliza mercúrio como insumo de produção (BOUDOU e RIBEYGRE, 1997; HSDN, 2000; USEPA, 1999).



Figura 7. Tambaqui – Peixe carnívoro amazônico

fonte: http://www.agrov.com/animais/pei_cam_ras/tambaqui.htm

No Brasil, a Portaria 685, de 1998, do Ministério da Saúde, fixou os “níveis máximos de contaminantes químicos em alimentos” registrando, para o mercúrio, os valores de 0,5 mg/Kg para peixes e produtos da pesca (exceto predadores) e 1,0 mg/Kg para peixes predadores.

Desde a década de 1990, há dados de diversas pesquisas que demonstram a contaminação mercurial em peixes consumidos na região Amazônica. Em estudos, conduzidos por Lacerda et al. (1994), observou-se que as concentrações de mercúrio total em músculo de 12 espécies de peixes coletadas na região mineira de Carajás, no sul do Pará, estavam relacionadas ao tipo de peixe. Os carnívoros apresentavam maiores concentrações de Hg que os herbívoros e onívoros. Os peixes carnívoros maiores apresentavam maior concentração que os menores. O MeHg (metilmercúrio) correspondeu a cerca de 91,7 % do mercúrio total

nos peixes analisados, enquanto nos invertebrados bentônicos esse valor caiu para 50%. Estudos desenvolvidos com a finalidade de conhecer a relação entre Hg total e MeHg em músculo de peixes de lagos com acidez acentuada mostraram que 99% do mercúrio encontrava-se na forma de MeHg (Lacerda et al., 1994).

Na bacia do Madeira, estudo de Maurice-Bourgoin et al. (2000), em área de mineração, mostrou que os peixes piscívoros da região do rio Beni apresentaram concentração de 0,33 a 2,30 µg/g, enquanto nos onívoros, e naqueles que se alimentam de lama, os teores variaram de 0,02 a 0,19 µg/g. O mercúrio acumulado pelos peixes carnívoros encontrava-se principalmente na forma orgânica de MeHg, representando de 73% a 98% do total analisado.

Áreas de mineração boliviana da bacia Amazônica também foram estudadas. As concentrações medidas nas águas superficiais na bacia do rio Madeira variaram de 2,24 a 2,57 ng/L nas águas glaciais do rio Zongo, passando para a faixa de 2,25 a 6,99 ng/L em Porto Velho, na região de exploração de ouro aluvial, e de 9,49 a 10,86 ng/L em sua confluência com o rio Amazonas.

A população ribeirinha do Tapajós, Estado do Pará, encontra no pescado sua principal fonte de alimentação. Nos últimos anos, estudos têm demonstrado que peixes da região apresentam teores de mercúrio acima do recomendável para o consumo humano (500 µg/g, segundo a OMS), tornando essa população um grupo de risco da exposição ambiental pelo metal (Pinheiro et al., 2000). Em amostras de peixes coletadas em Jacareacanga, região de Itaituba, local de intensa atividade garimpeira, observou-se que 12% apresentavam concentrações de mercúrio total superiores ao limite de referência da OMS. Nesse estudo, as espécies de peixes conhecidas por cachorro, pescada, sarda e tucunaré tinham concentrações acima do recomendado para o consumo humano.

2.4. O mercúrio na saúde humana

O mercúrio é uma neurotoxina potente que pode afetar o cérebro, rins e fígado. Testes realizados por cientistas, em 1997, demonstraram que vapor de mercúrio inalado por animais produziram uma lesão molecular no metabolismo de proteínas no cérebro, que é semelhante a 80% das lesões encontradas em humanos com a doença de Alzheimer.

Uma vez absorvido, o mercúrio passa para o sangue, é oxidado e forma compostos solúveis, os quais se combinam com as proteínas sais e álcalis dos tecidos. A medida que o mercúrio passa ao sangue, liga-se às proteínas do plasma e aos eritrócitos, distribuindo-se pelos tecidos e concentrando-se nos rins, fígado e sangue, medula óssea, parede intestinal, parte superior do aparelhos respiratório mucosa bucal, glândulas salivares, cérebro, ossos e pulmões. É um tóxico celular geral, que provoca desintegração de tecidos, com formação de proteínas mercuriais solúveis e por bloqueio dos grupamentos -SH, e inibição de sistemas enzimáticos fundamentais à oxidação celular. Na via digestiva os mercuriais exercem ação cáustica responsáveis pelos transtornos digestivos. No organismo todo, enfim, o mercúrio age como veneno protoplasmático (fonte: areaseg.com; 2010).

Os compostos solúveis são absorvidos pelas mucosas, os vapores por via inalatória e os insolúveis pela pele e pelas glândulas sebáceas. Mulheres grávidas, mulheres que estão amamentando, crianças e possíveis futuras mães, entre 15 e 44 anos de idade, fazem parte da população de risco com relação a esse tipo de contaminação. O governo americano, por exemplo, recomenda que mulheres grávidas não consumam mais que 340 g semanais de peixe e frutos do mar, para evitar contaminação com mercúrio (fonte: saudesemmano.org; 2010).

Geralmente, quem foi intoxicado via ingestão de alimentos pode apresentar sintomas como dor de estômago, diarreia, tremores, depressão, ansiedade, gosto de metal na boca, dentes moles com inflamação e sangramento nas gengivas, insônia, falhas de memória e fraqueza muscular, nervosismo, mudanças de humor, agressividade, dificuldade de prestar atenção e até demência. A contaminação por mercúrio pode também acontecer por ingestão direta do metal.

No sistema nervoso, o mercúrio pode causar efeitos desastrosos, ocasionando de lesões leves até a vida vegetativa, ou até a morte, conforme a concentração do mesmo e o tempo de exposição.

Uma pesquisa realizada nos Estados Unidos revelou que 1 em cada 12 mulheres, em idade de procriação, demonstrou níveis preocupantes de mercúrio, o que equivale a 300.000 crianças que nascem todos os anos nesse país, com risco de problemas decorrentes da exposição ao mercúrio.

A exposição humana ao metilmercúrio pode ocorrer devido o consumo de peixes e mamíferos marinhos. Ele se acumula principalmente nos

cabelos, onde a concentração é diretamente proporcional à sua concentração no sangue. O cabelo age então, como registro histórico de níveis sanguíneos no passado, e tem sido utilizado como amostra biológica, sendo um excelente indicador de envenenamento agudo (<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v27n2/02.pdf>).

O mercúrio forma ligações covalentes com o enxofre e, quando entra na forma de radicais sulfidrilas, o mercúrio bivalente substitui o hidrogênio para formar mercaptanas tipo X-Hg-SR e Hg(SR)₂, onde R é proteína e X radical eletronegativo.

Os compostos mercuriais orgânicos formam mercaptanas do tipo R-Hg-SR, interferindo no metabolismo e na função celular pela sua capacidade de inativar as sulfidrilas das enzimas, deprimindo o mecanismo enzimático celular.

Os sinais e sintomas de intoxicação por mercúrio variam de acordo com o nível de intoxicação, se aguda, subaguda ou crônica. Os valores patológicos estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Valores patológicos de mercúrio

URINA de 24 horas	
de 0,00 a 0,01 mg	Não tóxico (acidental)
de 0,02 a 0,09 mg	Perigo de intoxicação
de 0,10 a 0,80 mg	Intoxicação crônica
acima de 1,00 mg	Intoxicação aguda
acima de 2,00 mg	Intoxicação subaguda
SANGUE	
de 0,00 a 0,1 mg/l	Não tóxico
acima de 10 mg/l	Intoxicação

Fonte: Toxicologia Humana e Geral . Dilermando Brito Filho. Segunda Edição. Rio de Janeiro. 1988.

Tabela 2. Sinais e sintomas de acordo com o nível de intoxicação

INTOXICAÇÃO AGUDA	INTOXICAÇÃO CRÔNICA
1.aspecto cinza escuro na boca e faringe; 2.dor intensa; 3.vômitos (podem ser até sanguinolentos) ; 4.sangramento nas gengivas; 5.sabor metálico na boca; 6.ardência no aparelho digestivo; 7.diarréia grave ou sanguinolenta; 8.inflamação na boca (estomatite); 9.queda dos dentes e ou dentes frouxos; 10.glossite; 11.tumefação da mucosa da gengiva; 12.nefrose nos rins; 13.problemas hepáticos graves; 14.pode causar até morte rápida (1 ou 2 dias);	1.transtornos digestivos; 2.transtornos nervosos; 3.caquexia; 4.estomatite; 5.salivação; 6.mau hálito; 7.inapetência; 8.anemia; 9.hipertensão; 10.afrouxamento dos dentes; 11.problemas no sistema nervoso central; 12.transtornos renais leves; 13.possibilidade de alteração cromossômica;

Fonte: Toxicologia Humana e Geral . Dilermando Brito Filho. Segunda Edição. Rio de Janeiro. 1988.

2.5. O mercúrio e a saúde ocupacional

Os derramamentos de mercúrio em hospitais, clínicas e laboratórios expõem médicos, enfermeiros, pacientes e outros trabalhadores da saúde, ao mercúrio elementar. À temperatura ambiente, o mercúrio metálico (líquido), pode se transformar em vapor em quantidades significativas, expondo os trabalhadores ou os pacientes do local a níveis potencialmente altos de exposição. Estes vapores são aspirados sem que a pessoa perceba e entra no organismo através do sangue, instalando-se nos órgãos.

Segundo a Lista de Doenças Relacionadas com o Trabalho, do Ministério da Saúde (elaborada em cumprimento da Lei 8.080/90 - inciso VII, parágrafo 3º do artigo 6º - disposta segundo a taxonomia, nomenclatura e codificação da CID-10), as doenças ocupacionais relativas ao mercúrio e seus componentes tóxicos são:

- transtornos mentais decorrentes de lesão e disfunção cerebrais e de doença física (F06.-);
- transtornos de personalidade e de comportamento decorrentes de doença, lesão e de disfunção de personalidade (F07.-);
- transtorno mental orgânico ou sintomático não especificado (F09.-);
- episódios depressivos (F32.-);
- neurastenia (inclui "Síndrome de Fadiga") (F48.0);
- ataxia cerebelosa (G11.1);
- outras formas especificadas de tremor (G25.2);
- transtorno extrapiramidal do movimento não especificado (G25.9);

- encefalopatia tóxica aguda (G92.1);
- encefalopatia tóxica crônica (G92.2);
- arritmias cardíacas (I49.-);
- gengivite crônica (K05.1);
- estomatite ulcerativa crônica (K12.1);
- dermatite alérgica de contato (L23.-);
- doença glomerular crônica (N03.-);
- nefropatia túbulo-intersticial induzida por metais pesados (N14.3) e
- efeitos tóxicos agudos (T57.1).

No âmbito da saúde ocupacional, o Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) instituiu o Programa Nacional do Mercúrio. O programa, em associação com a Escola de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (ESP-USP), realizou, em 2007, a 1º Jornada Nacional de Eliminação de Aparelhos com Mercúrio na Área de Análises Laboratoriais e Diagnóstico. Este evento foi promovido pelo sindicato e pela Federação de Hospitais de São Paulo. Diversas outras atividades foram realizadas em âmbito regional resultando, em 2009, na Campanha Saúde sem Mercúrio, coordenada pela Escola de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. A Figura 8 mostra exemplos de cartazes de divulgação de atividades promovidas pelo programa.



Figura 8. Cartazes de divulgação de atividades do Programa Nacional de Mercúrio do Ministério do Trabalho e do Emprego.

Segundo relatório “Atualização da Situação de substituição dos aparelhos com mercúrio na área de saúde de São Paulo – Brasil – fev/2009” publicado no site do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), elaborado pela Dra. Cecília Zavariz, que trabalhou na substituição de aparelhos com Hg nos hospitais de São Paulo: “Como resultado conseguimos a substituição integral dos aparelhos com mercúrio em 136 (cento e trinta e seis) hospitais/pronto socorro/pronto atendimento, em 139 (cento e trinta e nove) unidades de 07 (sete) empresas da área de análises laboratoriais e de diagnóstico, em 23 (vinte e três) unidades de 03 (três) bancos de sangue de São Paulo e em 31 (trinta e um) centros de especialidades médicas”.

Algumas associações profissionais e de classe envolvidas direta ou indiretamente com o Hg e seus produtos, vêm desenvolvendo esforços no sentido de promover e divulgar alternativas ao uso do metal e técnicas e métodos de reciclagem do Hg. Dentre estes se destacam a indústria química, de eletro-eletrônicos e as organizações de classe odontológica.

Em São Paulo, em 1987, iniciou-se uma pesquisa sobre trabalhadores expostos em diversos ramos industriais,

indústrias de cloro-soda, de lâmpadas elétricas, de pilhas e de aparelhos de precisão. Dentre 448 trabalhadores expostos nestes ramos industriais, 172 (38%) apresentavam contaminação por mercúrio, 14 já falecidos.

Nesta pesquisa, verificou-se que a maioria das empresas não realizava tratamento de efluentes, e lançava suas águas contaminadas na rede pública de esgotos ou em rios próximos. Para prevenir a intoxicação dos trabalhadores pelo mercúrio solicitou-se, às empresas, adoções de novas tecnologias, como a substituição do uso de mercúrio. Assim, até 1994, o número de trabalhadores expostos, nas empresas pesquisadas, passou de 1.551 para 893 e o número de empresas que usavam mercúrio, de 22 para 10 (ZAVARIS, 2001).

Cuidados especiais devem ser tomados por aqueles que eventualmente venham a morar em imóvel que tenha sido utilizado para alguma atividade com o mercúrio, como consultório odontológico ou laboratório. Curtis et al. (1987) relataram um caso de um menino de 18 meses que desenvolveu intoxicação mercurial característica a partir de sua exposição num ambiente doméstico contaminado com 10-12 $\mu\text{gHg}/\text{m}^3$, em seu quarto.

Mcneil et al. (1984) descreveu o caso de uma família de quatro pessoas, que cerca de dois meses após a quebra e derrame de um frasco com aproximadamente 250 ml de mercúrio no interior da casa passou a demonstrar sinais claros de intoxicação em três de seus membros e a exibir, em todos, níveis elevados de mercúrio no sangue e urina. Foram necessários cuidados médicos para sua recuperação, assim como a descontaminação da casa, com perda de mobília e carpetes (Azevedo, 2003).

É grande o número de atividades ou eventos que podem implicar em contaminação doméstica por mercúrio: quebra de lâmpadas; extração do mercúrio de certos tipos de baterias e quebra de brinquedos ou de instrumentos que contêm o metal, como termômetros (MCCLANAHAN, 1996).

3. Gerenciamento dos Resíduos de Mercúrio

Nos serviços de saúde temos várias fontes e usos do mercúrio. O mercúrio pode ser liberado no ambiente pela quebra ou por dano a termômetros, esfigmomanômetros (aparelhos de medir a pressão), dispositivos gastrintestinais, termostatos, interruptores e outros produtos médicos que o contém. O mercúrio também pode estar presente em vacinas, kits de diagnóstico, fixadores, conservantes, produtos químicos de laboratório, limpadores e outros produtos de uso médico que, quando são descartados como resíduos, contribuem à contaminação ambiental. Um setor particular na área da saúde é o odontológico, que se utiliza largamente de amálgamas de Hg para reparações dentárias (LACERDA,2010).

O gerenciamento de resíduos nos serviços de saúde tem o objetivo de definir medidas de segurança e saúde para o trabalhador, garantir a integridade física do pessoal direta e indiretamente envolvido, bem como a preservação do meio ambiente. Os resíduos de mercúrio devem estar contemplados no Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) que deve obedecer a critérios técnicos que conduzam à minimização do risco à saúde pública e à promoção da qualidade ambiental. Desta forma, os cuidados e procedimentos para o adequado gerenciamento dos resíduos de mercúrio são de máxima importância.

A gestão de problemas compreende ações referentes às tomadas de decisões nos aspectos administrativo, operacional, financeiro, social e ambiental e tem, no planejamento, um importante instrumento para o gerenciamento dos resíduos de mercúrio em todas as suas etapas – geração, segregação, acondicionamento,

transporte, tratamento, reciclagem, destinação, até a disposição final - possibilitando que se estabeleçam, de forma sistemática e integrada, em cada uma delas, metas, programas, sistemas organizacionais e tecnologias, compatíveis com a realidade local.

Os serviços de saúde são os responsáveis pelo correto gerenciamento de todos os resíduos por eles gerados, desde a origem até a disposição final, cabendo aos órgãos públicos, dentro de suas competências, a regulamentação e a fiscalização.

A RDC ANVISA Nº 306/04, e a Resolução CONAMA Nº 358/05, definem como serviços de saúde:

- os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo;
- laboratórios analíticos de produtos para saúde;
- necrotérios, funerárias e serviços onde se realizam atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação);
- serviços de medicina legal;
- drogarias e farmácias inclusive as de manipulação;
- estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde;
- Centros de controle de zoonoses;

- distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores;
- produtores de materiais e controles para diagnóstico in vitro; e
- unidades móveis de atendimento à saúde.

A classificação dos resíduos de saúde se divide em cinco grupos:

Grupo A - engloba os resíduos com possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção. Exemplos: placas e lâminas de laboratório, carcaças, peças anatômicas (membros), tecidos, bolsas transfusionais contendo sangue, dentre outras.

Grupo B - resíduos que contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade e toxicidade. Exemplos: medicamentos apreendidos, reagentes de laboratório, resíduos contendo metais pesados, dentre eles o mercúrio.

Grupo C - quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear - CNEN. Exemplos: serviços de medicina nuclear, radioterapia etc.

Grupo D - não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares. Exemplos: sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos das áreas administrativas etc.

Grupo E - materiais perfurocortantes ou escarificantes.

Exemplos: lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, espátulas e outros similares.

Os resíduos de mercúrio estão nos grupos A e B, sendo que, os do grupo A restringem-se às vacinas e kits de diagnóstico contendo mercúrio. Os demais resíduos contaminados com mercúrio - termômetros, esfigmomanômetros, amálgama dentário - pertencem ao grupo B. Ambos são identificados por meio de símbolo de risco associado, e com discriminação de frases de risco:



Risco Biológico

Figura 9. Símbolo Universal de Substância Infectante



Risco Químico

Figura 10. Símbolo Universal de Substância Química

Além dos RSS, outros resíduos contendo mercúrio são gerados nos Serviços de Saúde: as pilhas e baterias que possuem legislação específica; as lâmpadas de mercúrio e eletroeletrônicos que estão sendo objeto de estudo para serem elaboradas as respectivas legislações.

3.1. Vacinas e kits de diagnósticos que contenham mercúrio

O mercúrio está presente em vacinas através do timerosal ou tiomersal (Etil(2-mercaptobenzoato-(2-)-O,S)mercurato(1-) de sódio) como conservante, para impedir o crescimento de bactérias de fungos durante o armazenamento. As vacinas que contém timerosal (etilmercúrio) são indicadas contra difteria, tétano, pertussis (DTP), e em algumas vacinas para influenza e hepatite B.

As vacinas com Hg são classificadas como resíduos do Grupo A, devido ao risco biológico desse resíduo ser mais importante que o risco químico. Desta forma, seus resíduos não devem ser considerados como contendo risco químico. Assim, a RDC 306/2004 estabelece que os resíduos de atividades de vacinação contendo micro-organismos vivos ou atenuados deve ser submetidos a tratamento antes da disposição. O tratamento mais comum nestes casos é a autoclavação que pode ocorrer no serviço de saúde ou não, quando devem ser recolhidos pela Secretaria de Saúde responsável pela sua distribuição.

Em relação aos Kits diagnósticos, existem duas possibilidades de geração de resíduos, a do efluente do equipamento após o uso do Kit Diagnóstico ou o caso do produto vencido ou sem uso. Para saber se o efluente pode ser descartado, deve ser verificada a concentração final do efluente do equipamento, para ser comparado ao que está estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005, quanto à concentração de

mercúrio permitida para o lançamento de efluentes, bem como outras normas locais do órgão ambiental, que podem ser mais restritivas que a norma Federal. Para o descarte do Kit Diagnóstico vencido ou sem uso, caso a concentração do Hg não permita o descarte, o kit deve ser encaminhado para processo de recuperação de Hg por empresa licenciada pelo órgão ambiental para tal atividade.

3.2. Termômetros e aparelhos de medir a pressão

Dentre os equipamentos médicos de larga utilização, e que contém quantidades consideráveis de Hg, encontram-se os termômetros e medidores de pressão. Medidores de pressão arterial (Figura 11) podem conter de 70 a 85 g de mercúrio por unidade (Floyd et al., 2002; Skårup et al., 2003), enquanto que os termômetros orais, retais e para bebês (Figura 12) contém em média 0,61 g de mercúrio, os termômetros basais podem conter até 2,25 g de mercúrio (EPA, 1997).



Figura 11. Medidor de pressão de Coluna



Figura 12. Termômetro

Nos casos de acidentes em que ocorre o vazamento ou derramamento do mercúrio do equipamento, devido à alta toxicidade do vapor de mercúrio, é importante limpar o mercúrio da melhor forma possível, especialmente em áreas confinadas. Devem ser utilizadas luvas de borracha nitrílica, avental e óculos de proteção. Um aparelho de respiração autônoma será necessário para o caso de grandes vazamentos/derramamentos.

Um aspirador pequeno com um tubo capilar conectado a uma bomba pode ser usado para sugar gotas de mercúrio. Para gotas pequenas em lugares de difícil acesso, deve ser tratado com um kit desenvolvido para essa finalidade. As de mercúrio coletadas devem ser confinadas em uma garrafa de polietileno de alta densidade, com paredes espessas e bem vedada, que deve ser enviada para o departamento central do serviço de saúde, para reclamação ou retorno ao fabricante, ou ainda deve ser encaminhada para reciclagem.

A reciclagem dos termômetros se dá pela destilação do mercúrio por meio de retorta a vácuo (destilador de mercúrio).

No transporte, os termômetros e aparelhos de pressão devem ser embalados cuidadosamente, para que não se quebrem.

Segundo Zavaris (1987), em caso de derrame de mercúrio, por exemplo, quebra de coluna de mercúrio de termômetros ou esfigmomanômetros, ou outras situações de derrame de mercúrio, empreender os seguintes procedimentos:

- Retirar as pessoas do local onde ocorreu o derrame de mercúrio, fechar portas e janelas do local, desligar o sistema de ventilação ou ar condicionado, se houver, para evitar dispersão de vapores de mercúrio para outros ambientes.
- Utilizar Equipamentos de Proteção Individual - EPI, tais como luvas de borracha ou látex e máscara respiratória para mercúrio e outros, para proceder à limpeza do local.
- Recolher com cuidado os restos de vidro em toalha de papel e colocar em recipiente resistente à ruptura, para evitar ferimento e fechar hermeticamente.
- Localizar as “bolinhas” de mercúrio e juntá-las com cuidado utilizando um papel cartão ou similar. Recolher as gotas de mercúrio com uma seringa sem agulha.
- Transferir o mercúrio recolhido para o recipiente de plástico duro e resistente, fechar hermeticamente e rotular.
- Para coletar as gotas menores pode-se utilizar fita adesiva.
- Proceder a descontaminação imediata do piso realizando a limpeza com hipoclorito de sódio ou outro produto que retire o mercúrio. Se o piso for de material que permita a penetração do mercúrio, como madeira, cimento e outros, ou possuir rachaduras, reintrâncias e frestas, após os procedimentos de coleta de mercúrio, o

piso deve ser removido e substituído. O novo piso deve ser impermeabilizado utilizando-se resina impermeável ao mercúrio.

- Todos os materiais contaminados utilizados no procedimento, inclusive as luvas, devem ser colocados em recipientes e rotulados. Os EPI utilizados devem ser descontaminados ou descartados acondicionado-os em recipientes apropriados, fechados hermeticamente e rotulados.
- A rotulagem dos recipientes deve conter a informação de resíduo perigoso contendo Mercúrio. No caso de serviços de saúde, os recipientes rotulados devem ser encaminhados como resíduo perigoso (Grupo B), ou enviados para empresas especializadas e credenciadas para descontaminação de resíduos de mercúrio.
- Após procedimentos de descontaminação, abrir as portas e janelas e ventilar por um período mínimo de 24 horas após a limpeza.
- Recipientes que acondicionem mercúrio líquido ou seus resíduos contaminados devem estar armazenados com certa quantidade de água (selo hídrico) que encubram estes resíduos, para minimizar a formação de vapores de mercúrio.

Além disso, mais um cuidado deve ser tomado, como o mercúrio do piso pode aderir à sola do sapato que pode ser transportado para outros locais e expor outras pessoas aos efeitos tóxicos deste metal.

3.3. Amálgamas dentárias

O amálgama de Hg-Ag (Figura 13) é ainda um dos materiais utilizados na reparação dentária, devido às suas excelentes características físicas e mecânicas, custo

relativamente baixo e facilidade de manipulação. Assim, os profissionais de saúde bucal estão diariamente expostos ao mercúrio e aos riscos de contaminação, por meio da manipulação do amálgama. As vias de contaminação incluem: gotas do metal derramadas acidentalmente, procedimento de remoção do excesso de Hg da massa de amálgama, uso de amalgamadores com vazamento, uso de condensadores ultrassônicos, ocorrência de falhas do sistema de sucção quando da remoção de restaurações antigas (Saquy, 1996), ou ainda devidos aos vapores emanados das “sobras” de amálgama armazenadas inadequadamente nos consultórios (Rupp & Paffenbarger, 1971).



Figura 13. Amálgama de Hg-Ag utilizado largamente em próteses e reparações dentárias.

O ambiente contaminado dos consultórios constitui risco não só para os profissionais como também para os pacientes, principalmente aqueles submetidos a procedimentos demorados, ou os que necessitam de retornos constantes (Claro et al., 2003).

Por outro lado, os resíduos de amálgamas dentários gerados em consultórios odontológicos, centros de saúde e outras unidades correlatas podem gerar contaminação ambiental quando são dispostos imprópriamente no lixo, ou se descartados nos sistemas

de esgoto que servem esses locais.

A quantidade de Hg gerada como resíduo odontológico é muito variável. Nas últimas duas décadas, diversos profissionais e associações de classe foram orientados a substituir o Hg nas reparações dentárias. Entretanto, a amalgamação, por seus baixos custos, durabilidade e aceitabilidade pelo organismo, continua sendo amplamente utilizada.

Poucos estudos objetivaram estimar a liberação de Hg no meio ambiente por meio do descarte de resíduos de amálgama dentário. No âmbito global, a contaminação advinda do setor pode variar de 3 a 4% da emissão industrial e da queima de combustíveis fósseis (Pécora et al., 2002). Ferreira & Appel (1991) estimaram que, no Brasil, 16 toneladas de Hg eram utilizadas anualmente pelo setor, com perdas ambientais de 55%, isto é, cerca de 8 toneladas estariam sendo descartadas anualmente pelo setor no meio ambiente. Estes dados, entretanto, são referentes à década de 1990. Se por um lado, o número de profissionais aumentou significativamente nas duas últimas décadas (CFO, 2009), por outro foram implantadas novas técnicas de reparação dentária sem o uso de amálgamas de Hg (resinas odontológicas) e, principalmente, formas de recuperação dos resíduos gerados (Pécora, 2009). Desta forma, não é possível uma estimativa mais precisa da emissão de Hg associado aos resíduos sólidos de amálgamas dentários nos dias de hoje.

O tratamento do resíduo dos amálgamas dentários deve ser realizado em uma instalação especial, controlada e licenciada para essa atividade, capaz de reter todo o mercúrio contido no amálgama (da ordem de 50% em peso). No processo de reciclagem do mercúrio em amálgamas dentários faz-se a destilação do mercúrio através de retorta a vácuo (destilador de mercúrio). Esse tipo de instalação requer investimentos onerosos, não

somente pelos equipamentos que contém (retortas a vácuo, condensadores, laboratórios para análises etc.) como também pelo controle das condições de saúde e segurança do trabalho de seus operadores.

Os resíduos de amálgama devem ser coletados em recipiente de material inerte, resistente, rígido e dotados de boca larga. Sempre deve ser deixada uma lâmina de água sobre o resíduo. Manter o recipiente hermeticamente fechado e em local de baixa temperatura, isento de luz solar direta. O resíduo de amálgama, para ser armazenado, deve estar isento de algodões, gases, palitos, lâminas de matriz de aço ou qualquer outro tipo de contaminante. Os profissionais devem ser orientados para armazenar os resíduos de amálgama de tal forma que sua recuperação seja menos dispendiosa e que ocorra o mais rápido possível. Os vidros de embalagem do mercúrio bem como a tampa e o batoque também devem ser enviados para recuperação a fim de serem tratados e que possíveis contaminações com mercúrio sejam eliminadas. PÉCORA et al. (2002) demonstraram, com base em análise química qualitativa, que as cápsulas de amálgama não podem ser descartadas no meio ambiente, pois elas estão contaminadas com mercúrio, devendo ser estocadas e encaminhadas para um laboratório de recuperação de resíduos químicos.

A armazenagem inadequada das sobras de amálgama nos consultórios odontológicos também é um aspecto amplamente apontado na literatura como importante fonte de contaminação pelos vapores de mercúrio. Dessa forma, a armazenagem em recipientes hermeticamente fechados contendo solução fixadora em seu interior como proposto por Magro et al. (1994) e Saquy (1996), embora não possa ser considerada uma solução definitiva, parece ser a mais prática e acessível.

3.4. Lâmpadas de mercúrio

As lâmpadas consistem num tubo selado de vidro, preenchido com gás argônio e vapor de mercúrio à baixa pressão. O interior do tubo é revestido por uma poeira fosforosa constituída por vários elementos, destacando-se o alumínio, antimônio, cádmio, bário, chumbo, cromo, manganês, níquel e mercúrio. As lâmpadas contendo mercúrio são as do tipo fluorescentes compactas e tubulares; vapor de mercúrio; luz mista; vapor de sódio e vapores metálicos.

Quando rompida, essas lâmpadas liberam vapor de mercúrio e acarreta a contaminação da poeira fosforosa interna e de todos os outros componentes da lâmpada.

Estima-se que, atualmente, as fluorescentes sejam responsáveis por mais de 70% da luz artificial no

mundo. Além desses, existem vários tipos de lâmpadas contendo mercúrio que são de uso específico, como por exemplo, para reprografia.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Iluminação (Abilux), apenas uma empresa, hoje, está produzindo lâmpadas no Brasil. Segundo dados do Aliceweb/MDIC, em 2010, o Brasil importou cerca de 350 milhões de lâmpadas fluorescentes.

A Tabela 3 demonstra tipos de lâmpadas contendo mercúrio e quantidade média de mercúrio por lâmpada. É recomendável que as lâmpadas queimadas, ou as danificadas a descartar, sejam armazenadas em local seco e, de preferência, nas caixas da embalagem original para proteger contra eventuais choques que possam provocar sua ruptura. Elas devem ser re-identificadas para não serem confundidas com caixas de lâmpadas novas.

Tabela 3. Tipos de lâmpadas contendo mercúrio e quantidade média de mercúrio por lâmpada

Tipo de lâmpada	Potência	Quantidade média de mercúrio	Varição das médias de mercúrio por potência
Fluorescentes tubulares	15 W a 110 W	0,015 g	0,008 g a 0,025 g
Fluorescentes compactas	5 W a 42 W	0,004 g	0,003g a 0,010 g
Luz mista	160 W a 500 W	0,017 g	0,011 g a 0,045 g
Vapor de mercúrio	80 W a 400 W	0,032 g	0,013 g a 0,080 g
Vapor de sódio	70 W a 1000 W	0,019 g	0,015 g a 0,030 g
Vapor metálico	35 W a 2000 W	0,045 g	0,010 g a 0,170 g

Fonte: <http://www.apliquim.com.br/modules/content/index.php?id=2>

Segundo Zavariz (2007), lâmpadas usadas inservíveis (queimadas) devem ser colocadas, preferencialmente, na posição vertical. Caso não seja possível reutilizar as embalagens originais, deverá ser utilizado papelão, papel ou jornal e fitas adesivas para embalar as lâmpadas e protegê-las contra choques mecânicos.

Após estarem embaladas individualmente, as lâmpadas devem ser acondicionadas em recipiente portátil ou caixa resistente apropriados para o transporte, de forma a evitar a quebra das mesmas. Estes recipientes devem ser forrados com uma camada de carvão ativado, uma medida preventiva que, em caso de quebra acidental durante o transporte destes resíduos, reterá os vapores de mercúrio, impedindo que o mesmo contamine o ambiente.

Depois de embaladas, devem ser identificadas e encaminhadas para empresas de reciclagem licenciadas pelos órgãos ambientais competentes.

Um dos processos de reciclagem de lâmpadas de mercúrio (Figura 14) consiste em duas fases: a fase de esmagamento e a fase de destilação do mercúrio. Na fase de esmagamento, as lâmpadas são trituradas, o que permite separar a poeira de fósforo, contendo mercúrio, dos outros elementos constituintes. Ocorre a separação por métodos gravimétricos e eletrostáticos; a poeira é coletada em um filtro e depois retirada para uma unidade de destilação para recuperação do mercúrio. O vidro é limpo e testado para garantir uma concentração máxima de Hg menor que 1,3 mg Hg/(kg de vidro). Desta forma o resíduo pode ser utilizado para qualquer fim que não seja para aplicação alimentar. Na fase de destilação, realiza-se o processo de retortagem, onde o material é aquecido até o mercúrio vaporizar.

O Hg é condensado e coletado em decantadores. O mercúrio passa então por nova destilação para remover impurezas. Operando sob pressão negativa, evitam-se fugas de vapores de Hg. (APLIQUIM, 2009).

O esquema geral ilustrativo de um dos processos de tratamento de lâmpadas e reciclagem do Hg utilizado no Brasil está representado na Figura 14.

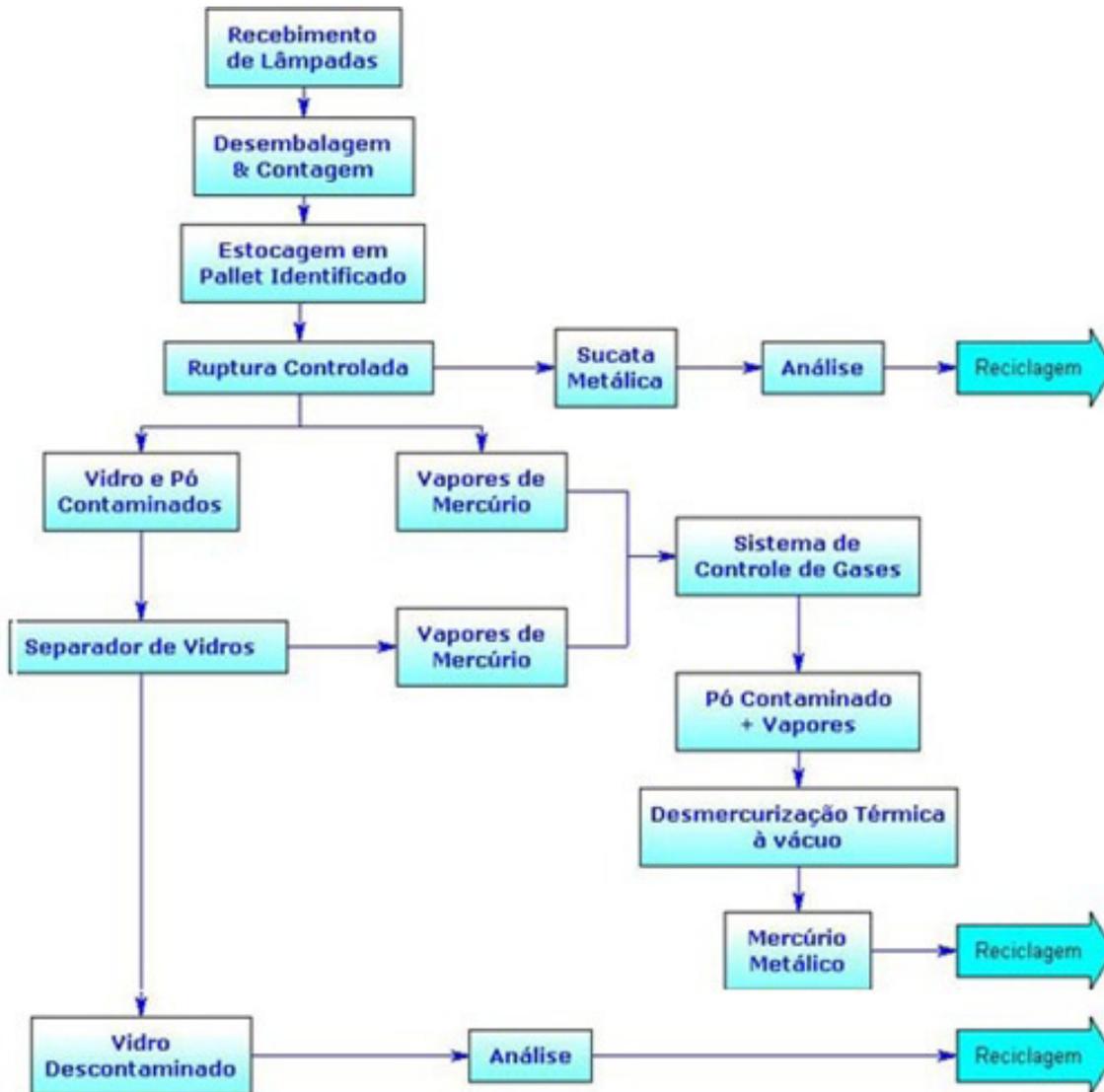


Figura 14. Esquema geral ilustrativo de processo de tratamento de lâmpadas com Hg utilizado no Brasil.
Fonte: Apliquim, 2009

Vale ressaltar que as lâmpadas quebradas ou danificadas devem ser acondicionadas separadamente das demais, em recipientes hermeticamente fechados resistentes à pressão, revestido internamente com saco plástico para evitar sua contaminação, e com a informação de que se trata de lâmpada quebrada com mercúrio.

Conforme informação da Associação Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE), em 2010, foram identificadas, no Brasil, as seguintes empresas que fazem a reciclagem de sucata eletroeletrônica, incluindo lâmpadas (Tabela 4).

Tabela 4. Principais indústrias que realizam a reciclagem de Hg presente em sucata eletroeletrônica, principalmente lâmpadas

EMPRESAS	LOCALIZAÇÃO
Apliquim Equip. e Prod. Químicos Ltda	Paulínia / SP
Brasil Recycle	Indaial / SC
Bulbox-Triturador e Descontaminador de Lâmpadas Fluorescentes	Curitiba / PR
Getecno	Morro da Fumaça / SC
Mega Reciclagem de Materiais Ltda	Curitiba / PR
Rodrigues & Almeida Moagem de Vidros	Cordeirópolis / SP
Tramppo Recicla Lâmpadas	São Paulo / SP
WPA Ambiental	Pato Branco / PR

Fonte: Cempre, 2010

No manuseio de lâmpadas queimadas ou quebradas devem ser utilizados equipamentos de proteção individual (EPI) adequados, tais como máscara, luvas, avental impermeável e calçado de segurança, em todas as fases de movimentação dos produtos, recolhimento, armazenamento e transporte.

3.5. Eletroeletrônicos

Os principais eletroeletrônicos encontrados nos serviços de saúde são:

- Baterias de aparelhos médico
- Alarmes
- Analisadores de sangue
- Desfibriladores
- Fones de ouvido
- Contadores
- Monitores
- Marcapasso
- Bombas
- Balanças
- Transmissores de telemetria
- Ultrassom
- Células de energia (baterias) de uso não médico de dispositivos
- Ultravioleta
- Sonda de equipamentos
- Termostatos elétricos
- Indicadores de pressão
- Barômetros

- Manômetros

- Vacuômetros

Além desses equipamentos, o serviço de saúde utiliza computadores, celulares, pilhas e baterias, produtos estes que também contém mercúrio em sua composição. Os eletroeletrônicos possuem vários módulos básicos, entre eles estão os comutadores e disjuntores de mercúrio. Segundo a Associação Brasileira da Indústria de Energia Elétrica (ABINEE, 2009), aproximadamente 22% do mercúrio consumido anualmente no mundo está contida em eletroeletrônicos.

Quando falamos em aparelhos celulares e computadores, o problema que surge é a diminuição da vida útil pela troca rápida por um modelo mais avançado e, estes produtos ainda funcionando, nem sempre são encaminhados para o reuso ou reciclagem, tendo um descarte incorreto que ocasiona emissões de Hg. Por exemplo, os aparelhos celulares, que já ultrapassaram os 191 milhões no Brasil (O Estado de São Paulo, 22 de outubro de 2010, dados da Agência Nacional de Telecomunicações-ANATEL), tem vida média de apenas 3 anos, mas um período de troca, que é em média de 14 meses. Apenas 2% dos brasileiros entregam os aparelhos para reciclagem, o restante é descartado no lixo comum.

Outro exemplo são os computadores, que têm vida média de 3 a 5 anos, segundo a ABINEE, e existe uma rota de crescimento ininterrupta desde 2002. Estima-se que em 2012 serão 100 milhões de aparelhos no país, um para cada duas pessoas. Segundo Júlio Carlos Afonso, professor do Departamento de Química Analítica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 94% dos componentes dos computadores podem ser reciclados, podendo ser recuperados por desmonte e segregação dos componentes principais.

As pilhas e baterias do tipo Hg-Zn são utilizadas em relógios, máquinas fotográficas, calculadoras e agendas eletrônicas, além de outros aparelhos elétricos. Segundo a ABINEE, 800 milhões de pilhas são produzidas anualmente no Brasil, das quais 80% são secas e 20% são alcalinas contendo mercúrio.

A Resolução CONAMA nº 401/08 determinou nova redução nos limites de mercúrio, cádmio e chumbo permitidos na composição das pilhas e baterias. Definiu a responsabilidade do fabricante e importador em coletar e destinar de forma ambientalmente adequada. Os usuários deverão entregar as pilhas e baterias inservíveis aos estabelecimentos que as comercializam ou à rede de assistência técnica autorizada para os procedimentos de reciclagem, tratamento ou disposição final.

Segundo LACERDA (2010) o problema principal do setor eletroeletrônico é o descarte de produtos e equipamentos após seu uso. Como dito anteriormente, o lixo eletrônico é um dos mais significativos problemas ambientais do planeta. A coleta seletiva, a reciclagem e o tratamento específico para o Hg presente nestes resíduos é ainda insipiente. No âmbito global, estima-se que o tratamento seja em média menor que 10% do total de resíduos gerados. Mesmo em cidades e países onde a preocupação com estes resíduos resultou em legislação apropriada, os percentuais de coleta seletiva e específica raramente chegam a 70% do total de resíduos gerados (PNUMA, 2003). No caso brasileiro, a situação da coleta seletiva e de tratamento específico destes resíduos está provavelmente mais próxima à média global.

Embora parte dos resíduos sólidos originados em equipamentos e produtos eletroeletrônicos contendo Hg sejam descartados de forma irregular no meio ambiente, a maior parte são destinados em aterro sanitário. A recém aprovada Lei nº 12.305/10 da Política Nacional de Resíduos Sólidos determina que os resíduos devem ser reutilizados, reciclados, tratados antes da

disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

No Brasil, o principal processo de reciclagem de Hg utilizado para sucata eletrônica é a pirometalurgia que libera, separa e purifica o Hg. Durante o processo, a concentração de Hg no ar deve ser monitorada e controlada, assegurando que qualquer eventual exposição humana permaneça dentro dos limites de segurança ocupacional (0,05 mgHg.m⁻³ de ar) (OMS, 1991; 2000).

3.6. Equipamentos

São aparelhos ou partes de aparelhos que contem Hg como componente de sua função. Incluem-se, nesta categoria, termostatos, termômetros, sensores de nível de líquidos e altitude, de velocidade, entre outros equipamentos que usam Hg para aferir e controlar a temperatura ambiente, como os equipamentos aquecedores, ventiladores e de ar condicionado. Também em equipamentos para medir o nível de água em bombas de recalque, e em alarmes de diferentes tipos etc. Um termostato de Hg pode possuir um ou mais interruptores, dependendo de quantos sistemas de aquecimento e/ou resfriamento ou medição são ativados por estes equipamentos. A quantidade de Hg pode variar de algumas mg por sensor, na área doméstica, até de 275 mg, para sensores industriais que controlam um equipamento até 2.200 a 3.000 mg, em sensores que controlam até 6 equipamentos.

Os relés "úmidos" são filamentos encapsulados em vidro, com uma extremidade mergulhada em um depósito de Hg e a outra extremidade podendo se mover entre dois grupos de contacto (GALLIGAN et al., 2003). Neste dispositivo, o Hg flui por capilaridade e mantém úmida a superfície de contato entre o filamento e contato estacionário, podendo ser utilizado em equipamentos de calibração e de testes, quando é necessária a resistência do contato estável durante toda a vida útil

do equipamento. Tipicamente estes relés possuem de 1 a 10 mg de Hg (SKARUP et al., 2003).

Os termostatos são utilizados em aquecedores, condicionadores de ar, geladeiras e freezers, enfim, equipamentos onde seja necessário mensurar a temperatura. Os modelos mais antigos de geladeiras e freezers possuem, ainda, interruptores de inclinação (interruptores de mercúrio) conhecidos, também, como interruptores silenciosos, chaves de mercúrio ou ainda sensores de posição.

Ao contrário de telefones celulares, computadores, lâmpadas e baterias, os equipamentos contendo Hg costumam ter uma vida média muito superior, geralmente idêntica a do próprio aparelho por eles controlado. Por exemplo, relés e sensores são descartados a taxas de 10% por década (ENVIRONMENTAL CANADA, 1999). Em diversos países, estes componentes eletrônicos contendo Hg estão sendo substituídos. Inclusive, diversas destas alternativas, são mais eficientes que os aparelhos que usam Hg. Não existem dados detalhados sobre esta substituição no Brasil, nem sobre o uso destes equipamentos. Isto torna bastante difícil uma estimativa acurada da emissão de resíduos sólidos contendo Hg por esta categoria neste setor. Estes equipamentos acabam dispostos em aterros sanitários. Abaixo, uma relação de aparelhos que fazem uso do mercúrio em hospitais:

- termômetros;
- termômetros para medir a temperatura do corpo;

- termômetros teste do açúcar para Clerget;
- termômetros sistemas de quente e frio;
- termômetros incubadoras e banhos de água;
- termômetros de máxima e mínima;
- termômetros teste de cristais líquidos (com fio);
- esfigmomanômetros de tubos;
- canos ou tubos de alimentação e
- tubos de Miller-Abbott.

3.7. Disposição final

Consiste na disposição definitiva de rejeitos no solo ou em locais previamente preparados para recebê-los. Pela legislação brasileira, atualmente, a disposição final deve obedecer a critérios técnicos de construção e operação conforme Norma ABNT NBR-10.157 de 09/87 Aterros de Resíduos Perigosos - Critérios para Projetos, Construção e Operação, para as quais é exigido licenciamento ambiental de acordo com a Resolução CONAMA nº 237/97.

A figura 15 apresenta um esquema de Aterro de Resíduos Perigosos.

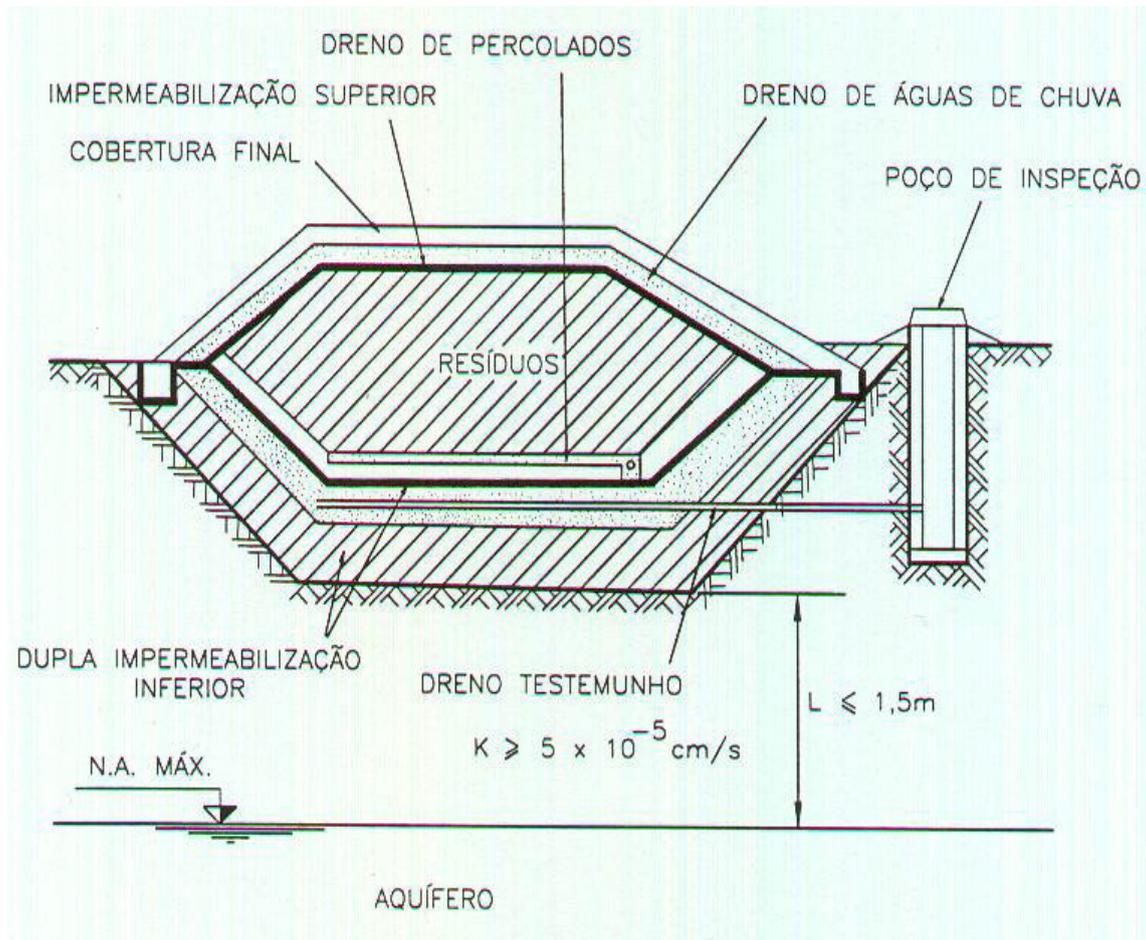


Figura 15. Esquema de Aterro de Resíduos Perigosos
 Fonte: CETESB, com adaptações.

3.8. Quadro resumo sobre alternativas adequadas para o gerenciamento de resíduos que contém mercúrio

RESÍDUOS	ESTRATÉGIAS DE GERENCIAMENTO
Termômetros, Esfigmomanômetros	Embale-os cuidadosamente, para que não se quebrem no transporte. Se já estiver quebrado, o termômetro bem como as gotículas de mercúrio derramado deve ser guardado em um recipiente com tampa de vedação eficaz (um pote plástico, por exemplo). Evitar potes de vidro que se quebram facilmente.
	Tratamento: Recuperação do Hg
Amálgamas dentários	Segregação na fonte
	Coletar os resíduos em recipiente dotado de boca larga e de material inquebrável. Deixar um lâmina de água sobre o resíduo. Manter o recipiente hermeticamente fechado e em local de baixa temperatura, isento de luz solar direta
	Tratamento: Recuperação do Hg
Lâmpadas	Segregação na fonte
	É recomendável que as lâmpadas a descartar sejam armazenadas em local seco, nas próprias caixas de embalagem original, protegidas contra eventuais choques que possam provocar sua ruptura.
	Tratamento: Recuperação do Hg
Químicos	Segregação na fonte
	Acondicionamento em embalagem identificada
	Armazenagem temporária em local fechado
	Disposição final: aterro para resíduos perigosos
Eletrônicos	Segregação na fonte
	Acondicionamento em embalagem identificada
	Armazenagem temporária em local fechado
	Tratamento: Reciclagem

4. Produção mais Limpa

Produção mais limpa significa a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da não-geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em um processo produtivo. Esta abordagem induz inovação nas empresas, dando um passo em direção ao desenvolvimento econômico sustentado e competitivo, não apenas para elas, mas para toda a região que abrangem.

A minimização na geração de resíduos na fonte requer disseminação cultural entre todos os envolvidos nos processos que utilizem o mercúrio, além do departamento técnico que faz as especificações, compras, usuários, manutenção e responsáveis pelo gerenciamento de resíduos; e comprometimento nas atitudes das pessoas e na organização das operações.

Este processo de prevenção da geração de resíduos pode ser otimizado por meio de diretrizes e encaminhamentos para a substituição, eliminação ou redução do uso e importação do mercúrio, seja dos medicamentos ou equipamentos e de ações do Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Saúde (por meio da ANVISA) com o uso de legislação específica.

Podemos pensar em alguns passos para reduzir o uso do mercúrio:

- **Identificar os dispositivos e insumos que contêm mercúrio.**

A transição para a assistência à saúde livre de mercúrio

necessita, em primeiro lugar, que os hospitais realizem um inventário dos produtos que eles comprem, ou que já possuem, atualmente, para verificar se os mesmos contêm mercúrio. Existem várias ferramentas eficientes que os hospitais podem empregar para identificar tais produtos.

Os seguintes documentos somente estão disponíveis, no momento, no idioma inglês:

- O Instituto Nacional de Saúde dos EUA possui o site Campanha de Redução do Mercúrio “Mad as a Hatter” que proporciona uma lista de alternativas a diversos usos do mercúrio.

- O Guia MWRA/MASCO de Manejo de Mercúrio proporciona uma base de dados sobre produtos que contêm mercúrio e também recursos informativos sobre o mercúrio nas águas residuais.

- **Avaliar o custo comparativo destas alternativas.**

Para isto, levar em conta o ciclo de vida, os acidentes e a disposição final de um modo ambientalmente saudável.

- **Educar /sensibilizar os colaboradores.**

Educar e sensibilizar sobre a eficácia das alternativas e as razões para mudar para outros produtos.

- **Por em prática uma política de compras livres de mercúrio.**

Uma vez que se completaram esses passos, os hospitais devem iniciar uma política de compras livres de mercúrio. O fato de ter uma política para todo

o sistema ou hospital para eliminar certos tipos de produtos ou materiais tóxicos pode ser benéfico, já que a administração, os médicos e os responsáveis pelo manejo e pela compra de materiais trabalham sob a mesma definição a respeito do que não se deve comprar em um hospital.

- **Estabelecer metas de redução do mercúrio.**

Estabelecer metas para a eliminação de certos dispositivos que contêm mercúrio. Comumente os hospitais começam pelos termômetros de mercúrio e já seguem com os esfigmomanômetros ou com os dispositivos de medição da pressão sanguínea. Alguns começam reciclando lâmpadas fluorescentes e eliminando os fixadores com mercúrio usados em laboratórios. Um estabelecimento pode ter problemas em alguma área em relação ao mercúrio e as metas de eliminação deste metal devem ser estabelecidas em função das prioridades de cada hospital. Costuma ocorrer que, ao definir metas pequenas e conseguíveis, cria-se um momento oportuno para o programa e para manter as pessoas comprometidas. Os esforços de eliminação do mercúrio devem ser documentados e podem ser empregados como Iniciativas de Melhora do Desempenho.

As últimas duas décadas do milênio passado testemunharam um enorme esforço, por parte dos países industrializados, na implantação de legislação específica e no desenvolvimento de tecnologias “limpas”, que resultaram em um decréscimo significativo na emissão de Hg para o meio ambiente.

4.1 Novas tecnologias

As boas práticas na minimização dos processos que utilizam e geram resíduos contaminados com mercúrio são normalmente bem aceitas pelos administradores, empresários e trabalhadores devido ao baixo custo de investimento na substituição dos equipamentos e pelos

rápidos resultados alcançados, com alterações simples no processo de especificação dos equipamentos atingindo os seguintes objetivos:

- Minimizar a contaminação do solo e água.
- Diminuir o volume de resíduos de mercúrio gerados e facilitar a reciclagem.
- Reduzir custos de disposição final de resíduos perigosos.
- Melhorar os aspectos relativos à saúde do trabalhador e do usuário.
- Melhorar a qualificação dos recursos humanos na gestão ambiental.
- Melhorar competitividade através da imagem da empresa na sociedade.

Conforme a Lei nº 12.305/2010, que dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos, na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

A separação na fonte (segregação), utilizando-se lixeiras ou coletores adequados, contribui com a reciclagem e destinação correta dos resíduos de mercúrio.

Muitos médicos e enfermeiras acreditam que o mercúrio é o “padrão” com o qual se deve comparar os termômetros, esfigmomanômetros e outros dispositivos. Contudo, numerosos estudos científicos demonstraram que, se estão apropriadamente calibrados e mantidos, os instrumentos de medição livres de mercúrio apresentam o mesmo nível de precisão que os dispositivos de mercúrio aos que são

substituídos. Além disso, uma série de estudos destacou que, devido à escassa manutenção e calibração, costumam ocorrer medições inadequadas com os instrumentos de mercúrio.

Um instrumento de medição de mercúrio não assegura uma medição precisa.

Como foi reconhecido pela Associação Norte Americana do Coração em referência à pressão arterial, muito além do instrumento de medição que se empregue, tanto os esfigmomanômetros aneróides como os de mercúrio devem ser revisados regularmente para eliminar erros nas medições da pressão arterial e, conseqüentemente, no diagnóstico e no tratamento da hipertensão.

Em um mundo ideal, as considerações para eleger esfigmomanômetros deveriam incluir o preço de venda, a facilidade de uso, a precisão, a viabilidade, os requisitos de manutenção e os impactos sobre a saúde e o ambiente. Os seguintes links ao site de Hospitais Sustentáveis do Centro para a Produção Sustentável de Lowell, EUA, proporcionam uma ampla documentação sobre a precisão das alternativas livres de mercúrio para esfigmomanômetros e termômetros (no momento, somente disponível em inglês):

Comparação entre esfigmomanômetros Aneróides e de Mercúrio

Comparing Aneroid and Mercury Sphygmomanometers no site: http://sustainablehospitals.org/HTMLSrc/IP_aneroid_sphygmo.html

A Escolha de Termômetros Livres de Mercúrio e a Precisão

Selecting Non-Mercury Thermometers and Accuracy no site: http://sustainablehospitals.org/HTMLSrc/IP_Merc_FTNonmerc.html

Hoje em dia, nos países industrializados existem alternativas custo-efetivo para quase todos os produtos

de mercúrio utilizados nos estabelecimentos de saúde. Nos países em desenvolvimento, a demanda por produtos alternativos como termômetros digitais e esfigmomanômetros aneróides está começando a surgir recentemente. Ocorrendo o mesmo com a oferta, que está emergindo tanto pelo surgimento de indústrias nacionais ou regionais em lugares como Índia, Ásia Oriental e América do Sul, como pelas companhias da Europa e Estados Unidos que procuram mercados em desenvolvimento em todo o mundo.

Atualmente, tanto a China como a Índia produzem grandes quantidades de termômetros e outros instrumentos de mercúrio a baixo custo. Porém, mesmo com esses produtos econômicos inundando o mercado, quando a quantidade de quebras dos termômetros de mercúrio em hospitais é comparada com a longevidade das alternativas digitais, os custos acabam sendo parecidos, sem mensurar os custos ambientais e de saúde que não são considerados.

Os hospitais e sistemas de saúde dos países em desenvolvimento podem ajudar a construir a demanda por alternativas, através do compromisso de eliminar o mercúrio e criando políticas de compra de produtos alternativos. Assim, as indústrias nacionais serão estimuladas a começar a produzir a oferta.

Os governos dos países podem ditar normas e padrões para garantir que somente estejam disponíveis para a venda, instrumentos médicos de qualidade. As regulamentações nacionais e internacionais sobre o comércio de instrumentos médicos de mercúrio, orientadas por imperativos sanitários e ambientais, também podem ajudar a deter a inundação de produtos contendo mercúrio de baixo custo e criar um mercado para alternativas acessíveis.

Talvez o maior desafio para as comunidades em alguns países em desenvolvimento é a escassez de infraestrutura para recolher e manejar os resíduos que contêm mercúrio. A maioria dos países industrializados

desenvolveu políticas, regulamentações e infraestrutura para evitar a contaminação do meio ambiente, por meio dos resíduos sólidos urbanos e das águas residuais, que tenham sido contaminadas com mercúrio. Mesmo sendo pouco eficaz, em geral, tenta-se que este mercúrio seja coletado e reciclado para produzir novos produtos.

Na medida em que se ditam mais normas e leis para proibir o mercúrio, cresce a pressão nos países industrializados para exportar o mercúrio restante existente, seja em produtos novos ou usados. Isso provavelmente acrescentará novos desafios às iniciativas de redução do mercúrio nos países em desenvolvimento e demandará maior controle sobre o comércio, incluindo proibições sobre as exportações e as importações. Em longo prazo, é essencial o desenvolvimento de estratégias permanentes de solução a nível global para os resíduos de mercúrio.

Como uma proposta alternativa ou complementar, os países interessados podem desenvolver estratégias de engenharia que evitem a entrada de mercúrio à corrente de resíduos urbanos e ao ambiente. Essa estratégia não precisa ser cara e nem requer tecnologias sofisticadas.

Bibliografia

ARMOUR, M.A.. Hazardous Laboratory Chemicals Disposal Guide, 1991. Protocolos do Documento Base traduzidos por Juliana Escribano Y de Sales (p.1-14) e Eduardo Batista da Silva (p.15-29), com revisão pelo Prof. Dr. Alvaro L. Hattner, IBILCE-UNESP. Departamento de Letras Modernas.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Resolução nº 358 de 05 de maio de 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC nº 306 de 07 de dezembro de 2004

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e JICA. Perfil do Gerenciamento de Mercúrio no Brasil, incluindo seus Resíduos. 2010. 100p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e JICA. Os Resíduos de Mercúrio nos Serviços de Saúde. 2010. 80p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde / Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. – Brasília: Ministério da Saúde, 2006. 182 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos)

BRITO FILHO, Dilermando. Toxicologia Humana e Geral. Segunda Edição. Rio de Janeiro. 1988

GOVERNO DO ESTADO DE GOIÁS. Secretaria Estadual de Saúde. Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. 2004. 74p.

MERHEB, Farid Capanema. Características físico-químicas, aspectos toxicológicos e identificação analítica do Mercúrio. 2009.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. Centro Pan-Americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente. Guia para o Manejo Interno de Resíduos Sólidos em Estabelecimentos de Saúde. Brasília 1997. 64p.

RIBEIRO, Vital. Centro de Vigilância Sanitária da Secretaria da Saúde do Estado de São Paulo – I Seminário Hospitais Saudáveis (Vigilância Sanitária e Gestão Ambiental nos Serviços de Saúde). Em 11 e 12 de setembro de 2008.

THALHEIMER, Carlos Alexandre. Diagnóstico de Resíduos de Serviços de Saúde. Centro Nacional de Tecnologias Limpas – SENAI/RS. 2009.

UNEP - United Nations Environmental Program. Toolkit for identification and quantification of mercury releases – Pilot draft, November 2005. UNEP Chemicals, Geneva, Switzerland. 2003.

ZAVARIZ, Cecília. “Documento de Recomendações a Serem Implementadas pelos Órgãos Competentes em todo o Território Nacional Relativas as Lâmpadas de Mercúrio”. 2007.

Fontes na Internet

<http://www.saudecmdano.org.br>.

Acesso em 23/02/2010 as 15:34h.

<http://www.areaseg.com/toxicos/mercurio.html>.

Acesso em 14/02/2010 as 23:39h

<http://www.comlurb.rio.rj.gov.br/rss.htm>

Acesso em 14/02/2010 as 21:27h

<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=13554#>

Acesso em 14/02/2010 as 20:04

http://www.cimm.com.br/portal/noticia/exibir_noticia/2912-resduo-eletronico-reduo-reutilizacao-reciclagem-e-recuperacao

Acesso em 24/02/2010.

<http://www.sbc.unb.br/docs/camila.pdf>

Acesso em 14/02/2010

<http://www.qca.ibilce.unesp.br/prevencao/protocolo.htm>. CISQ (Comissão Interna de Segurança Química) - Incorporações e atualização. Versão novembro de 2003

Acesso em 04/06/2010

<http://www.scielo.br/pdf/rsp/v27n2/02.pdf>

Anexo

Legislações aplicáveis à disposição de materiais contendo Hg:

Legislação Federal

DECRETOS	ASSUNTO
3.048/1999	Regulamento da Previdência Social Anexo II (Ver art. 20 da Lei 8.213/1991)
97.634/1989	Dispõe sobre o controle da produção e comercialização de substância que comporta risco para vida, a qualidade de vida e o meio ambiente e dá outras providências.
875/89	Promulga o texto da Convenção sobre o Controle de Movimentos Transfronteiriços de Resíduos Perigosos e seu Depósitos.
55.871/1965	Modifica o Decreto nº 50.040, de 24 de janeiro de 1961, referente a normas reguladoras do emprego de aditivos para alimentos, alterado pelo Decreto nº 691, de 13 de março de 1962.
50.040/1961	Dispõe sobre normas técnicas especiais reguladoras do emprego de aditivos químicos e alimentos
PORTARIAS	ASSUNTO
MS 518/2004	Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências.
MS 103/2003	Revoga as Portarias nº 1.376, de 19 de novembro de 1993 e nº 721, de 9 de agosto de 1989, que aprovaram, respectivamente, as alterações e as normas técnicas destinadas a disciplinar a coleta, o processamento e a transfusão de sangue total, componentes e derivados. Não trata especificamente de Hg. Seu texto apenas revoga a resolução anterior.

MS 1399/2000	Determina várias ações que competem ao Estado, na gestão do componente estadual do Sistema Nacional de Vigilância Epidemiológica Ambiental em Saúde, dentre elas: coordenação de ações de vigilância ambiental de fatores BRASIL - de risco a saúde humana, incluindo o monitoramento da água de consumo humano e contaminantes de importância à Saúde Pública, como agrotóxicos, mercúrio e benzeno.
SVS/MS 551/1998	Aprova as Normas de Produção e Controle de Qualidade da Vacina Tríplice (DTP) e os Procedimentos de Controle.
SVS/MS 176/1996	Aprova as Normas Técnicas de Fabricação e controle de Qualidade da Vacina contra a Raiva Uso Humano (CCL) Fuenzalida - Palacios Modificada, na conformidade do anexo desta Portaria.
SVS/MS 71/1996	Aprovar a relação de documentos necessários à formação de processos para autorização, alteração e cancelamento de funcionamento de empresa, registro de produto, suas alterações, revalidação, cancelamento e outros procedimentos afins, conforme anexos.
INMETRO 24/1996	Concede o prazo de 45 (quarenta e cinco) dias para que as pessoas físicas e jurídicas que importem, produzam e comercializem a substância mercúrio metálico requeiram seu cadastramento junto à diretoria de controle e fiscalização do IBAMA.
IBAMA 046/1996	Altera o art. 1º da portaria nº 32/95 que passa a vigorar com nova redação
IBAMA 032/1995	Dispõe sobre o cadastramento no IBAMA de pessoas físicas e jurídicas que importem, produzam e comercializam a substância mercúrio metálico.
MS 228/1991	Constitui grupo de trabalho com o objetivo de assessorar a Secretaria Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), do Ministério da Saúde, na identificação e detalhamento operacional das ações a serem desenvolvidas no interesse da proteção a saúde humana, em áreas sujeitas a poluição por mercúrio, utilizado nas operações de garimpo e de mineração de ouro. (ementa elaborada pela CDI/MS).
IBAMA 458/1989	Complementa a portaria 435, de 09/08/89.
IBAMA 436/1989	Credenciar, por um prazo de 120 dias, a empresa Bernardini S.A. Indústria e Comércio como fabricante do destilador portátil para amalgama Au-Hg (ouro-mercúrio), modelo 003 com especificações e dados de eficiência registrados e arquivados no IBAMA.
IBAMA 395/1989	Credenciar o Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, para realizar testes de avaliação de eficiência dos equipamentos (retortas).

MS 721/1989	Aprova Normas Técnicas para a coleta, processamento e transfusão de sangue, componentes e derivados; e da outras providências.O termo mercúrio é usado na definição do controle da temperatura de banho maria e incubadora.
MS/SNSVS/DIMED 10/1980	1- Proíbe a partir desta data a fabricação e a venda dos produtos que contenham em sua formula, isolada ou associada substâncias compostas de mercúrio 2 - Concede um prazo de 30 dias para que as empresas produtoras de medicamentos enquadrados no item 1, modifiquem a formula dos referidos produtos sob pena de cancelamento do respectivo registro 3- Excetuam-se desta portaria apenas os produtos contendo timerosal e merbromina
MS/SNVS/DIMED 07/1980	1 – Proíbe a partir desta data a fabricação e a venda dos produtos que contenham em sua formula, isoladas ou associadas substâncias compostas de mercúrio. 2 - Concede prazo de 30 dias para que as empresas produtoras de medicamentos com mercúrio, modifiquem a formula dos referidos produtos sob pena de cancelamento do respectivo registro.
MAPA 06/1980	Proíbe o registro de fungicidas mercuriais.
MAPA 02/1975	Proíbe o uso de pesticidas contendo metilmercúrio, etilmercúrio, e outros compostos de alquilmercúrio.
RESOLUÇÕES	ASSUNTO
CONAMA 401/2008	Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambientalmente adequado, e dá outras providências.
ANVISA RDC 20/2007	Aprova o “Regulamento Técnico sobre Disposições para Embalagens, Revestimentos, Utensílios, Tampas e Equipamentos Metálicos em Contato com Alimentos”.
CONAMA 358/2005	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providência
CONAMA 357/2004	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
MS 518/2004	Estabelece os padrões de potabilidade, procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano.
ANVISA RDC 306/ 2004	Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.
CONAMA 316/2002	Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos

CONAMA 264/1999	Dispõe a necessidade de serem definidos procedimentos, critérios e aspectos técnicos específicos de licenciamento ambiental para o co-processamento de resíduos em fornos rotativos de clínquer, para a fabricação de cimento.
CONAMA 23/1996	Manipulação, transporte e Destinação de Resíduos Perigosos (Basiléia)

Legislações Estaduais e Municipais

ESTADO/MUNICÍPIO	INSTRUMENTO	RESUMO
Andradas (Estado de Minas Gerais)	Lei Municipal nº 1.497/2007	Pilhas, Baterias e Lâmpadas - Disciplina o descarte e o gerenciamento adequado de pilhas, baterias e lâmpadas usadas no Município de Andradas e dá outras providências.
Barueri (Estado de São Paulo)	Lei Municipal nº 1.417/2004	Pilhas, Baterias e Lâmpadas - Dispõe sobre a responsabilidade da destinação de pilhas, baterias e lâmpadas usadas e da outras providencias.
Campinas (Estado de São Paulo)	Lei Municipal nº 11.294/2002	Lâmpadas Fluorescentes - Dispõe sobre a destinação de lâmpadas fluorescentes no município de Campinas.
Caxias do Sul (Estado do Rio Grande do Sul)	Lei Municipal nº 5.873/2002	Pilhas, Baterias e Lâmpadas - Disciplina o descarte e o gerenciamento adequado de pilhas, baterias e lâmpadas usadas no Município de Caxias do Sul e dá outras providências.
Nova Friburgo (Estado do Rio de Janeiro)	Lei Municipal nº 3.172/2002	Lâmpadas Fluorescentes - Cria normas e procedimentos para o serviço de coleta, reciclagem e disposição final de lâmpadas fluorescentes e outros produtos contendo mercúrio no município de Nova Friburgo.
Nova Prata (Estado do Rio Grande do Sul)	Lei Municipal nº 4.776/2002	Pilhas, Baterias e Lâmpadas - Disciplina o descarte e o gerenciamento adequado de pilhas, baterias, e lâmpadas usadas no município de Nova Prata e dá outras providências.

Rio Grande (Estado do Rio Grande do Sul)	Lei Municipal nº 5.884/04	Pilhas - Dispõe sobre o descarte, fiscalização e destinação final de pilhas que contenham mercúrio metálico no município do Rio Grande.
São Paulo (Estado de São Paulo)	Lei Municipal nº 12.653/1998	Lâmpadas Fluorescentes - Fixa normas para o descarte como lixo de lâmpadas fluorescentes, e dá outras providências.
Estado do Espírito Santo	Lei Estadual nº 6.834/2001	Lâmpadas fluorescentes usadas - Dispõe sobre responsabilidade da destinação de lâmpadas usadas e dá outras providências no Estado do Espírito Santo, ficam as empresas fabricantes, importadoras, distribuidoras, rede de assistência técnica ou revendedora de lâmpadas que contaminam o meio ambiente, responsáveis por dar destinação adequada a esses produtos, mediante procedimentos de coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final, após seu esgotamento energético ou vida útil.
Estado do Rio de Janeiro	Lei Estadual nº 2.436/1995	Cloro-álcali - Proíbe a implantação ou ampliação, e dá prazo para substituição, no Estado do Rio de Janeiro, de indústrias produtoras de cloro-soda com células de mercúrio e células de diafragma.
Estado do Rio de Janeiro	Lei Estadual nº 2110/1993	Pilhas e baterias – Cria o Sistema Estadual de Recolhimento de Pilhas e Baterias.

ESTADO/MUNICÍPIO	INSTRUMENTO	RESUMO
Estado do Rio de Janeiro	Lei Estadual nº 5121/2007	Lâmpadas fluorescentes – Torna obrigatório que os estabelecimentos situados no Estado do Rio Janeiro, que comercializem lâmpadas fluorescentes, coloquem à disposição dos consumidores lixeira para sua coleta quando descartadas ou inutilizadas, e dá outras providências.
Estado do Rio Grande do Sul	Lei Estadual nº 11.187/1998	Resíduos de lâmpadas e pilhas - É alterada a Lei nº 11.019, de 23 de setembro de 1997, acrescentando normas sobre o descarte e destinação final de lâmpadas fluorescentes, baterias de telefone celular e demais artefatos que contenham metais pesados, no Estado do Rio Grande do Sul.
Estado de São Paulo	Decreto Estadual nº 45.643/2001	Utilização de Lâmpadas de baixo teor de mercúrio - Dispõe sobre a obrigatoriedade da aquisição pela Administração Pública Estadual de lâmpadas de maior eficiência energética e menor teor de mercúrio, por tipo e potência, e dá providências correlatas.
Estado de São Paulo	Lei Estadual nº 10.888/2001	Resíduos - Dispõe sobre o descarte final de produtos potencialmente perigosos do resíduo urbano que contenham metais pesados, empresas, coleta, recipientes, acondicionem o referido lixo, pilhas, baterias, lâmpadas fluorescentes, frascos de aerossóis, fabricantes, distribuidores, importadores, comerciantes, revendedores, descontaminação, destinação final, meio ambiente, Unidades Fiscais do Estado de São Paulo – Ufesps.





Ministério do
Meio Ambiente

