

# **POLUIÇÃO MERCURIAL: PARÂMETROS TÉCNICO-JURÍDICOS**

*Maria Laura Barreto  
Anna Christiana Marinho*

**MCT**

**CNPq**

**CETEM**

SED27

CE

Ex. 1

*PRESIDENTE DA REPÚBLICA:* Fernando Henrique Cardoso  
*MINISTRO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA:* José Israel Vargas

*PRESIDENTE DO CNPq:* José Galizia Tundisi  
*DIRETOR DE DESENV. CIENT. E TECNOLÓGICO:* Marisa Cassin  
*DIRETOR DE PROGRAMAS:* Eduardo Moreira da Costa  
*DIRETOR DE UNIDADES DE PESQUISA:* José Ubyrajara Alves

#### CETEM - CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

##### CONSELHO TÉCNICO-CIENTÍFICO (CTC)

*Presidente:* Roberto C. Villas Bôas

*Vice-presidente:* Juliano Peres Barbosa

*Membros Internos:* Luiz Gonzaga dos S. Sobral; Ronaldo Luiz Corrêa dos Santos e Fernando Freitas Lins (suplente)

*Membros Externos:* Antonio Dias Leite Junior; Arthur Pinto Chaves; Octávio Elísio Alves de Brito; Saul Barisnik Suslick e Luiz Alberto C. Teixeira (suplente)

*DIRETOR:* Roberto C. Villas Bôas

*DIRETOR ADJUNTO:* Juliano Peres Barbosa

*DEPTº DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS (DTM):* Adão Benvindo da Luz

*DEPTº DE METALURGIA EXTRATIVA (DME):* Ronaldo Luiz C. dos Santos

*DEPTº DE QUÍMICA INSTRUMENTAL (DQI):* Luiz Gonzaga dos S. Sobral

*DEPTº DE ESTUDOS E DESENVOLVIMENTO (DES):* Carlos Cesar Peiter

*DEPTº DE ADMINISTRAÇÃO (DAD):* Antônio Gonçalves Dias



ISSN - 0103-6319

#### **Maria Laura Barreto**

*Licenciada em Direito (Moçambique), M.Sc. em Direito e Relações Internacionais (PUC/RJ). Pesquisadora do CETEM, desde 1989, na área de Direito Mineral e Ambiental.*

#### **Anna Christiana Marinho**

*Aluna de Direito (UFRJ), Bolsista de Iniciação Científica do CETEM, desde 1994, na área de Direito Ambiental.*

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia



CETEM - Centro de Tecnologia Mineral

1995

CT-00006370-8

*Tombo; 00 6229*

SÉRIE ESTUDOS E DOCUMENTOS  
CONSELHO EDITORIAL  
CETEM  
BIBLIOTECA

Editor  
Ronaldo Luiz O. dos Santos

Reg. N.º 108 Data 02/10/95  
Conselheiros Internos  
Maria Laura Barreto, Vera Lúcia M. Lima, M. H. de Medeiros Portela, Francisco E. de Vries Lápido Loureiro, Francisco R. C. Fernandes.

Conselheiros Externos

Luis Henrique Sanchez (USP), J. R. Andrade Ramos (UFRJ), Eduardo C. Damasceno (USP), Saul Barisnik Suslick (UNICAMP), Abraham Benzaquem Sicsu (Fundação Joaquim Nabuco), Helena Maria Lastres (IBICT), Hildebrando Hermann (UNICAMP), Rupen Adamian (COPPE/UFRJ)

A Série Estudos e Documentos publica trabalhos que busquem divulgar estudos econômicos, sociais, jurídicos e de gestão e planejamento em C&T, envolvendo aspectos tecnológicos e/ou científicos relacionados à área minero-metalúrgica.

PATRIMÔNIO	
17-B -	6508
COL. DE	VOL. VOL. Nº
DATA 16/10/95	COORDENAÇÃO EDITORIAL E REVISÃO
REG. Nº	EDITORIAÇÃO ELETRÔNICA
BNES	Jacinto Frangella ILUSTRAÇÃO

Barreto, Maria Laura

Poluição Mercurial: parâmetros técnico-jurídicos. Maria Laura Barreto; Anna Christiana Marinho. - Rio de Janeiro: CNPq/CETEM, 1995.

42p.: il. - (Série Estudos e Documentos, 27)

1. Mercúrio-Poluição. 2. Política ambiental. 3. Impactos ambientais. 4. Legislação ambiental. I. Marinho, Anna Christiana. II. Centro de Tecnologia Mineral. III. Título. IV. Série

ISBN 85-7227-063-9

ISSN 0103-6319

CDD 622.4

APRESENTAÇÃO

As legislações sobre os efeitos tóxicos gerados pela presença dos metais pesados no meio ambiente, ora apresentam critérios de parâmetros técnicos contraditórios entre si, ora não apontam com precisão, a espécie química causadora da necessidade de contenção dos elementos, dentro das faixas de concentração toleradas.

O presente trabalho, de autoria de Maria Laura Barreto e Anna Christiana Marinho aborda a questão do mercúrio sobre o meio ambiente, quanto a esses aspectos, parâmetros técnicos-jurídicos e será de inestimável valia ao estudioso do assunto.

Rio de Janeiro, agosto, 1995.

Roberto C. Villas Bôas  
Diretor

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	3
2. LEGISLAÇÃO E PARÂMETROS TÉCNICOS INTERNACIONAIS .....	7
2.1 Legislação Internacional.....	7
2.2 Parâmetros Técnicos .....	18
3. LEGISLAÇÃO E PARÂMETROS TÉCNICOS NACIONAIS .....	22
3.1 Legislação Nacional .....	22
3.2 Parâmetros Técnicos.....	25
4. CONCLUSÕES .....	36
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

## 1. INTRODUÇÃO

---

O presente estudo é parte integrante do projeto "Avaliação do Impacto Sócio-Ambiental da Atividade Garimpeira, causado por Emissões de Mercúrio na Atmosfera", de caráter interdisciplinar e multistitucional, financiado pelo PADCT/FINEP. Tal projeto abrange oito subáreas, a saber: Tecnologia; Sócio-Econômica; Saúde Humana; Desenvolvimento Analítico; Transporte Atmosférico; Uso de Bioindicadores; Deposição Atmosférica de Mercúrio; Direito. Este relato pertence à subárea de Direito e objetiva o levantamento e análise da legislação referente à poluição ambiental causada pelas emissões de mercúrio, direcionando a análise para as emissões decorrentes das atividades garimpeiras, visando fornecer subsídios para propostas legislativas.

A questão da poluição mercurial decorrente da atividade garimpeira tem sido objeto, nos últimos anos, de vários estudos, por ser esta a principal fonte de contaminação por mercúrio no Brasil, contribuindo com grande parte das emissões do metal para o meio ambiente. Segundo Ferreira e Appel<sup>(1)</sup> as perdas de mercúrio em 1989 foram da ordem de 210 toneladas, sendo que o garimpo contribuiu com 80% (168 toneladas), seguido pela indústria de cloro-soda, com 8% (17 toneladas). Emissões decorrentes de outros usos correspondem a menos de 5% cada uma.

Nos garimpos de ouro, o mercúrio, na forma metálica, é utilizado para a separação das partículas finas de ouro através do processo de amalgamação. Depois desta etapa, o amálgama Hg-Au geralmente é "queimado" em retortas, mas, freqüentemente essa operação é realizada a céu aberto, permitindo que grande parte dos vapores de mercúrio se espalhe na atmosfera. Esses vapores de mercúrio gerados na "queima", além de intoxicar diretamente o operador, contaminam todo o ambiente, eis que o mercúrio liberado para



a atmosfera acaba sendo carregado pelas águas das chuvas para os solos e rios. O resultado da queima é um ouro esponjoso contendo, ainda, mercúrio em pequena quantidade. Tal esponja é encaminhada às casas compradoras, onde ocorre a fundição com escorificação, acarretando, novamente, a emissão do mercúrio volatilizado para a atmosfera.

Lacerda e Salomons (1992) <sup>(2)</sup> citam uma pesquisa feita pelo DNPM (1987) em 800 garimpos da região do Brasil Central, através da qual encontrou-se um valor para o denominado "Fator de Emissão"- FE (quantidade de mercúrio liberada no meio ambiente para produzir 1 kg de ouro) de cerca de 1,7 kg de mercúrio para cada quilograma de ouro produzido. Apesar da variabilidade do FE obtido nos diversos levantamentos, parece ser consensual que o FE de mercúrio para a atmosfera é muito mais alto do que para os rios e solos, respondendo por 65% a 83% da emissão total.

Lacerda e Salomons (1992) <sup>(2)</sup> citam estudo realizado por Pfeiffer e Lacerda (1988), que calcularam, tomando como referência um garimpo do rio Madeira (Estado de Rondônia), que a perda principal de mercúrio se dá para a atmosfera, atingindo de 55% a 65% do total. De 40% a 50% foram carregados para os rios como mercúrio metálico durante o processo de amalgamação, e de 5% a 10% também para os rios, durante a recuperação do mercúrio usado no processo.

Farid e outros (1991), também citados por Lacerda e Salomons (1992) <sup>(2)</sup>, estudaram detalhadamente o balanço do mercúrio em seis garimpos que usam retortas para a queima do amálgama, detectando que até 70% do mercúrio usado no processo podem ser enviados para a atmosfera caso não se utilizem retortas, enquanto 20% se perdem como mercúrio metálico para os rejeitos, e 10% para a atmosfera durante a queima do ouro. Porém, o uso de retortas nesses garimpos reduziu as emissões atmosféricas de 70% para valores que variam de 1% a 49%, dependendo da retorta usada, com valores médios de redução de 20% entre todos os garimpos.

Os dados acima citados demonstram a importância de se empreender um estudo mais aprofundado sobre os reais impactos, para o meio ambiente e para o Homem, das emissões de mercúrio para a atmosfera através do garimpo, estudo esse que também envolve a pesquisa e análise das formas legais de controle das emissões, em seus aspectos tanto preventivos quanto punitivos, móbil da presente pesquisa.

Esta pesquisa, cuja duração é de dois anos, iniciou-se em janeiro de 1995 e os resultados e conclusões aqui apresentados decorrem do trabalho realizado durante o período de quatro meses. A importância de publicar os resultados preliminares do estudo deve-se ao fato de que estes podem ser importantes subsídios para todos aqueles que estudam ou lidam com a questão mercurial, dada a escassez de trabalhos nacionais sobre a temática. Especificamente, nesta etapa preliminar, buscou-se analisar a legislação aplicável aos diversos usos do mercúrio e as exigências legais de controle das emissões. Para tanto, foram realizados levantamentos em nível nacional e internacional, tanto de bibliografia técnica especializada sobre o mercúrio, seu comportamento no meio ambiente e formas de controle da poluição, como bibliografia jurídica e da legislação pertinente.

Ressalte-se a característica específica desse levantamento bibliográfico, que não se ateve somente à bibliografia jurídica, uma vez que este estudo colhe importantes subsídios de outras áreas do conhecimento, externas à ciência jurídica.

Para o levantamento em nível internacional, utilizou-se a rede *BITNET/INTERNET*, visando agilizar o processo de intercâmbio e auxiliar na formação de uma rede temática de referências.

No nível nacional, foi feito um levantamento minucioso da bibliografia existente sobre o tema, tendo como fonte primeira a biblioteca do CETEM, principalmente no tocante à literatura técnica sobre o mercúrio. Também foram consultados livros

sobre legislação mineral/ambiental e exemplares do Diário Oficial da União.

Quanto ao processo de interpretação dos diplomas legais, utilizar-se-á essencialmente o elemento teleológico como critério, uma vez que nos interessa conhecer os fins e os valores presentes no ordenamento jurídico. E, para se chegar ao arcabouço jurídico que se objetiva conhecer, faz-se necessário integrar a regulamentação específica sobre o mercúrio na mineração com a regulamentação mineral e ambiental de aplicação mais genérica. Ressalte-se que, a princípio, estudamos a legislação internacional vigente entre as décadas de 50 e 70. Dessa forma, com a continuação deste trabalho, pretende-se estudar a atual vigência daqueles diplomas legais, com a conseqüente atualização, se for o caso.

Com base nos levantamentos da legislação, tanto em nível nacional quanto internacional, é exposto um panorama geral dos diplomas existentes a respeito da matéria, não havendo uma análise aprofundada dos mesmos, apesar de algumas conclusões já serem apresentadas.

## 2. LEGISLAÇÃO E PARÂMETROS TÉCNICOS INTERNACIONAIS

---

### 2.1 Legislação Internacional (década de 50 a 70)

Na legislação propriamente dita, verificou-se a existência de leis e regulamentos em diversos países sobre o controle dos usos do mercúrio, abordando desde medidas de segurança adotadas pelas indústrias, com o intuito de evitar a contaminação do meio ambiente e o prejuízo à saúde humana, até normas de controle daquele elemento em todo e qualquer uso que dele se faça<sup>(3)</sup>.

#### 2.1.1 Japão

As principais leis que regem a utilização do mercúrio ou a redução das suas emissões são: "*The Fundamental Law against Environmental Pollution*" (1967, 1970) e "*The Law on the Prevention of Water Pollution*" (1970).

Outras leis relevantes:

- a) "*The Law on the Hygiene of Food Products*" (1947). Ministry of Public Health;
- b) "*The Law on the Utilization of Chemical Products in Agriculture*" (1948, 1970). Ministry of Agriculture, Water and Forests; Environmental Protection Agency;
- c) "*The Law on Security in Mines*" (1949). Ministry of Commerce and Industry;
- d) "*The Law on Sewer Construction*" (1950, 1970). Ministry of Construction;



- e) "The Law on the Protection of Aquatic Resources" (1951). Ministry of Agriculture, Waters and Forests;
- f) "The Law on Pharmaceutical Products" (1960). Ministry of Public Health;
- g) "The Law on the Control of Toxic and Harmful Substances" (1960, 1970). Ministry of Public Health;
- h) "The Special Law on Public Activities for Specified Health Risks due to Environmental Pollution" (1969). Environmental Protection Agency;
- i) "The Law on the Pollution Control of Cultivable Land" (1970). Ministry of Agriculture, Water and Forests; Environmental Protection Agency;
- j) "The Law on Sea Pollution Control" (1970). Ministry of Transport;
- k) "The Law on Arbitration or Litigation arising from Environmental Pollution" (1970). Arbitration Committee of the Prime Minister's Secretaria, e
- l) "The Law on the Attribution of Allocations to Public Works Entrepreneurs for the Reduction of Pollution" (1970). Environmental Protection Agency.

Principais medidas controladoras do uso do mercúrio e seus compostos:

- a) publicação (1958) de um relatório sobre o controle de efluentes industriais( incorporado na "Law on Measures Against Water Pollution"), que fixou os limites admissíveis dos níveis de mercúrio nos efluentes, levando ao fechamento de um grande número de fábricas utilizadoras de mercúrio, devido à impossibilidade de satisfação daqueles limites, e

- b) em 1970, no âmbito da "Law on the use of chemical products for agriculture", havia a prevenção do uso de pesticidas contendo mercúrio na manufatura de qualquer produto. Anteriormente, em 1968 ("Law on the utilization of chemical products in agriculture"), o uso de pesticidas contendo mercúrio era permitido para qualquer operação na agricultura, exceto para o tratamento de sementes;
- c) restrição (1970) quanto à utilização de qualquer tipo de composto orgânico formado por mercúrio, tal como fungicida em indústria de tintas, resultante de diretrizes traçadas pelo Ministério da Indústria e Comércio Internacional;
- d) proibição (1971) da fabricação e venda de produtos contraceptivos que contêm mercúrio ("Law on Pharmaceutical Products");
- e) restrições quanto a pesca, venda e consumo de peixe. (diretrizes do Ministério da Saúde Pública; "Law on the Hygiene of Food Products").

#### 2.1.2 Suécia

Principal lei controladora da poluição mercurial:

- "The Law on Environmental Protection" (1959).

Outras leis relativas ao assunto:

- "The Law on Water" (1918-21). National Agency for the Protection of Water (atualmente sob o patrocínio da Environmental Protection Agency);
- "The Law on the Surveillance of Aquatic Zones" (1956). Environmental Protection Agency;



- "The Law on Pesticides" (1962). National Office of Pesticides and Poisons (agora denominado Products Control Service, Environmental Protection Agency);
- "The Decree on Pesticides" (1963). National Office of Pesticides and Poisons (agora conhecido como Products Control Service, Environmental Protection Agency);
- "The Decree on Poisons" (1963). National Office of Pesticides and Poisons. (agora conhecido como Products Control Service, Environmental Protection Agency);
- "The Law on Water Works and Water Purification" (1970). National Agency for the Protection of the Environment;
- "The Law on Food Products" (1971). National Food Agency, e
- "The Decree on Food Products" (1971). National Food Agency.

As principais medidas adotadas em relação ao uso do mercúrio e seus compostos:

- a) restrições (início dos anos 60 - "Law on Pesticides ") quanto ao uso de produtos mercuriais no tratamento de sementes;
- b) proibição (1966 - "Law on Pesticides") do uso de compostos de alquilmercúrio no tratamento de sementes na agricultura;
- c) proibição do uso de todos os compostos de mercúrio orgânico na indústria do papel e da cola. Em particular, proibição do seu uso no desenvolvimento de produtos viscosos (1966), e na impregnação de cola de papel (1967 - "Law on Pesticides");

- d) proibição (1967 - "Decree on Food Products") da venda de peixes advindos de 70 áreas marítimas, consideradas como de risco, e
- e) redução obrigatória (1967 - "Laws on Water and the Surveillance of Aquatic Zones" - diretrizes da Agência de Proteção Ambiental) das emissões para a água e o ar pelas indústrias utilizadoras de mercúrio, especialmente daquelas de produção eletrolítica de cloro e soda.

### 2.1.3 Canadá

As leis reguladoras da poluição por mercúrio são aquelas referentes às atividades das indústrias pesqueiras, controle de pesticidas, produtos alimentícios e medicamentos.

Por exemplo, a "Law on Fisheries" (1952, alterada em 1970), referente às zonas pesqueiras e à poluição das águas, proíbe (artigo 3º) o lançamento, em águas habitadas por peixes, de qualquer substância capaz de afetar a qualidade da água, de forma a garantir a preservação da vida aquática e resguardar a saúde humana (no caso do consumo de peixe pelo homem).

No âmbito dessa lei, o mercúrio presente nos efluentes advindos das fábricas de cloro e soda é considerado uma substância proibida e, em 1972, os regulamentos sobre o controle da concentração de mercúrio nos vários efluentes advindos da manufatura de cloro e soda cáustica foram incorporados na forma de emenda ao artigo 33 dessa lei. Foi estabelecida uma quantidade de 0,005 lb de mercúrio por tonelada de cloro produzida como sendo o teor máximo diário permissível de mercúrio nos efluentes advindos das instalações eletrolíticas que processam cloretos alcalinos, que são descarregados em águas habitadas por peixes. Cada fábrica deve monitorar seus efluentes que contêm mercúrio e manter um inventário de todo o mercúrio comprado, estocado, usado e descarregado.

O Ministério do Meio Ambiente é o responsável pela aplicação da lei sobre pesca; em certos casos, seu poder é delegado a administrações regionais.

Outras leis correlatas:

- a) *"The Law on the Inspection of Fishery Products"* (1949); abrange produtos advindos da pesca, que circulam no comércio inter-regional e internacional, partindo do ponto de vista da saúde e higiene pública.
- b) *"The Law on Pesticides"* (1968/69); ratificação de restrições quanto aos componentes mercuriais.
- c) *"The Law on Food Products and Medication"* (RSC-1970); prescrição de teores e dosagens de mercúrio.

Principais medidas adotadas contra o uso do mercúrio e seus compostos no Canadá:

- a) verificação de todos os produtos mercuriais utilizados para o tratamento de cereais (excluindo estoques que já tenham sido enviados aos varejistas), decisão tomada em 1970 no âmbito da *"Law on Pesticides"*;
- b) dezesseis zonas pesqueiras foram total ou parcialmente fechadas para pesca comercial, com notificação prévia e posterior destruição dos produtos advindos da pesca que excedessem os parâmetros prescritos (1970 - *"Law on Fisheries"*);
- c) incentivar procedimentos judiciais contra órgãos responsáveis pelo lançamento de mercúrio nos efluentes industriais, e
- d) redução da quantidade de mercúrio descarregada pelas instalações eletrolíticas utilizadoras de cloretos alcalinos.

#### 2.1.4 Estados Unidos

As principais leis referentes à proteção do meio ambiente, contra a introdução de substâncias tóxicas, incluindo o mercúrio, são:

- a) *"The Law on Industrial Refuse (article 13 of the 1899 Law on Waters and Ports)"*;
- b) *"The Law on Food Products, Medications, and Cosmetic Products"* (1938);
- c) *"The Law on the Health of the Climate"* (1963);
- d) *"The Federal Law against the Pollution of Water"* (1972);
- e) *"The Federal Law on the Protection of the Environment"* (1972), que substituiu a *"Federal Law on Insecticides, Fungicides, and Rodenticides of 1947 (Federal Insecticides, Fungicides, and Rodenticides Act - FIFRA)"*.

Principais medidas adotadas contra o uso do mercúrio e seus compostos:

- a) a *"Food and Drug Administration"* (FDA) decidiu (1965) que o papel utilizado na embalagem de produtos consumíveis deve estar livre de mercúrio;
- b) proibição (1969, 1970, 1971, FIFRA) de séries de compostos organomercuriais usados como fungicidas na agricultura;
- c) suspensão (1970, FIFRA) dos produtos a base de alquilmercúrio utilizados no tratamento de sementes;
- d) eliminação (1970, FIFRA) de todos os produtos a base de mercúrio usados como algicidas, como agentes para a destruição de produtos viscosos, e em lavanderias.



- e) procedimentos judiciais adotados pela Administração Federal contra indústrias responsáveis pela poluição mercurial ("*Federal Water Pollution Control Act and Refuse Act*");
- f) apreensão (1970 em diante; "*Law on Food Products, Medication, and Cosmetic Products*") de peixes e crustáceos contaminados;
- g) proibição, por várias autoridades governamentais ( 1970 em diante, segundo as leis nacionais), da pesca e/ou destruição de produtos advindos da pesca ;
- h) fixação de normas referentes às emissões atmosféricas (1971-"*Clean Air Act*").

Sob os auspícios da FIFRA, vários procedimentos foram adotados a partir de 22 de março de 1972:

- a) Suspensão de todos os pesticidas a base de compostos alcalino-mercuriais, qualquer que seja o uso e de todos os compostos de mercúrio utilizados em lavanderias e como agentes preservativos;
- b) Suspensão de todos os outros usos declarados e que envolvam mercúrio; todos os compostos de mercúrio usados como fungicidas que não tenham ainda sido eliminados ou suspensos; todos os compostos de mercúrio usados como agentes umectantes em tintas, adesivos, produtos a base de gomas, emulsões e outros similares; em tecidos e fibras; para o tratamento de mobília e alvenaria; em agentes preservadores de umidade em papéis, caixas de papelão e painéis de fibras sinterizadas; em indústrias de curtume de couro; na luta contra a febre do feno; em recipientes para produtos alimentícios, peles de animal, e outros produtos usuais.

### 2.1.5 França

As medidas referentes ao controle da poluição mercurial são basicamente sobre as emissões de usinas eletrolíticas de cloro-soda, elaboradas pelo Ministério da Saúde em 1975, determinando que a instalação das usinas de cloro-soda só é autorizada caso seja certificado que os níveis de mercúrio inerentes ao processo são menores que os definidos a seguir:

- a) as perdas para os rejeitos devem ser inferiores a 2g de Hg para cada tonelada de cloro produzida, sendo o valor médio calculado com base na produção anual;
- b) as perdas para a atmosfera devem ser menores que 7g de Hg para cada tonelada de cloro canalizado ou não canalizado;
- c) as perdas para produtos acabados devem ser menores que 2g de Hg por tonelada de cloro produzida, e
- d) no hidrogênio, de 0,8g de Hg por tonelada de cloro até 2,5mg de Hg por metro cúbico de hidrogênio (CNPT).

Os valores acima definidos devem ser progressivamente diminuídos, à medida que progressos técnicos forem alcançados.

Ainda, toda precaução deve ser tomada para assegurar que o mercúrio presente em rejeito sólido ou semilíquido não contamine os arredores naturais. Os rejeitos devem ser armazenados em recipientes de ar comprimido, e a eliminação ou recuperação dos mesmos só deve ser feita após tratamento exaustivo para recuperação do mercúrio, realizado pela fábrica responsável ou pelas empresas que realizam tal procedimento sob a orientação do Ministério do Meio Ambiente.

A fundação da fábrica deve ser impermeável à infiltração de água, e a rede de esgoto deve coletar todos os efluentes na

superfície, inclusive derramamentos acidentais, de forma a limitar perdas não mensuráveis de mercúrio. Na prática, os pisos, porões, e canais de esgoto devem ser lavados, e a água utilizada para esse propósito deve ser coletada e tratada como rejeito. O manuseio de mercúrio deve ser reduzido ao mínimo e rigorosa vigilância deve ser mantida para impedir perdas e roubos. Na verdade, as principais perdas não-mensuráveis são as decorrentes de infiltração no solo e de manuseio e furto. Portanto, as medidas prescritas devem permitir que tais perdas sejam consideravelmente reduzidas. O treinamento especial dos empregados seria útil para o alcance deste objetivo.

Para a determinação dos níveis de mercúrio, a frequência de análise deve ser como segue:

- em rejeitos líquidos: análises diárias de uma amostra representando o efluente médio;
- em soda: análises diárias de uma amostra representativa da produção;
- em hidrogênio e efluentes gasosos canalizados: pelo menos uma análise mensal, e
- em efluentes gasosos não-canalizados: uma análise mensal.

Estes resultados e perfis mensais de produção devem constar de um registro e ser apresentados quando exigidos pelo inspetor da fábrica. A situação do mercúrio na fábrica deve ser revisada a cada 18 meses e comunicada ao inspetor.

## 2.1.6 Índia

O controle legal da poluição ambiental causada por metais tóxicos, e a proteção dos trabalhadores das minas de processamento de minérios envolve a estipulação de uma série

de regras baseadas em recomendações de especialistas, o estabelecimento de níveis não-ofensivos de poluentes carregados pelo ar no ambiente de trabalho, adoção de convenções internacionais e recomendações referentes à prevenção de riscos ocupacionais, observação dos códigos e guias sobre prevenção, supervisão médica e melhoria do ambiente de trabalho.

Uma série de atos aprovados no Parlamento foram adotados pelo Estado. Para o efetivo cumprimento dos mesmos, foram formuladas regras para servir como guia às agências de suporte.

O controle de metais tóxicos no ar, água, solo e alimentos, e a proteção da saúde e segurança daqueles com exposição ocupacional ao mercúrio, é regulado pelos seguintes decretos:

- a) *"The Indian Penal Code"* (1860); capítulo XIV, e, particularmente, as seções 267 e 268, lidam com atividades e infrações que afetam a saúde e segurança públicas;
- b) *"The Code of Criminal Procedures"* (1898); seções 133 e 144;
- c) *"Smoke Nuisance Acts"*: em vigor em Calcuta e Howrah, West Bengal (1905), Greater Bombay, Maharashtra (1912) e Ahmedabad, Gujrat (1963);
- d) *"The Workmen's Compensation Act"* (1923): este é um importante extrato da legislação social que indeniza os trabalhadores expostos às doenças ocupacionais descritas na parte III do Ato, sendo cinco delas pertinentes a metais e/ou seus compostos, abrangendo intoxicação por chumbo tetraetila, chumbo e seus ligantes, compostos mercuriais e amálgamas, arsênio e seus compostos, e manganês e seus compostos;



- e) "The Factories Act"(1948): fragmento da legislação reguladora de todos os aspectos da saúde e segurança dos trabalhadores.
- f) "The Mines and Minerals (Regulation and Development) Act"(1957): (Act 67). Entrou em vigência em 1º de junho de 1958, revogando o "Mines and Minerals (Regulation and Development) Act" de 1948 ;
- g) "Municipalities Act": vige em; Uttar Pradesh (1916 - Section 301, by laws of the Municipal Board, Kanpur, 1958); Bombay (The Bombay Municipal Corporation Act , 1949 - chapters XII e XVII e seções 310-314) e Gujrat (The Gujrat Municipalities Act, 1963);

## 2.2 Parâmetros Técnicos

Quanto aos parâmetros técnicos, determinantes dos riscos da exposição ambiental e ocupacional, eles foram estabelecidos com base em variáveis como: tempo de exposição ao agente, quantidade liberada e tipo de composto mercurial. Cabe ressaltar que a legislação incorpora-os, usando-os como subsídios para estabelecer o controle das emissões de agentes tóxicos ao ambiente e à saúde humana, tornando-os, dessa forma, parâmetros jurídicos. Tais parâmetros existem para praticamente, todos os agentes tóxicos.

Em diversos países, foram estabelecidos critérios de qualidade do ar no ambiente de trabalho, levando em consideração a jornada diária e os limites ocupacionais de exposição (Quadro 1), baseados na toxicidade ao nível neurológico<sup>(4)</sup>, objetivando garantir condições de trabalho no ambiente físico que previnam os efeitos adversos à saúde dos indivíduos ocupacionalmente expostos.

**Quadro 1- Limites de Exposição Ocupacional ao Mercúrio**

País/Órgão	Limites Ocupacionais (mg/m <sup>3</sup> )	
	TWA*	STEL**
EUA (ACGIH)	0,05 (vapor)	0,03 (alquil)
	0,10 (aril/inorg.)	
	0,01 (alquil)	
EUA (NIOSH)	0,05 (inorg.)	
EUA (OSHA)	0,05 (vapor)	0,03 (alquil)
	0,01 (alquil)	
	0,1 (inorg.)	
JAPÃO	0,05 (vapor)	
FRANÇA	0,05 (vapor)	
	0,01 (alquil)	
REINO UNIDO	0,05 (vapor)	0,15 (vapor)
	0,01 (alquil)	0,03 (alquil)
CHINA	0,01 (vapor)	
	0,005 (alquil)	
SUÉCIA	0,05 (vapor)	
	0,01 (alquil)	
ISRAEL	0,05 (vapor)	0,03 (alquil)
	0,01 (alquil)	
ALEMANHA	0,1 (vapor)	
	0,01 (alquil)	

Fonte: Elaboração própria, com base nas referências 4 e 5.

\*Time Weighted Average - valor médio; concentração média para uma jornada de trabalho de 8 horas diárias.

\*\*Short-Term Exposure Limit - concentração máxima para uma exposição durante 15 minutos ininterruptos, com intervalo mínimo de 60 minutos entre cada exposição.

Síglas: ACGIH-American Conference of Governmental Industrial Hygienists; NIOSH-National Institute for Occupational Safety and Health; OSHA-Occupational Safety and Health Administration.

Já os limites de exposição ambiental (Quadro 2) decorrem do fato de o mercúrio atmosférico ser considerado como o maior contribuinte para todo o vapor de mercúrio retido pelo ser humano a cada dia. No caso do metilmercúrio e do mercúrio inorgânico considera-se que a exposição ocorra via dieta

alimentar, sendo que a contribuição relativa para o ar é de 80% para vapor de mercúrio e de 20% para mercúrio inorgânico e metil (alquil) mercúrio<sup>(4)</sup>. Cabe ressaltar que a aferição desses valores é tarefa complexa, devido às variáveis envolvidas.

**Quadro 2 - Limites de Exposição Ambiental por País ou Localidade (de acordo com o tempo de exposição)**

País/Localidade	Limites de Exposição Ambiental ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
	Período		
	8 h	24 h	Anual
EUA			
Connecticut	1-2		
Indiana	0,05		
Louisiana	1,19		
New York			0,3
China		0,3	
CEI*		0,3	

Fonte: Elaboração própria, com base na referência 5.

\*Comunidade dos Estados Independentes (antiga União Soviética)

Os padrões de potabilidade e qualidade da água são estabelecidos de acordo com os usos a que ela se destina e com o composto mercurial envolvido. (Quadro 3, em nível mundial e Quadro 4, nos EUA)

**Quadro 3 - Padrões de Potabilidade e Qualidade da Água por País**

País	Concentrações Permissíveis por Atividade ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )		
	Uso doméstico/ consumo	Pesca	Agricultura
Canadá	1	0,1	3
China	1	-	-
EUA (EPA)*	2	-	-
WHO**	1	-	-

Fonte: Elaboração própria, com base na referência 5.

\*Environmental Protection Agency

\*\*World Health Organization

**Quadro 4 - Padrões de Potabilidade e Qualidade da Água nos EUA**

	Concentrações Permissíveis na Água para Proteção da Vida Aquática e Preservação da Saúde Humana. ( $\mu\text{g}/\text{L}$ )
	Metilmercúrio
Mercúrio elementar	Não há critério estabelecido
Mercúrio inorgânico	0,00057 (água doce) <sup>3</sup> 0,025 (água salina) <sup>4</sup> 0,144 (proteção saúde humana)

Fonte: Elaboração própria, com base na referência 6.

Observações:

1 - nunca excedendo 8,8  $\mu\text{g}/\text{L}$ .

2 - nunca excedendo 2,8  $\mu\text{g}/\text{L}$ .

3 - nunca excedendo 0,0017  $\mu\text{g}/\text{L}$ .

4 - nunca excedendo 3,7  $\mu\text{g}/\text{L}$ .

### 3. LEGISLAÇÃO E PARÂMETROS TÉCNICOS NACIONAIS

#### 3.1 Legislação Nacional

A legislação ambiental brasileira ganhou um espaço ímpar, tanto na Constituição de 1988 como na legislação ordinária subsequente. Destacam-se:

- a) a política nacional de meio ambiente;
- b) as diretrizes básicas para o zoneamento industrial nas áreas críticas de poluição, exigindo-se o estudo de impacto ambiental de forma preventiva;
- c) ampliação do conceito de poluição/impacto ambiental como toda atividade que altera negativamente as propriedades do meio ambiente;
- d) consagração da responsabilidade objetiva em caso de dano ambiental;

A Constituição de 1988 é a que mais espaço consagra ao meio ambiente, inserido no capítulo VI do Título VIII, artigo 225, o qual, em seu *caput* dispõe sobre o direito que todos possuem ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo.

O Texto Constitucional também determina a descentralização legislativa e fiscalizadora para os Estados e Municípios para questões ambientais, e permite ação pública visando tornar nulo ato lesivo ao meio ambiente e ao patrimônio histórico e cultural. Foram declaradas como patrimônio nacional

a Floresta Amazônica, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-grossense e a Zona Costeira.

Essa legislação aplica-se a todas as atividades econômicas, incluindo a mineração. Porém, para esta atividade foram instituídos alguns preceitos constitucionais (que já eram exigências fixadas anteriormente em lei), dentre os quais podem ser citados: a obrigação de elaboração de estudos prévios de impacto ambiental para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação ambiental; o dever de recuperar o meio ambiente degradado, imposto ao minerador; a sujeição dos agentes, pessoas físicas ou jurídicas, responsáveis por condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente; e a sanção penal e administrativa, independente da obrigação de reparar os danos causados. Ainda, deve-se controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente. Dessa forma, existem normas diretamente aplicáveis à mineração (e conseqüentemente ao controle do mercúrio), bem como normas de incidência indireta.

A legislação nacional, Decreto nº 97.507/89<sup>(7)</sup>, permite o uso do mercúrio somente em atividade de extração de ouro licenciada pelo órgão ambiental competente, o qual fixará prazo para o requerimento da licença. O não cumprimento das determinações acarreta a interdição imediata da atividade, sem prejuízo de outras penalidades cabíveis.

Com base no inciso V, §1º do artigo 225 da Constituição Federal, o Decreto nº 97.634/89<sup>(8)</sup> determina o controle da produção e comercialização de mercúrio metálico, responsabilizando o IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis pelo cadastramento dos importadores, produtores e comerciantes daquela substância, procedimento a ser feito através de requerimento dos interessados, sendo condição necessária para o exercício de suas atividades. Entende-se por importador



o adquirente do exterior da substância mercúrio metálico; por produtor, o que se dedica à obtenção daquele nas especificações técnicas para sua utilização e por comerciante o que se dedica à venda e revenda.

No caso da importação, o IBAMA (através da Diretoria de Controle e Fiscalização) deverá ser notificado, previamente ao pedido de importação, sobre cada partida a ser importada (art.3º), sendo as guias de importação liberadas somente após comprovação do cadastramento do importador junto àquele órgão(art.4º).

Para o cadastramento, o IBAMA, através da Portaria Normativa nº 434/89<sup>(9)</sup>, implantou o SICAN - Sistema de Cadastramento e Notificação, o qual só se efetiva quando da aprovação do formulário "Cadastro de Operadores", do pagamento da contribuição específica e do fornecimento, por aquele órgão, do Certificado de Registro correspondente, o qual tem validade anual. O valor da referida contribuição é calculado com base na fórmula  $2MVR + (2MVR \times 0,003 \times \text{kg Hg})$ , onde:

MVR = Maior Valor de Referência

kg Hg = quantidade de mercúrio metálico importado, em quilograma, comercializado ou produzido por ano.

A importação e a produção de até 10 (dez) kg de Hg estão isentas de recolhimento. A comercialização de qualquer quantidade sofre a incidência da contribuição de registro calculada de acordo com a fórmula indicada acima, devendo ser enviado ao IBAMA o respectivo "Documento de Operações com Mercúrio Metálico", cujo talão, contendo 50 folhas numeradas em 3 vias, é fornecido mediante solicitação do interessado e tem um custo operacional correspondente a 10% do MVR. A frequência de envio das vias amarelas desse documento é trimestral, obedecendo à divisão do ano em 4 trimestres.

Considerando que o lançamento de mercúrio metálico no meio ambiente provém, na sua grande maioria, dos processos usados na garimpagem do ouro, durante a queima do amálgama, a legislação nacional, através da Portaria 435/89<sup>(10)</sup>, implanta o registro obrigatório, no IBAMA, de equipamentos destinados ao controle da emissão do mercúrio metálico em atividades de garimpagem de ouro, em todo o território nacional, na exploração e uso urbano, incluindo-se aqueles destinados a recuperar mercúrio metálico em operações de queima do amálgama do ouro. O registro se dará após a análise e aprovação do relatório e laudo correspondentes aos testes realizados nos equipamentos, documentos esses a serem fornecidos por instituição credenciada pelo IBAMA. Os equipamentos registrados devem atender, em qualquer regime de trabalho e dentro das condições pré-estabelecidas de operação, à eficiência de no mínimo 96% de recuperação do mercúrio contido no amálgama. Os equipamentos registrados e que, em operação, não estejam atendendo ao índice de eficiência estabelecido estarão sujeitos à imediata paralisação e lacre até que tenham condições de operar com a eficiência aprovada. Complementarmente, a Portaria 458/89<sup>(11)</sup> fixa prazo de 90 dias para que as pessoas físicas e jurídicas requeiram o registro dos equipamentos de que trata a Portaria 435/89, anteriormente citada. Após protocolar o requerimento de registro, o IBAMA fixa data e prazo para a realização dos testes.

### 3.2 Parâmetros Técnicos

O Brasil também estabelece parâmetros técnicos determinantes do nível de contaminação para determinados agentes químicos, em diferentes fontes poluidoras. Tais parâmetros são importantes subsídios para que os aplicadores da lei tenham condições efetivas de avaliar e quantificar os danos ambientais e respectiva indenização reparadora. Novamente, ressalta-se que eles são incorporados à legislação, o que torna-os parâmetros jurídicos, de forma que a lei, ao estabelecer o controle e fiscalização sobre determinada



atividade potencialmente poluidora, o faz com fundamento naqueles parâmetros técnicos.

O CONAMA-Conselho Nacional do Meio Ambiente estabeleceu, através da Resolução nº20/86<sup>(12)</sup>, uma classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional, estabelecendo limites permissíveis de determinadas substâncias e elementos, os quais são determinantes das condições de potabilidade e qualidade das águas, de modo a assegurar seus usos preponderantes, havendo referências quanto ao mercúrio.

Essa Resolução, em seu art. 1º, classifica em nove classes as águas doces, salobras e salinas do território nacional, segundo seus usos preponderantes (sistema de classes de qualidade). Para efeito dessa Resolução, são adotadas as seguintes definições:

- a) Águas doces (Classe Especial e Classes 1 a 4): águas com salinidade igual ou inferior a 0,50 %.
- b) Águas salinas (Classes 5 e 6): águas com salinidade igual ou superior a 30%.
- c) Águas salobras (Classes 7 e 8): águas com salinidade igual ou inferior a 0,5% e 30%.
- d) Enquadramento: estabelecimento do nível de qualidade (classe) a ser alcançado e/ou mantido em um segmento de corpo d'água ao longo do tempo.
- e) Condição: classificação do nível de qualidade apresentado por um segmento de corpo d'água, num determinado momento, em termos dos usos possíveis com segurança adequada.
- f) Efetivação do enquadramento: conjunto de medidas necessárias para colocar e/ou manter a condição de um

segmento de corpo d'água em correspondência com a sua classe.

Para cada classe de água são estabelecidos limites permissíveis de materiais e/ou substâncias, de modo a não afetar sua qualidade, tendo em vista o uso a que se destina. Parâmetros restritivos quanto à presença de mercúrio são estabelecidos somente para as águas de classe 1, 2, 3, 5 e 7<sup>1</sup>. Cabe ressaltar que esta Resolução não especifica o tipo de composto mercurial. Tais valores constam do Quadro 5.

Os padrões de qualidade das águas estabelecidos nessa Resolução constituem-se em limites individuais para cada substância. No caso de haver limitações de ordem técnica para a quantificação dos níveis dessas substâncias, os laboratórios dos organismos competentes deverão estruturar-se para atenderem às condições propostas. Caso a metodologia analítica disponível seja insuficiente para quantificar as concentrações dessas substâncias nas águas, os sedimentos

---

<sup>1</sup> Classe 1: águas destinadas: ao abastecimento doméstico sem prévia ou com simples desinfecção; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário (natação, esqui aquático e mergulho); à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película.

Classe 2: águas destinadas: ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; à irrigação de hortaliças e plantas frutíferas; à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

Classe 3: águas destinadas: ao abastecimento doméstico, após tratamento convencional; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; dessedentação de animais.

Classes 5 e 7: águas destinadas: à recreação de contato primário; à proteção das comunidades aquáticas; à criação natural e/ou intensiva (aquicultura) de espécies destinadas à alimentação humana.

e/ou biota aquática deverão ser investigados quanto a presença eventual das mesmas (art. 12).

A Resolução também leva em conta as particularidades de cada local, estabelecendo em seu art. 15 que os órgãos de controle ambiental poderão acrescentar outros parâmetros ou tornar mais restritivos os por ela estabelecidos.

O art. 18 determina que, nas águas de Classe Especial, não serão tolerados lançamentos de águas residuárias, domésticas e industriais, lixo e outros resíduos sólidos, substâncias potencialmente tóxicas, defensivos agrícolas, fertilizantes químicos e outros poluentes, mesmo tratados. No caso de utilização para o abastecimento doméstico, as águas dessa classe deverão se submetidas à inspeção sanitária preliminar. Todavia, nas águas das classes 1 a 8 serão tolerados lançamentos de despejos, desde que, além de atenderem ao que o art. 21 (adiante tratado) dispõe, não venham a fazer com que os limites estabelecidos para as respectivas classes sejam ultrapassados.

O art.21 estabelece as condições para que efluentes de qualquer fonte poluidora sejam lançados, direta ou indiretamente, nos corpos d'água. Dentre elas, um dos itens determina os valores máximos admissíveis de diversas substâncias, dentre as quais está o mercúrio, sendo admitido para este elemento um valor máximo de 0,01 mg/L, não havendo especificação quanto à forma deste. Resguardados os padrões de qualidade do corpo receptor, os quais devem ser demonstrados por estudo de impacto ambiental realizado pela entidade responsável pela emissão, o órgão competente poderá autorizar lançamentos acima dos limites estabelecidos por este artigo, fixando, todavia, o tipo de tratamento e as condições para tais lançamentos.

O art. 22 não permite a diluição de efluentes industriais em águas não poluídas (águas de abastecimento, de mar e de refrigeração, por exemplo). O parágrafo único do mesmo artigo

prevê que, na hipótese de fonte de poluição geradora de diferentes despejos ou emissões individualizadas, os limites estabelecidos por esta Resolução aplicar-se-ão a cada um deles ou ao conjunto após a mistura, a critério do órgão competente.

Quanto aos métodos de coleta e análise das águas, eles devem ser especificados nas normas aprovadas pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO, ou, na ausência delas, no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, última edição, ressalvado o disposto no art. 12.

Nas disposições gerais desta Resolução, o art. 35 concede competência aos órgãos de controle ambiental para sua aplicação, cabendo-lhes ainda a fiscalização para o seu cumprimento, bem como a aplicação das penalidades previstas, inclusive a interdição de atividades industriais poluidoras. Caso inexistir entidade estadual encarregada do controle ambiental ou, se existindo, apresentar falhas ou omissões, a Secretaria Especial do Meio Ambiente-SEMA poderá agir diretamente, em caráter supletivo (art.36). Ainda, os estabelecimentos industriais que causam ou possam causar poluição nas águas, devem informar ao órgão de controle ambiental o volume e o tipo de seus efluentes, os equipamentos e dispositivos antipoluidores existentes, bem como seus planos de ação de emergência, sob pena das sanções cabíveis, ficando o referido órgão obrigado a enviar cópia dessas informações à SEMA, à STI (MIC), ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (SEPLAN) e ao Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica-DNAEE (MME) (art.38).

O Ministério da Saúde, através da Portaria nº 36/90 e seu anexo<sup>(13)</sup>, aprovou, para as águas destinadas ao consumo humano, normas e padrões de potabilidade que devem ser seguidos em todo o território nacional. Para efeitos dessa Portaria, são adotadas as seguintes definições:



- água potável: aquela com qualidade adequada ao consumo humano;
- padrão de potabilidade: conjunto de valores máximos permissíveis, das características de qualidade da água destinada ao consumo humano, e
- valor máximo permissível (VMP): valor de qualquer característica da qualidade da água, acima do qual ela é considerada não-potável.

Para o mercúrio, o VMP é o constante do Quadro 5, sendo que a frequência mínima de amostragem deve ser semestral.

Cabe ressaltar que essa norma se refere ao mercúrio inorgânico, não havendo referências a qualquer outra forma. Para a verificação da qualidade da água são adotadas, preferencialmente, as técnicas de coleta e análise de água constantes do "Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water", última edição, da "American Public Health Association", da "American Water Works Association" e da "Water Pollution Control Federation", até o advento de normas nacionais.

A SEMA - Secretaria do Meio Ambiente, através da Portaria nº 003/75<sup>(14)</sup>, determinou concentrações máximas permitidas de mercúrio em águas marinhas e em mananciais de abastecimento público. Esses limites foram estabelecidos com base nos critérios científicos sugeridos pelo "Water Quality Criteria", de 1972, da *Environmental Protection Agency*, dos Estados Unidos, referência mundial para o estabelecimento de normas.

**Quadro 5 - Padrões de Qualidade e Potabilidade das Águas no Brasil**

Usos e Classificação das Águas	Concentrações Permitidas de Mercúrio (em mg/L)
Água Doce (CONAMA)	0,0002 (classes 1 e 2) 0,002 (classe 3)
Água Salina (CONAMA)	0,0001 (classe 5)
Água Salobra (CONAMA)	0,0001 (classe 7)
Consumo Humano (Ministério da Saúde) *	0,001 (padrão de potabilidade)
Águas Marinhas (SEMA)	0,0001
Mananciais de Abastecimento Público (SEMA)	0,002

Fonte: Elaboração própria com base nas referências 12, 13, 14.

\* mercúrio inorgânico

Em relação ao controle do mercúrio referente à exposição ocupacional decorrente das atividades industriais, existem normas concretas no Brasil. O Ministério do Trabalho regulamentou toda a matéria de Segurança e Medicina do Trabalho através da Portaria nº 3.214 de 8 de junho de 1978<sup>(15)</sup>, a qual aprova as Normas Regulamentadoras - NR do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho.

A NR-7 trata da obrigatoriedade dos exames médicos admissional, periódico e demissional, por conta do empregador, nas condições que especifica. O Anexo II dessa Norma estabelece os parâmetros biológicos para controle de exposição a agentes químicos, sendo que, para o mercúrio, tais parâmetros são os constantes do Quadro 6.

**Quadro 6 - Parâmetros Biológicos para Controle de Exposição a Agentes Químicos (em µg/L)**

Agente Químico	Índice Biológico de Exposição (IBE) <sup>1</sup>		Valor Normal <sup>2</sup>	Limite de Tolerância Biológico (LTB) <sup>3</sup>
	Material Biológico	Análise		
Mercúrio	Urina	Mercúrio	Até 10	50
Arsênico	Urina	Arsênico	Até 100	100
Chumbo Tetraetila	Urina	Chumbo	Até 65	110

Fonte: Elaboração própria com base no Anexo II da NR-7, Portaria 3.214/78<sup>(15)</sup>

<sup>1</sup>Toda e qualquer substância endógena ou exógena no organismo, cuja determinação nos fluidos biológicos, tecidos, ar exalado, avalie a intensidade da exposição ocupacional a agentes químicos.

<sup>2</sup> Valor encontrado em amostras populacionais sem exposição ocupacional ao agente químico.

<sup>3</sup> São as alterações e/ou concentrações máximas, que não podem ser ultrapassadas, de uma substância endógena no organismo, cuja determinação se faz nos fluidos biológicos, tecidos, ar exalado, quando da avaliação da intensidade da exposição ocupacional a agentes químicos.

Obs.: Incluídos dois outros agentes a título exemplificativo

As atividades e operações insalubres estão reguladas pela NR-15 e seus anexos. O anexo 11 trata dos agentes químicos cuja insalubridade é caracterizada de maneira quantitativa, isto é, quando a concentração daqueles superar os limites fixados no Quadro 7. O mercúrio se enquadra nessa situação. Os valores estipulados para o limite de tolerância<sup>2</sup> são válidos para absorção apenas por via respiratória. Cabe ressaltar que os agentes químicos, cujos tais limites não podem ser ultrapassados em momento algum da jornada de trabalho, estão assinalados na coluna "valor teto", e para o mercúrio não consta essa restrição.

<sup>2</sup> Valor numérico abaixo do qual se acredita que o trabalhador não causará dano à própria saúde, durante a sua vida laboral.

**Quadro 7- Limites de Tolerância a Agentes Químicos**

Agentes Químicos	Valor Teto	Absorção pela pele	Até 48 hs/semana		Grau de insalubridade
			ppm	mg/m <sup>3</sup>	
Mercúrio*			-	0,04	máximo
Benzeno		+	8	24	máximo
Formaldeído	+		1,6	2,3	máximo

Fonte: Elaboração própria com base no Anexo 11 da NR-15, Portaria 3.214/78<sup>(15)</sup>.

\* todas as formas, exceto orgânicas

Obs:

- Incluídos dois outros agentes a título exemplificativo.
- ppm = partes de vapor ou gás por milhão de partes de ar contaminado.
- mg/m<sup>3</sup> = miligramas por metro cúbico de ar.

A avaliação das concentrações dos agentes deve ser feita pelo menos em 10 amostragens, devendo haver um intervalo de, no mínimo, 20 minutos entre cada uma. Nenhuma das concentrações obtidas deverá ultrapassar os valores obtidos na equação que segue, sob pena de ser considerada situação de risco grave e iminente.

$$\text{Valor máximo} = \text{LT} \times \text{FD}$$

Onde:

LT = limite de tolerância para o agente químico, segundo o Quadro 7.

FD = fator de desvio, segundo definido no Quadro 8.

O limite de tolerância será considerado excedido quando a média aritmética das concentrações ultrapassar os valores fixados no Quadro 7. Caso o agente químico tenha o "valor teto" assinalado, considerar-se-á excedido o limite de tolerância quando qualquer uma das concentrações obtidas nas amostragens ultrapassar os valores fixados no mesmo quadro. O mercúrio se enquadra no primeiro caso.



Os limites de tolerância fixados no Quadro 7 são válidos para jornadas de trabalho de até 48 horas por semana, inclusive. Para jornadas que excedam as 48 horas semanais, dever-se-á cumprir o disposto no art. 60 da CLT<sup>(16)</sup>, o qual estabelece que qualquer prorrogação na jornada de trabalho só pode ser acordada mediante licença prévia das autoridades competentes em matéria de medicina do trabalho, as quais procederão aos necessários exames locais e à verificação dos métodos e processos de trabalho, quer diretamente, quer por intermédio de autoridades sanitárias federais, estaduais e municipais.

**Quadro 8 - Fator de Desvio por grupo de substância**

Limites de Tolerância por grupos de substâncias (ppm ou mg/m <sup>3</sup> )	Fator de Desvio
I - 0 a 1 *	3
II - 1 a 10	2
III - 10 a 100	1,5
IV - 100 a 1000	1,25
V - acima de 1000	1,1

Fonte: Elaboração própria com base no Anexo 11, item 7 (Quadro 2) da NR-15, Portaria 3.214/78<sup>(15)</sup>.

\*Grupo no qual o mercúrio se enquadra.

Os limites de tolerância estabelecidos por esse anexo (vide Quadro 7) foram baseados nos estabelecidos pela ACGIH (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) em 1978, devidamente corrigidos para a jornada de trabalho brasileira que, à época, era de 48 horas. Aquele órgão revê bianualmente os limites de tolerância para os agentes químicos. O Ministério do Trabalho, ao promulgar a Portaria 3.214/78, não fixou limites para todas as substâncias listadas na ACGIH.

De acordo com a ação dos agentes químicos no organismo, os limites de tolerância foram reunidos em 5 grupos. O mercúrio se enquadra no 1º grupo (como se pode visualizar no Quadro 8), onde estão incluídas as substâncias de ação generalizada sobre o organismo, cujos efeitos dependem da quantidade

absorvida. Esses agentes químicos não estão assinalados na coluna "valor-teto" do Quadro 7. Para tais agentes são permitidos valores acima do limite fixado, desde que sejam compensados por valores abaixo deste, acarretando uma média ponderada igual ou inferior ao limite de tolerância. Porém, as oscilações acima do limite de tolerância não podem ser indefinidas, estando limitadas a um valor máximo permitido, segundo a já citada operação "Valor máximo = LT x FD". Desse modo, no caso de se avaliar a exposição a mercúrio, cujo limite de tolerância é de 0,04 (Quadro 7), aplicando-se o número 3 (Quadro 8) como fator de desvio, o valor máximo permitido nas avaliações será de 0,12 mg/m<sup>3</sup>.

A caracterização da condição de insalubridade ocorrerá, portanto, quando a média aritmética das concentrações de mercúrio superar 0,04 mg/m<sup>3</sup> ou qualquer uma das amostragens ultrapassar 0,12 mg/m<sup>3</sup>. Quando esse valor máximo for ultrapassado, a situação será considerada de risco grave e iminente.

#### 4. CONCLUSÕES

Tendo em vista a fase inicial desta pesquisa, pode-se falar apenas em conclusões preliminares, pois não há, ainda, subsídios suficientes para respostas definitivas. Ressalte-se que o escopo do projeto limita-se às emissões atmosféricas de mercúrio. Porém, entendemos ser necessário um estudo mais abrangente sobre o controle legal das emissões; ou seja, alargarmos o escopo da pesquisa englobando todos os tipos de emissões, advindas de fontes diversas. Dessa forma, será possível apresentar, ao final, um panorama geral da temática.

Cada país estabelece formas de controle de acordo com suas atividades econômico/industriais, levando em consideração em qual etapa do processo produtivo o mercúrio é utilizado, bem como o tipo de composto e a quantidade, para então haver a determinação dos parâmetros e normas de controle.

No nível internacional, concluiu-se que:

- a) não há um parâmetro internacional absoluto, mas parâmetros nacionais e até regionais, como é o caso dos Estados Unidos, onde tais parâmetros variam conforme o Estado, levando-se em consideração as particularidades de cada um, apesar de alguns órgãos, como a EPA-Environmental Protection Agency e a ACGIH-American Conference of Governmental Industrial Hygienists, estabelecerem parâmetros gerais, os quais são seguidos por alguns países, incluindo o Brasil;
- b) existe um esforço no sentido de harmonização dos parâmetros existentes, tarefa empreendida, por exemplo, pela Organização Mundial de Saúde;

- c) aparentemente, não existe uma relação entre o rigor dos padrões técnicos e o grau de desenvolvimento do país;
- d) constatou-se a tendência de os governos estabelecerem um constante monitoramento da poluição mercurial, com a conseqüente promulgação de leis, tanto preventivamente, quanto reativamente;
- e) pela análise preliminar das legislações dos diversos países estudados, verificou-se que, aparentemente, não existe uma metodologia de controle aplicável a todas as situações; depende do tipo de atividade econômica, agentes envolvidos, tipo de contaminação, forma de emissão, destinação da área envolvida e a localização geográfica.

No nível nacional, concluiu-se o seguinte:

- a) verificou-se a existência de normas ambientais de incidência direta na mineração, especialmente no garimpo, reguladoras do uso e comercialização do mercúrio, bem como normas ambientais de aplicação mais genérica. Também há o controle do nível de exposição ocupacional, decorrente do uso do mercúrio nas indústrias;
- b) na legislação ambiental existem normas referentes ao controle da poluição industrial<sup>(17)</sup> que podem ser aplicáveis à poluição mercurial. É uma norma de aplicação genérica, definindo princípios gerais, sendo duvidosa a aplicação efetiva nos diferentes tipos de poluição industrial, especialmente se não existir legislação complementar;
- c) a legislação brasileira não especifica o controle das emissões atmosféricas de mercúrio, no sentido da exposição ambiental, prevista em outros países, apesar da existência da Resolução n. 3/90 do CONAMA<sup>(18)</sup>, que

estabelece os padrões de qualidade do ar e as concentrações de poluentes atmosféricos, e da Resolução n. 5/89<sup>(19)</sup>, também daquele órgão, que instituiu o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar-PRONAR.

- d) constatou-se a existência de normas específicas de uso do mercúrio para a atividade garimpeira. Dado que essas normas se baseiam no critério da legalização daquela atividade, deverá ser efetuado um posterior estudo sobre a real eficácia das mesmas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. FERREIRA, Rui C. HASSE; APPEL, Luiz Edmundo. *Fontes e Usos de Mercúrio no Brasil*. Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1991. 33 p. (Série Estudos e Documentos, 13).
2. LACERDA, Luís Drude de.; SALOMONS, Win. *Mercúrio na Amazônia: Uma Bomba Relógio Química?* Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1992. 78p. (Série Tecnologia Ambiental, 3).
3. MITRA, Sachinath. *Mercury in the Ecosystem: Its Dispersion and Pollution Today*. Switzerland- Germany-UK-USA: Transtech Publications, 1986. 297 p. (chapter 10).
4. CALABRESE, Edward J.; KENYON, Elaina M. *Air Toxics and Risk Assessment*. Lewis Publishers, 1991.
5. SITTING, Marshall. *World-Wide Limits for Toxic and Hazardous Chemicals in Air, Water and Soil*. New Jersey: Noyes Publications, 1994.
6. SITTING, Marshall. *Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals and Carcinogens*. 2<sup>nd</sup>. edition. New Jersey: Noyes Publications, 1985.
7. BRASIL. Decreto n. 97.507 de 13 fev. 1989. Dispõe sobre licenciamento de atividade mineral, o uso do mercúrio metálico e do cianeto em áreas de extração de ouro, e dá outras providências.
8. BRASIL. Decreto n. 97.634 de 10 abr. 1989. Dispõe sobre o controle da produção e comercialização de substância (mercúrio metálico) que comporte riscos para a vida e dá outras providências.
9. IBAMA. Portaria Normativa n. 434 de 9 ago. 1989. Implanta o Sistema de Cadastramento e Notificação e estabelece normas a pessoas que importem, produzam e comercializem a substância mercúrio metálico.



10. IBAMA. Portaria Normativa n. 435 de 9 ago. 1989. Implanta o registro obrigatório de equipamentos destinados ao controle da substância mercúrio metálico em atividades de garimpagem de ouro.
11. IBAMA. Portaria Normativa n. 458 de 4 out. 1989. Fixa prazo para pedido de requerimento para registro de equipamentos junto ao IBAMA, considerando o que prescreve a Portaria 435 de 9/8/89.
12. CONAMA. Resolução n. 20 de 18 jun. 1986. Estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional.
13. MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria n. 36 de 19 jan. 1990. Aprova normas e padrão de potabilidade da água destinada ao consumo humano, conforme o seu anexo.
14. SEMA. Portaria n. 003 de 11 abr. 1975. Dispõe sobre a concentração de mercúrio por litro de água em mananciais de abastecimento público.
15. MINISTÉRIO DO TRABALHO. Portaria n. 3.214 de 8 jun. 1978. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. NR - 7, Anexo II; NR - 15, Anexo 11.
16. CAMPANHOLE, Adriano e Hilton. *Consolidação das Leis do Trabalho*. São Paulo: Atlas, 1987.
17. BRASIL. Decreto-Lei n. 1.413 de 14 ago. 1975. Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente provocada por atividades industriais.
18. CONAMA. Resolução n. 03 de 28 jun. 1990. Estabelece os padrões de qualidade do ar e as concentrações de poluentes atmosféricos.
19. CONAMA. Resolução n. 5 de jun. 1989. Institui o PRONAR e estabelece critérios de controle da qualidade do ar.

20. CONAMA. Resolução n. 001-A de 23 jan. 1986. Estabelece normas gerais relativas ao transporte de produtos perigosos.
21. DIESAT. *Eletrocloro: contaminação por mercúrio*. In: *Insalubridade: Morte Lenta no Trabalho*. São Paulo: Oboré Editorial, 1989. 223 p. (capítulo V).
22. ENVIRON. SCI. TECHNOL. Vol. 25, nº4; Vol. 26, nº.9,nº10, nº.12; Vol. 27, nº.3, nº.8, nº.12; Vol. 28, nº.3, nº.8, nº. 12.
23. DEPARTMENT OF THE INTERIOR. Geological Survey Professional Paper 713. *Mercury in the Environment*. Washington: U.S. Government Printing Office, 1970. 66 p.
24. SALIBA, Tuffi Messias; CORRÊA, Márcia Angellim Chaves. *Insalubridade e Periculosidade: Aspectos Técnicos e Práticos*. São Paulo: Editora LTR, 1994.
25. CÂMARA, Volney de M. (Ed.). Série Vigilância n. 12. *Mercúrio em Áreas de Garimpo de Ouro*. Mepetec, Estado do México: 1993, 164 p.

NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE  
TECNOLOGIA MINERAL

1. Flotação de Carvão: Estudos em Escala de Bancada - Antonio R. de Campos, Salvador L. M. de Almeida e Amílcar T. dos Santos, 1979. (esgotado)
2. Beneficiamento de Talco: Estudos em Escala de Bancada - Nelson T. Shimabukuro, Carlos Adolpho M. Baltar e Francisco W. Hollanda Vidal, 1979. (esgotado)
3. Beneficiamento de Talco: Estudos em Usina Piloto - Nelson T. Shimabukuro, Carlos Adolpho M. Baltar e Francisco W. Hollanda Vidal, 1979. (esgotado)
4. Flotação de Cianita da Localidade de Boa Esperança (MG) - Ivan O. de Carvalho Masson e Tulio Herman A. Luco, 1979. (esgotado)
5. Beneficiamento de Diatomita do Ceará - José A. C. Sobrinho e Adão B. da Luz, 1979. (esgotado)
6. Eletrorecuperação de Zinco: uma Revisão das Variáveis Influentes - Roberto C. Villas Bôas, 1979. (esgotado)
7. Redução da Gipsita com Carvão Vegetal - Ivan O. de Carvalho Masson, 1980. (esgotado)
8. Beneficiamento do Diatomito de Canavieira do Estado do Ceará - Franz Xaver H. Filho e Marcello M. da Veiga, 1980. (esgotado)
9. Moagem Autôgena de Itabirito em Escala Piloto - Hedda Vargas Figueira e João Alves Sampaio, 1980. (esgotado)
10. Flotação de Minério Oxidado de Zinco de Baixo Teor - Carlos Adolpho M. Baltar e Roberto C. Villas Bôas, 1980. (esgotado)
11. Estudo dos Efeitos de Corrente de Pulso Sobre o Eletrorefino de Prata - Luiz Gonzaga dos S. Sobral, Ronaldo Luiz C. dos Santos e Delfin da Costa Laureano, 1980. (esgotado)
12. Lixiviação Bacteriana do Sulfeto de Cobre de Baixo Teor Caraiíba - Vicente Paulo de Souza, 1980. (esgotado)
13. Flotação de Minérios Oxidados de Zinco: uma Revisão de Literatura - Carlos Adolpho M. Baltar, 1980. (esgotado)
14. Efeito de Alguns Parâmetros Operacionais no Eletrorefino do Ouro - Marcus Granato e Roberto C. Villas Bôas, 1980. (esgotado)
15. Flotação de Carvão de Santa Catarina em Escala de Bancada e Piloto - Antonio R. de Campos e Salvador L. M. de Almeida, 1981. (esgotado)
16. Aglomeração Seletiva de Finos de Carvão de Santa Catarina: Estudos Preliminares - Lauro Santos N. da Costa, 1981.
17. Briquetagem e a sua Importância para a Indústria - Walter Schinzel e Regina Célia M. da Silva, 1981. (esgotado)
18. Aplicação de Petrografia no Beneficiamento de Carvão por Flotação - Ney Hamilton Porfírio, 1981.
19. Recuperação do Cobre do Minério Oxidado de Caraiíba por Extração por Solventes em Escala Semipiloto - Ivan O. C. Masson e Paulo Sérgio M. Soares, 1981. (esgotado)
20. Dynawhirpool (DWP) e sua Aplicação na Indústria Mineral - Hedda Vargas Figueira e José Aury de Aquino, 1981. (esgotado)
21. Flotação de Rejeitos Finos de Scheefita em Planta Piloto - José Farias de Oliveira, Ronaldo Moreira Horta e João Alves Sampaio, 1981. (esgotado)
22. Coque de Turfa e suas Aplicações - Regina Célia M. da Silva e Walter Schinzel, 1982.
23. Refino Eletrolítico de Ouro, Processo Wohlwill - Juliano Peres Barbosa e Roberto C. Villas Bôas, 1982. (esgotado)
24. Flotação de Oxidados de Zinco: Estudos em Escala Piloto - Adão Benvindo da Luz e Carlos Adolpho M. Baltar, 1982.
25. Dosagem de Ouro - Luiz Gonzaga S. Sobral e Marcus Granato, 1983.
26. Beneficiamento e Extração de Ouro e Prata de Minério Sulfetado - Márcio Torres M. Penna e Marcus Granato, 1983.
27. Extrações por Solventes de Cobre do Minério Oxidado de Caraiíba - Paulo Sérgio M. Soares e Ivan O. de Carvalho Masson, 1983.
28. Preparo Eletrolítico de Solução de Ouro - Marcus Granato, Luiz Gonzaga S. Sobral, Ronaldo Luiz C. Santos e Delfin da Costa Laureano, 1983. (esgotado)
29. Recuperação de Prata de Fixadores Fotográficos - Luiz Gonzaga dos Santos Sobral e Marcus Granato, 1984. (esgotado)
30. Amostragem para Processamento Mineral - Mário V. Possa e Adão B. da Luz, 1984. (esgotado)
31. Indicador de Bibliotecas e Centros de Documentação em Tecnologia Mineral e Geociências do Rio de Janeiro - Subcomissão Brasileira de Documentação em Geociências - SBDG, 1984.
32. Alternativa para o Beneficiamento do Minério de Manganês de Urucum, Corumbá-MS - Lúcia Maria Cabral de Góes e Silva e Lélvio Fellows Filho, 1984.
33. Lixiviação Bacteriana de Cobre de Baixo Teor em Escala de Bancada - Teresinha R. de Andrade e Francisca Pessoa de França, 1984.
34. Beneficiamento do Calcário da Região de Cantagalo-RJ - Vanilda Rocha Barros, Hedda Vargas Figueira e Rupen Adamian, 1984.
35. Aplicação da Simulação de Hidrociclones em Circuitos de Moagem - José Ignácio de Andrade Gomes e Regina C. C. Carrisso, 1985.
36. Estudo de um Método Simplificado para Determinação do "Índice de Trabalho" e sua Aplicação à Remoagem - Hedda Vargas Figueira, Luiz Antonio Pretti e Luiz Roberto Moura Valle, 1985.
37. Metalurgia Extrativa do Ouro - Marcus Granato, 1986. (esgotado)
38. Estudos de Flotação do Minério Oxidado de Zinco de Minas Gerais - Francisco W. Hollanda Vidal, Carlos Adolpho M. Baltar, José Ignácio de A. Gomes, Leonardo A. da Silva, Hedda Vargas Figueira, Adão B. da Luz e Roberto C. Villas Bôas, 1987.
39. Lista de Termos para Indexação em Tecnologia Mineral - Vera Lúcia Vianna de Carvalho, 1987.
40. Distribuição de Germânio em Frações Densimétricas de Carvões - Luiz Fernando de Carvalho e Valéria Conde Alves Moraes, 1986.
41. Aspectos do Beneficiamento de Ouro Aluvionar - Fernando A. Freitas Lins e Leonardo A. da Silva, 1987.
42. Estudos Tecnológicos para Aproveitamento da Atapulgitita de Guadalupe-PI - Adão B. da Luz, Salvador L. M. de Almeida e Luciano Tadeu Silva Ramos, 1988.
43. Tratamento de Efluentes de Carvão Através de Espessador de Lamelas - Francisco W. Hollanda Vidal e Franz Xaver Horn Filho, 1988.
44. Recuperação do Ouro por Amalgamação e Cianetação: Problemas Ambientais e Possíveis Alternativas - Vicente Paulo de Souza e Fernando A. Freitas Lins, 1989. (esgotado)



45. Geopolítica dos Novos Materiais - Roberto C. Villas Bôas, 1989. (esgotado)
46. Beneficiamento de Calcário para as Indústrias de Tintas e Plásticos - Vanilda da Rocha Barros e Antonio R. de Campos, 1990.
47. Influência de Algumas Variáveis Físicas na Flotação de Partículas de Ouro - Fernando A. Freitas Lins e Rupen Adamian, 1991.
48. Caracterização Tecnológica de Caulim para a Indústria de Papel - Rosa Malena Fernandes Lima e Adão B. da Luz, 1991.
49. Amostragem de Minérios - Maria Alice C. de Goes, Mário V. Possa e Adão B. da Luz, 1991.
50. Design of Experiments in Planning Metallurgical Tests - Roberto C. Villas Bôas, 1991. (esgotado)
51. Eletrorecuperação de Ouro a partir de Soluções Diluídas de seu Cianeto - Roberto C. Villas Bôas, 1991.
52. Talco do Paraná - Flotação em Usina Piloto - Salvador Luiz M. de Almeida, Adão B. da Luz e Ivan F. Pontes, 1991.
53. Os Novos Materiais e a Corrosão - Roberto C. Villas Bôas, 1991.
54. Aspectos Diversos da Garimpagem de Ouro - Fernando Freitas Lins (coord.), José Cunha Cotta, Adão B. da Luz, Marcello M. da Veiga, Fernando Freitas Lins, Luiz Henrique Farid, Márcia Machado Gonçalves, Ronaldo Luiz C. dos Santos, Maria Laura Barreto e Irene C. M. H. Medeiros Portela, 1992. (esgotado)
55. Concentrador Centrifugo - Revisão e Aplicações Potenciais - Fernando Freitas Lins, Lauro S. Norbert Costa, Oscar Cuéllar Delgado, Jorge M. Alvarez Gutierrez, 1992.
56. Minerais Estratégicos: Perspectivas - Roberto C. Villas Bôas, 1992.
57. O Problema do Germânio no Brasil - Roberto C. Villas Bôas, Maria Dionísia C. dos Santos e Vicente Paulo de Souza, 1992.
58. Caracterização Tecnológica do Minério Aurífero da Mineração Casa de Pedra-Mato Grosso - Ney Hamilton Porfírio e Fernando Freitas Lins, 1992.
59. Geopolitics of the New Materials: The Case of the Small Scale Mining and New Materials Developments - Roberto C. Villas Bôas, 1992.
60. Degradação de Cianetos por Hipoclorito de Sódio - Antonio Carlos Augusto da Costa, 1992.
61. Paládio: Extração e Refino, uma Experiência Industrial - Luis Gonzaga S. Sobral, Marcus Granato e Roberto B. Ogando, 1992.
62. Desempenho de Ciclones e Hidrociclones - Giulio Massarani, 1992.
63. Simulação de Moagem de Talco Utilizando Seixos - Regina Coeli C. Carriso e Mário Valente Possa, 1993.
64. Atapulgita do Piauí para a Indústria Farmacêutica - José Pereira Neto, Salvador L. M. de Almeida e Ronaldo de Miranda Carvalho, 1993.
65. Caulim: um mineral industrial importante - Adão B. da Luz e Eduardo C. Damasceno, 1993.
66. Química e Tecnologia das Terras-Raras - Alcídio Abrão, 1994.
67. Tiouréia e Bromo como Lixivantes Alternativos à Cianetação do Ouro. Roberto de Barros E. Trindade, 1994.
68. Zeólitas: Propriedades e Usos Industriais - Adão Benvindo da Luz, 1994.
69. Caracterização Tecnológica de Lascas de Quartzo - Marília Inês Mendes Barbosa e Ney Hamilton Porfírio, 1994.

TECNOLOGIA  
AMBIENTAL

**INSTRUMENTAL  
MULTIELEMENT  
ANALYSIS IN PLANT  
MATERIALS**

- A modern Method in  
Environmental Chemistry and  
Tropical Systems Research



NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE  
TECNOLOGIA AMBIENTAL

1. Poconé: Um Campo de Estudos do Impacto Ambiental do Garimpo - Marcello M. da Veiga, Francisco R. C. Fernandes, Luiz Henrique Farid, José Eduardo B. Machado, Antônio Odilon da Silva, Luís Drude de Lacerda, Alexandre Pessoa da Silva, Edinaldo de Castro e Silva, Evaldo F. de Oliveira, Gercino D. da Silva, Hélcias B. de Pádua, Luiz Roberto M. Pedroso, Nelson Luiz S. Ferreira, Saitete Kiyoka Ozaki, Rosane V. Marins, João A. Imbassahy, Wolfgang C. Pfeiffer, Wanderley R. Bastos e Vicente Paulo de Souza (2ª edição), 1991. (esgotado)
2. Diagnóstico Preliminar dos Impactos Ambientais Gerados por Garimpos de Ouro em Alta Floresta/MT: Estudo de Caso (versão Português/Inglês) - Luiz Henrique Farid, José Eduardo B. Machado, Marcos P. Gonzaga, Saulo R. Pereira Filho, André Eugênio F. Campos, Nelson S. Ferreira, Gersino D. Silva, Carlos R. Tobar, Volney Câmara, Sandra S. Hacon, Diana de Lima, Vangil Silva, Luiz Roberto M. Pedroso, Edinaldo de Castro e Silva, Lais A. Menezes, 1992.
3. Mercúrio na Amazônia: Uma Bomba Relógio Química? - Luis Drude Lacerda e Win Salomons, 1992.
4. Estudo dos Impactos Ambientais Decorrentes do Extrativismo Mineral e Poluição Mercurial no Tapajós - Pré-Diagnóstico - Rita Maria Rodrigues et al., 1994.
5. Utilização do Aguapé no Tratamento de Efluentes com Cianetos - Marcus Granato, 1995.
6. Are Tropical Estuaries Environmental Sinks or Sources? - Egbert K. Duursma, 1995.
7. Assessment of the Heavy Metal Pollution in a Gold "Garimpo" - Saulo Rodrigues Filho e John Edmund L. Maddock.



ACOMPETITIVIDADE  
DA INDÚSTRIA  
BRASILEIRA DE ALUMÍNIO:  
AVALIAÇÃO E PERSPECTIVAS

4

James H. G. Weiss

MCT CNPq CETEM

NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE  
QUALIDADE E PRODUTIVIDADE

1. Qualidade na Formulação de Misturas - Roberto C. Villas Bôas, 1992.
2. La Importância del Método em la Investigación Tecnológica - Roberto C. Villas Bôas, 1992.
3. Normalización Minerometalúrgica e Integración Latinoamericana - Rómulo Genuíno de Oliveira, 1993.

POLUIÇÃO MERCURIAL:  
PARÂMETROS TÉCNICOS-JURÍDICOS

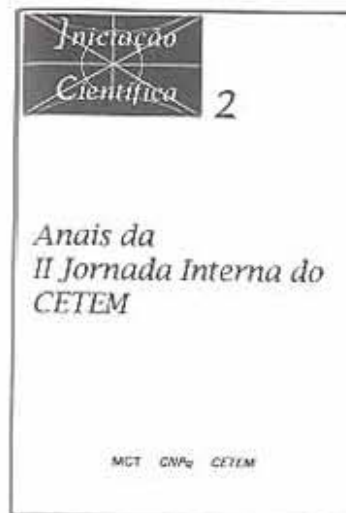
Maria Laura Barreto  
Anne Christiane Marinho

MCT CNPq CETEM

NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE  
ESTUDOS E DOCUMENTOS

1. Quem é Quem no Subsolo Brasileiro - Francisco R. C. Fernandes, Ana Maria B. M. da Cunha, Maria de Fátima Faria dos Santos, José Raimundo Coutinho de Carvalho e Maurício Lins Arcoverde, (2ª edição) 1987.
2. A Política Mineral na Constituição de 1967 - Ariadne da Silva Rocha Nodari, Alberto da Silva Rocha, Marcos Fábio Freire Montysuma e Luis Paulo Schance Heler Giannini, (2ª edição) 1987.
3. Mineração no Nordeste - Depoimentos e Experiências - Manuel Correia de Andrade, 1987. (esgotado)
4. Política Mineral do Brasil - Dois Ensaio Críticos - Osny Duarte Pereira, Paulo César Ramos de Oliveira Sá e Maria Isabel Marques, 1987. (esgotado)
5. A Questão Mineral da Amazônia - Seis Ensaio Críticos - Francisco R. C. Fernandes, Roberto Gama e Silva, Wanderlino Teixeira de Carvalho, Manuela Carneiro da Cunha, Breno Augusto dos Santos, Armando Álvares de Campos Cordeiro, Arthur Luiz Bernardelli, Paulo César de Sá e Maria Isabel Marques, 1987. (esgotado)
6. Setor Mineral e Dívida Externa - Maria Clara Couto Soares, 1987.
7. Constituinte: A Nova Política Mineral - Gabriel Guerreiro, Octávio Elísio Alves de Brito, Luciano Galvão Coutinho, Roberto Gama e Silva, Alfredo Ruy Barbosa, Hildebrando Herrmann e Osny Duarte Pereira, 1988. (esgotado)
8. A Questão Mineral na Constituição de 1988 - Fábio S. Sá Earp, Carlos Alberto K. de Sá Earp e Ana Lúcia Villas-Bôas, 1988. (esgotado)
9. Estratégia dos Grandes Grupos no Domínio dos Novos Materiais - Paulo Sá, 1989. (esgotado)
10. Política Científica e Tecnológica no Japão, Coreia do Sul e Israel. - Abraham Benzaquen Sicsú, 1989. (esgotado)
11. Legislação Mineral em Debate - Maria Laura Barreto e Gildo Sá Albuquerque (organizadores), 1990.
12. Ensaio Sobre a Pequena e Média Empresa de Mineração - Ana Maria B. M. da Cunha (organizadora) 1991.
13. Fontes e Usos de Mercúrio no Brasil - Rui C. Hasse Ferreira e Luiz Edmundo Appel, (2ª edição) 1991.
14. Recursos Minerais da Amazônia - Alguns Dados Sobre Situação e Perspectivas - Francisco R. C. Fernandes e Irene C. de M. H. de Medeiros Portela, 1991. (esgotado)
15. Repercussões Ambientais em Garimpo Estável de Ouro - Um Estudo de Caso - Irene C. de M. H. de Medeiros Portela, (2ª edição) 1991.
16. Panorama do Setor de Materiais e suas Relações com a Mineração; Uma Contribuição para Implementação de Linhas de P & D - Marcello M. Veiga e José Octávio Armani Pascoal, 1991.
17. Potencial de Pesquisa Química nas Universidades Brasileiras - Peter Rudolf Seidl, 1991.
18. Política de Aproveitamento de Areia no Estado de São Paulo: Dos Conflitos Existentes às Compatibilizações Possíveis - Hildebrando Hermann, 1991.

19. Uma Abordagem Crítica da Legislação Garimpeira: 1967-1989 - Maria Laura Barreto, 1993.
20. Some Reflections on Science in the Low-Income Economies - Roald Hoffmann] 1993. (esgotado)
21. Terras-raras no Brasil: depósitos, recursos identificados e reservas - Francisco Eduardo de V. Lápido Loureiro, 1994.
22. Aspectos Tecnológicos e Econômicos da Indústria de Alumínio, Marisa B. de Mello Monte e Rupen Adamian, 1994
23. Indústria Carbonífera Brasileira: conveniência e viabilidade - Gilão de A. Sá C. de Albuquerque, 1995.
24. Carvão Mineral: Aspectos Gerais e Econômicos - Regina Coeli C. Carriso e Mário Valente Possa, 1995.
25. "Sustainable Development: materials technology and industrial development in Brazil" - Roberto C. Villas Bôas, 1995.
26. Minerais e Materiais Avançados - Heleóisa Vasconcellos de Medina e Luis Alberto Almeida Reis, 1995.



NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE  
INICIAÇÃO CIENTÍFICA

I. Anais da I Jornada Interna do CETEM, 1994.

#### PUBLICAÇÕES AVULSAS EDITADAS PELO CETEM OU EM CO-EDIÇÃO

1. Programação Trienal: 1989/1991. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1989.
2. Manual de Usinas e Beneficiamento. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1989.
3. Garimpo, Meio Ambiente e Sociedades Indígenas. CETEM/CNPq/EDUFF, 1992.
4. Programação Trienal: 1992/1994. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq).
5. Impactos Ambientais. SPRU/USP/CNPq, 1993.
6. Relatório de Atividades de 1993. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1994.
7. Programação Trienal: 1995/1997. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1995.
8. Relatório Anual de Atividades 1994. Centro de Tecnologia Mineral (CETEM/CNPq), 1995 - no prelo