

# EMISSÕES DE MERCÚRIO NA QUEIMA DE AMÁLGAMA:

ESTUDO DA CONTAMINAÇÃO DE  
AR, SOLOS E POEIRA EM  
DOMICÍLIOS DE POCONÉ, MT

13

*Alexandre Pessoa da Silva*  
*Volney Câmara*  
*Osmar da Cruz N. Nascimento*  
*Lázaro J. Oliveira*  
*Edinaldo C. Silva*  
*Fátima Piveta*  
*Paulo R. G. e Barrocas*

STA 13

CE  
Ex. 1

*PRESIDENTE DA REPÚBLICA:* Fernando Henrique Cardoso  
*VICE-PRESIDENTE DA REPÚBLICA:* Marco Antonio Maciel  
*MINISTRO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA:* José Israel Vargas

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

#### CETEM - CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL

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

*Presidente:* Roberto C. Villas Bôas

*Vice-presidente:* Juliano Peres Barbosa

*Membros Internos:* Fernando Freitas Lins; Luiz Gonzaga S. Sobral; Vicente Paulo de Souza e João Alves Sampaio (suplente)

*Membros Externos:* Antonio Dias Leite Junior; Arthur Pinto Chaves; Antônio Eduardo Clark Peres; Celso Pinto Ferraz e Achilles Junqueira

*DIRETOR:* Roberto C. Villas Bôas

*DIRETOR ADJUNTO:* Juliano Peres Barbosa

*DEPTº DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS (DTM):* Fernando Freitas Lins

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

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

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

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

TECNOLOGIA  
AMBIENTAL

### EMISSÕES DE MERCÚRIO NA QUEIMA DE AMÁLGAMA:

ESTUDO DA CONTAMINAÇÃO  
DE AR, SOLOS E POEIRA EM  
DOMICÍLIOS DE POCONÉ, MT

13

Alexandre Pessoa da Silva  
Volney Câmara  
Osmar de Cruz N. Nascimento  
Lázaro J. Oliveira  
Edinaldo C. Silva  
Fátima Pivetta  
Paulo R. G. e Barrocas

MCT CNPq CETEM

ISSN - 0103-7374

**Alexandre Pessoa da Silva**

Eng. Químico, M.Sc. em Tecnologia Química pela Academia de Minas de Freiburg Doutorando em Geociências pelo Inst. de Geociências da USP.

**Volney M. Câmara**

Prof. Titular de Medicina do Trabalho da Faculdade de Medicina e do Núcleo de Estudos de Saúde Coletiva da UFRJ.

**Osmar da Cruz Nascimento**

Licenc. Química

**Lázaro J. Oliveira**

Licenc. Química.

**Edinaldo C. Silva**

Prof. do Departamento de Química da UFMT. Pesquisador do Instituto de Saúde Coletiva da Química da UFMT.

**Fátima Pivetta**

Tecnologista III - Senior do Centro de Estudos de Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana - CESTE/UFMT.

**Paulo R. G. e Barrocas**

Pesquisador-Visitante do Centro de Estudos de Saúde do Trabalhador e Ecologia Humana - CESTE/UFMT.

MCT - Ministério da Ciência e Tecnologia

CNPq  
CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO  
CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO

CETEM - Centro de Tecnologia Mineral

CT-00007097-6

STAB  
CE  
ET-1

996  
Tombo: 006311

**CETEM  
BIBLIOTECA**

**CONSELHO EDITORIAL**

Editor

Roberto C. Villas Bôas

Conselheiros Internos

Antônio Carlos Augusto da Costa, Marisa B. de  
Mello Morre, Peter Rudolph Seidl

Conselheiros Externos

Armando Corrêa de Araújo (MBR), Artur Cezar Bastos Neto (IPAT),  
James Jackson Griffith (Univ. Federal de Viçosa), Luis Enrique Sánchez  
(EPUSP), Luiz Drude de Lacerda (UFF), Luiz Lourenço Fregadolli (RPM),  
Maria Therezinha Martins (SBM).

Reg. N.º 2595 Data 25/03/96

|                                                                                                                                                                                                    |                   |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| Tecnologia Ambiental divulga<br>trabalhos relacionados ao setor minero-<br>metalúrgico nas áreas de tratamento e<br>recuperação ambiental, que tenham sido<br>desenvolvidos, ao menos em parte, no |                   |
| 17-B - 7360                                                                                                                                                                                        | CETEM<br>VOL. N.º |
| COL. DE                                                                                                                                                                                            | VOL. N.º          |
| DATA                                                                                                                                                                                               | 18/09/96          |
| REG. N.º                                                                                                                                                                                           |                   |
| BMB                                                                                                                                                                                                |                   |

Celso de O. Santos COORDENAÇÃO EDITORIAL

Vera Lúcia Ribeiro DIAGRAMAÇÃO

Jacinto Frangella ILUSTRAÇÃO

Silva, Alexandre Pessoa da

Emissões de mercúrio na queima de amálgama: estudo da  
contaminação de ar, solos e poeira em domicílios de Poconé, MT/  
Alexandre P. da Silva [et al.] - Rio de Janeiro: CETEM/CNPq, 1996.

40p.- (Série Tecnologia Ambiental, 13)

1. Mercúrio-Poluição-Poconé (MT) 2. Atmosfera-Poconé  
(MT). 3. Descontaminação. I. Silva, Alexandre Pessoa da II.  
Câmara, Volney. III. Nascimento, Osmar da Cruz N. IV. Oliveira,  
Lázaro J. V. Silva, Edinaldo C. VI. Piveta, Fátima. VII. Barrocas,  
Paulo R. G., VIII. Centro de Tecnologia Mineral. IX. Título.

ISBN 85-7227-088-4

ISSN 0103-7374

CDD 622.4

## APRESENTAÇÃO

Desde os trabalhos pioneiros do CETEM, em Poconé, em especial no Tanque dos Padres, onde ficou comprovada a não-contaminação dos resíduos sólidos oriundos da atividade garimpeira ao largo de 85% da área pesquisada, sendo, então, os 15% restantes e poluídos confinadas, as medições atmosféricas começaram a ganhar vulto, tendo em vista o papel desempenhado pelas casas compradoras e queimas domésticas.

Este trabalho liderado pelo Químico Alexandre P. da Silva e pelo Professor Titular da Faculdade de Medicina da UFRJ, Dr. Volney Câmara, elucida de forma cabal a contaminação domiciliar, nas zonas urbana e rural de Poconé e será de grande valia ao leitor interessado no assunto.

Rio de Janeiro, junho de 1996.

**Roberto C. Villas Bôas**  
Diretor

## SUMÁRIO

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| RESUMO .....                                  | 1  |
| 1. INTRODUÇÃO .....                           | 3  |
| 2. ÁREA DE ESTUDOS .....                      | 8  |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS .....                  | 11 |
| 4. RESULTADOS .....                           | 14 |
| 4.1 Ar - Zona Urbana .....                    | 14 |
| 4.2 Ar - Zona Rural .....                     | 16 |
| 4.3 Solos - Zona Urbana .....                 | 17 |
| 4.4 Solos - Zona Rural .....                  | 19 |
| 4.5 Poeira nos Domicílios - Zona Urbana ..... | 20 |
| 4.6 Poeira nos Domicílios - Zona Rural .....  | 22 |
| 5. CONCLUSÕES .....                           | 23 |
| AGRADECIMENTOS .....                          | 24 |
| BIBLIOGRAFIA .....                            | 25 |
| ANEXOS .....                                  | 29 |

## RESUMO

*A queima do bullion nas lojas de ouro das cidades nas áreas de garimpo tem sido indicada como fonte de emissão de mercúrio metálico em áreas urbanas com sérios agravos à saúde dos seus funcionários e da população nas suas vizinhanças. Para avaliar estas emissões foram analisadas amostras de ar, solos e poeira doméstica coletadas em 30 domicílios da área central de Poconé-MT, localizados a até 400 metros na direção dos ventos predominantes (norte) das lojas de ouro, 10 domicílios localizados na periferia pobre de Poconé, e 13 domicílios na zona rural, ao sul da cidade, sem qualquer atividade (referência). Os maiores teores de mercúrio total nas amostras de poeira doméstica (151,54 mg/Kg) e de solos (9,86 mg/Kg) coletadas no conjunto habitacional COHAB Boa Esperança localizado a noroeste da zona central de Poconé. Os residentes nos domicílios com os maiores teores de mercúrio total nas amostras de poeira e solos assinalaram também os maiores teores do poluente nas análises de urina. Durante os estudos constatou-se prática da queima de amálgama nos domicílios da periferia pobre.*

**Palavras-Chave:** mercúrio, amálgama, queima, Poconé

## ABSTRACT

*The burning of the Au-Hg amalgam at gold shops close to "garimpos" have been indicated as an important source of metallic mercury emission in urban areas. This constitutes a serious occupational hazard and a source of contamination to humans living nearby these shops. To evaluate these emissions, samples of air, soil and domestic dust were collected from 30 houses located at the central area of Poconé-MT. These houses are located at about 400 meters from the gold shops and in the path of the prevailing wind (north). Samples were also collected from 10 houses located outside downtown Poconé and 13 houses at the rural area, at the south of Poconé, which were selected as reference. Analyses of these samples showed that the highest mercury levels in domestic dust (151.54 mg/Kg) and soils (9.86 mg/Kg) were found for the COHAB Boa Esperança, which is located at the northwest of central of Poconé. The residents of the highest levels of Hg in their urine. During this study it was noticed that the burning of the Au-Hg amalgam is practiced inside the houses of people living around Poconé.*

**Key Words:** mercury, amalgam, burning, Poconé

## 1. INTRODUÇÃO

---

No fim da década de 70, por razões diversas da conjuntura mundial, o preço do ouro disparou no mercado internacional, atingindo um valor recorde de US\$ 850 por *onça troy* na Bolsa de Metais de Londres. Isto resultou numa corrida do ouro em várias partes do mundo, inclusive no Brasil, comparável em sua magnitude às grandes corridas do ouro do último século. (CLEARY, 1992)

A atividade da pequena mineração de ouro (garimpo) se intensificou desde então por todos os estados da Amazônia Legal, denominação dada à área brasileira da Amazônia, e composta pelos estados do norte, parte do Maranhão e a quase totalidade do Mato Grosso, abrangendo no total uma área de 4.990.520 km<sup>2</sup>.

O garimpo se apresenta, também, como uma alternativa de emprego para uma mão-de-obra não especializada, da qual fazem parte, em sua grande maioria lavradores sem-terras e com grandes dificuldades de absorção nos centros industrializados.

Para serem compreendidas as implicações sociais e econômicas desse movimento, que os especialistas em mineração classificam como terceiro ciclo do ouro no Brasil, é necessário ter-se uma idéia de sua escala.

Com a mecanização, a produção garimpeira de ouro passou de uma média anual de 25 t para 50 t nos primeiros três anos da década de 80, e a partir de 1983 chegou a 70 t, atingindo 100 t, no ano de 1985 (FEIJÃO e PINTO, 1992). Nos últimos anos houve uma certa retração da atividade, causada pela exaustão dos depósitos aluvionares conhecidos e por dificuldades tecnológicas na exploração dos depósitos de ouro não mais superficial, mas, agora, primário. (SILVA, A.P, 1995; SILVA, A.R.B., 1995)

O Estado do Mato Grosso é, juntamente com o Estado do Pará, a região onde se concentra os maiores garimpos de ouro no Brasil. Segundo dados da METAMAT - Companhia Matogrossense de Mineração (1995), a produção de ouro no estado nos últimos cinco anos superou 110 toneladas, sendo que mais de 98% dessa produção foi realizada pelos garimpos. (Quadro 1)

**Quadro 1 - Principais produtores de ouro no Estado de Mato Grosso (kg)**

| Municípios (MT)    | 1990            | 1991            | 1992            | 1993            | 1994            |
|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Várzea Grande      | 794,4           | 438,1           | 289,8           | 449,6           | 1.038,5         |
| Pontes e Lacerda   | 1.160,4         | 1.670,9         | 998,9           | 416,0           | 541,8           |
| Paranaíta          | 1.168,2         | 1.247,3         | 1.127,4         | 713,2           | 572,3           |
| Guarantã do Norte  | 1.628,1         | 1.208,8         | 734,2           | 623,9           | 504,9           |
| Cuiabá             | 1.684,2         | 1.381,9         | 741,9           | 390,0           | 667,9           |
| Poconé             | 1.855,0         | 2.616,0         | 2.954,2         | 1.916,9         | 2.539,6         |
| Alta Floresta      | 6.301,1         | 7.246,6         | 5.865,5         | 4.624,6         | 4.390,6         |
| Peixoto de Azevedo | 7.266,2         | 5.708,2         | 5.857,6         | 4.754,2         | 4.540,1         |
| <b>Total</b>       | <b>25.230,4</b> | <b>27.455,8</b> | <b>22.616,1</b> | <b>17.356,6</b> | <b>17.304,2</b> |

Fonte: METAMAT (1995)

As maiores preocupações, tanto do ponto de vista ambiental quanto da saúde, são decorrentes da utilização do mercúrio e sua conseqüente emissão em grandes quantidades para os diversos compartimentos ambientais. Para cada kg de ouro produzido são lançados, até 1,3 kg de mercúrio. Dessa forma, as emissões de mercúrio pelos garimpos de ouro no Brasil poderiam alcançar valores de até 100 toneladas anuais. (PFEIFFER e LACERDA, 1988)

O temor à poluição pelo mercúrio bem se justifica pelas diversas tragédias causadas pelo uso indevido desse poluente em Minamata e Niigata, no Japão, e no Iraque, nas décadas de 50, 60 e 70 (Wood 1971; D'ITRI e D'ITRI 1977), embora sob condições de especiação distintas daquelas do garimpo.

Dentre os metais pesados, o mercúrio é considerado o mais tóxico. As formas físicas e químicas do mercúrio determinam o metabolismo de absorção, distribuição e eliminação no homem. Do ponto de vista toxicológico, a ingestão de alimentos contendo organomercuriais, principalmente metilmercúrio, e a inalação de vapores de mercúrio metálico, sobretudo em áreas de garimpo, representam os maiores riscos de intoxicação. O vapor de mercúrio metálico é quase que totalmente absorvido (80%) e se difunde rapidamente através das barreiras hematoencefálica e planetária (GALVÃO e COREY, 1987). O mercúrio absorvido se conjuga com grupamentos sulfidrilas de proteínas, podendo causar intoxicação aguda onde predominam os sinais e sintomas respiratórios, e intoxicações sub-agudas e crônicas, com efeitos no sistema nervoso, rins e pele. (ATSDR, 1989; WHO, 1976, 1991)

Apesar de toda uma série de restrições legais, o mercúrio é fartamente comercializado em todas as áreas de garimpo. O seu custo é relativamente baixo para o fim a que se destina. Com apenas 4 gramas de ouro pode-se comprar um quilo de mercúrio. Este metal, que em condições naturais se apresenta na forma líquida, combina com o ouro e outros metais resultando em amálgamas. A separação do ouro é feita pela volatilização do mercúrio através da queima do amálgama. Sem dúvida é um processo barato, de tecnologia simples, de boa eficiência, mas, quando mal operado, altamente poluidor.

Nos diversos garimpos que operam no Brasil, o mercúrio metálico é lançado para os compartimentos naturais de duas formas: (SILVA, A.P., 1993)

- resíduo líquido ou amalgamado, muito comumente lançado diretamente nas drenagens, e
- vapor resultante da queima do amálgama nos garimpos, e fusão do ouro nas lojas de compra, nas cidades das áreas de garimpo.

Nos rejeitos de amalgamação, o mercúrio metálico poderá, dependendo das condições físico-químicas atuantes, tornar-se biodisponível. Dentre elas, a mais importante, do ponto de vista toxicológico, é a que conduz à metilação do mercúrio inorgânico. Essa reação, mediada principalmente por bactérias, forma compostos organomercuriais com alta persistência no meio e extremamente tóxicos. (JENSEN & JERNELOV, 1969)

Os compostos mercuriais são absorvidos pelos organismos inferiores, apresentando biomagnificação ao longo da cadeia trófica. Os peixes maiores, que servem de alimentação ao homem, concentram em milhões de vezes os teores ambientais, muitas vezes desprezíveis (SCHWUNGER, 1992). Através da ingestão de peixes e outros organismos aquáticos contaminados, o homem é finalmente atingido pela contaminação ambiental, gerando sérios agravos à saúde.

A queima do amálgama para a volatilização do mercúrio existente, cerca de 40 % em peso, usualmente é realizada pelos garimpeiros através de aquecimento com maçaricos alimentados a gás propano/butano a uma temperatura de aproximadamente 400°C. A recuperação do mercúrio poderia ser feita pela condensação dos vapores em retortas. A resistência ao uso desse equipamento por parte dos garimpeiros é de origem cultural e econômica. (PRIESTER e HENTSCHEL, 1992)

A não utilização da retorta acarreta a intoxicação e, ou contaminação dos trabalhadores durante a queima do amálgama, além de poluir o ambiente. Segundo diversos estudos, essa forma é responsável por aproximadamente 70% das emissões do poluente nos garimpos. O ouro assim obtido ainda contém aproximadamente de 3 a 5% de mercúrio (FARID *et al.*, 1991). Durante a purificação do ouro nas lojas de compra, a utilização de maçarico com chama de ar/acetileno (800 - 900°C) provoca a volatilização do mercúrio residual da primeira queima. A inexistência de capelas adequadas nesses estabelecimentos, dispendo, quanto muito, de precários exaustores, provoca não

somente a contaminação desses ambientes de trabalho como também das áreas urbanas.

A contaminação dos compartimentos ambientais urbanos pelas emissões de mercúrio, decorrente dos procedimentos de queima do amálgama nas lojas de compra de ouro, ou mesmo nas residências dos garimpeiros, na área urbana do município de Poconé, e suas possíveis implicações na saúde da população, são o objetivo central do presente estudo.

## 2. ÁREA DE ESTUDOS

O município de Poconé, com 29.705 habitantes, sendo 21.185 na área urbana e 8.520 na área rural (IBGE, 1993) abrange uma área de 16.691 km<sup>2</sup> com altimetria que varia de 200 m (limite sul) a 450 m (limite norte).

A região é drenada por rios pertencentes à bacia hidrográfica do rio Paraguai, e é uma das áreas fontes de água e sedimento para o Pantanal Mato-grossense, considerado uma das mais importantes reservas ecológicas do planeta. Seu clima é do tipo tropical úmido e as chuvas são mais frequentes de novembro a março, época em que ocorre a inundação da planura. Os ventos predominantes durante o ano são os do norte. Entretanto, no período de abril a agosto, há uma maior incidência de ventos sul e sudeste. Os valores médios de velocidade são baixos, no entanto ocorrem ventos fortes, principalmente no início das primeiras chuvas (RESENDE *et al.* 1994). O relevo da região é formado por duas partes distintas: Chapada, região de terras-firmes mais elevadas, não sujeitas as alagações sazonais e que ocupa 30% de sua área, e a Planície de aluvião, que apresenta gradiente suave sendo periodicamente inundada, e representa a maior parte do Pantanal.

A pecuária é sua principal atividade econômica, embora a atividade agrícola também seja bem desenvolvida, graças ao solo fértil e irrigado.

A atividade garimpeira nessa região remonta ao ano de 1716, com a descoberta das minas de ouro no rio Caxipó-Mirim, denominadas pelos bandeirantes de *Beri Poconé*, em função dos indígenas que habitavam a região. Os depósitos de Poconé são tipicamente colúvio-eluvionares. A retomada da garimpagem no município de Poconé se deu por volta de 1982. A população garimpeira atingiu o auge em 1986 (cerca de 5.000 pessoas trabalhando em mais de 100 garimpos. Atualmente há

cerca de 40 garimpos em funcionamento, com reduzido número de pessoas envolvidas diretamente na extração de ouro, devido, entre outros fatores, à mecanização e à racionalização dos processos.

No início dos anos 80, em decorrência do novo ciclo do ouro, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente realizou estudos que assinalaram o assoreamento de algumas drenagens e avaliou a emissão de aproximadamente 1,1 t de mercúrio/ano ao meio ambiente. (SEMA, 1987)

OLIVEIRA *et al.* (1990) analisaram os níveis de mercúrio total em peixes e também em cabelos da população da zona ribeirinha dos municípios de Barão de Melgaço e Poconé. Os resultados mostraram teores de mercúrio total mais elevados para os peixes do topo da cadeia alimentar (carnívoros), principalmente a Piranha (*Serrasalmus nattereri*), muito apreciada pela população de Poconé. Trinta por cento das amostras de cabelos coletadas apresentaram teores de mercúrio total acima do limite de segurança estabelecido pelos autores (6 ppm).

VIEIRA (1991) analisou o teor de mercúrio total no tecido muscular em amostras de peixes capturados no Rio Bento. Concentrações de mercúrio total da ordem de 2,29; 7,92; 10,25 e 12,78 µg/g de peso úmido foram detectadas em exemplares de Peixe-cachorro, Traíra, Piranha e Cachara, respectivamente. As médias dos níveis de mercúrio detectados no Peixe-cachorro, Traíra, Piranha e Cachara, foram 0,52; 1,09; 1,25 e 3,29 µg.g, respectivamente, assinalando teores mais elevados para os peixes carnívoros.

HYLANDER *et al.* (1994) determinaram o teor de mercúrio total em peixes das espécies Pintado e Piranha capturados nas localidades de Santo Antônio, Barão de Melgaço, Porto Jofre, Descalvado, Porto Conceição, Rosário Oeste, Porto Cercado, Pixaim, encontrando teores para Pintado entre 0,05 µm/g (min.)

e 0,95  $\mu\text{g/g}$  (max.). Para a Piranha, os teores variaram entre 0,09  $\mu\text{g/g}$  (min.) e 0,51  $\mu\text{g/g}$  (max.).

MARINS *et al.* (1991) encontraram teores de até 1,68  $\mu\text{g Hg/m}^3$  no ar do ambiente próximo das lojas compradoras de ouro em Poconé, assinalando que as operações de queima nos centros urbanos devem ser controladas, já que as concentrações medidas ultrapassam o limite máximo de 1,0  $\mu\text{g Hg/m}^3$  ar recomendado pela OMS como limite ambiental. Segundo esse estudo, os operadores da queima, nas lojas de compra de ouro, estão expostos a teores acima de 70  $\mu\text{g Hg/m}^3$ , valor este encontrado junto da capela e que se situa próximo da zona respiratória desses operadores e que está acima dos valores para exposição ocupacional. (OMS, 1976)

SILVA *et al.* (1991) constataram teores de mercúrio nos solos acima do nível de *background* da região, em áreas próximas das lojas de compra de ouro, em distâncias de até 400 metros no sentido dos ventos predominantes.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Durante os meses de agosto, setembro e outubro de 1995 foram realizadas amostragens de ar, solos e poeira em domicílios da área urbana central, periférica (COHAB Boa Esperança) e na área rural de Poconé. Os procedimentos de amostragem foram rigorosamente iguais para as duas áreas, tomando-se a zona rural ao sul, contrária à direção dos ventos predominantes como referência. A amostragem na zona rural foi realizada em domicílios de duas comunidades (Maravilha e Bitencourt) e na Rodovia Transpantaneira, ao sul, distando todas mais de 15 km da área urbana de Poconé. A relação e endereço dos domicílios amostrados são apresentados no Anexo 1.

Os pontos de amostragem foram escolhidos partindo-se da premissa que as emissões pela queima do *bullion* (ouro proveniente da primeira queima nos garimpos) seriam originadas pelas lojas de compra de ouro, levando em conta o sentido norte predominante dos ventos na região e os resultados de estudos anteriores (SILVA *et al.*, 1991). Desta forma, os domicílios da área urbana foram amostrados em função de sua localização a, no máximo, 400 metros ao norte das lojas de compra de ouro.

O ar foi amostrado utilizando-se bomba de amostragem, marca SKC, modelo 224-PCX4, com dispositivo de calibração da vazão de ar. As bombas foram ajustadas para uma vazão de 1 L/min. O mercúrio contido no ar é retido através da adsorção em tubos de vidro contendo óxido de manganês  $\text{MnO}_x$ . As extremidades das cápsulas lacradas são rompidas imediatamente antes das amostragens. Após a amostragem, as cápsulas adsorventes são devidamente fechadas com tampas plásticas do conjunto e mantidas sob refrigeração até o momento da análise. (GOES e VILLAS BÓAS, 1993) A amostragem do ar foi realizada no interior dos domicílios.

As amostras de solo coletadas nos quintais das residências, apresentaram grande diversidade de cobertura vegetal e de aspecto. Em alguns domicílios observou-se o lixiviamento das camadas superficiais dos solos pelas águas das chuvas. Procurou-se amostrar os locais onde as condições favorecessem o acúmulo de material com granulometria mais fina, com certa umidade e formação de camada húmica. A amostragem foi realizada nas camadas superficiais (<10 cm de profundidade) de forma composta, com alíquotas coletadas em diversos pontos, com os critérios acima assinalados. A amostragem foi realizada com pás plásticas (pás de jardinagem) em massa de até 1 kg, em sacos plásticos, com embalagem e rotulação dupla, hermeticamente fechados e mantidos sob refrigeração até o momento da análise.

A poeira que se acumula no interior dos domicílios já foi utilizada em estudos de avaliação da contaminação por metais pesados no ambiente atmosférico (MARTINEZ *et alii*, 1993; LAWTON *et alii*, 1992). A poeira doméstica, principalmente aquela que a limpeza diária usual não consegue remover (atrás de armários, em cima de certos móveis, em frestas de portas e janelas etc), apresenta composição granulométrica geralmente inferior a 20 µm e grande superfície específica. Além de representar um importante meio carreador de poluentes atmosféricos, esse material pode também, mesmo após sua deposição, se constituir em componente integralizador do processo poluente. Diferentemente do ar ou dos solos, cuja renovação constante, pelos diversos processos, pode diluir e mascarar a presença do poluente, a poeira doméstica se constitui num testemunho de maior longevidade. Para sua amostragem foram utilizados pequenos pincéis de fibra vegetal devidamente limpos. As amostras foram coletadas em pequenos sacos plásticos acondicionadas em tubos plásticos com tampa rosqueada e mantidas sob refrigeração até o momento da análise.

A determinação de mercúrio total em solos e em poeira foi realizada segundo metodologia analítica de AHMED *et al.*

(1987). As amostras são digeridas em ácido nítrico concentrado, aquecidas em bloco digestor, inicialmente por 2 horas a 70°C e por mais 2 horas a 120°C, com condensação dos vapores através da utilização de "dedo frio". O digerido é analisado por espectrofotometria de absorção atômica pela técnica do vapor a frio (CVAAS). As análises foram realizadas no laboratório do CESTEH no Rio de Janeiro e pelo Instituto de Química da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT).

As análises de ar foram realizadas exclusivamente pelos laboratórios do CESTEH. O material adsorvente, após pesagem, foi digerido a 70°C por 4 horas com solução de água régia, com dispositivo para condensação dos vapores por "dedo frio", e analisado por espectrofotometria de absorção atômica pela técnica do vapor a frio (CVAAS).

As duas instituições empregaram procedimentos próprios de controle de qualidade. Algumas amostras de solos e poeira foram analisadas simultaneamente pelos laboratórios das duas instituições, apresentando resultados bastante similares. Os resultados analíticos (Anexos 2, 3 e 4) assinalam a origem institucional de cada dado.



#### 4.2 Ar - Zona Rural

Com a mecanização da atividade, o garimpo em Poconé reduziu sensivelmente os seus pontos de lavra e beneficiamento, e, conseqüentemente, os pontos onde ocorre a queima do *bullion*. No entanto, como demonstram os dados do Quadro 1, a produção de ouro aumentou. A coleta de ar na zona rural foi realizada em áreas de domínio do Pantanal onde a atividade garimpeira é rigorosamente proibida. Além disso, o sentido norte predominante nos ventos da região não favoreceria o transporte do poluente para esta área, servindo, assim, de referência. A Figura 2 assinala, de forma esquemática, os pontos amostrados em domicílios da zona rural. Em todos os pontos, localizados nas comunidades Maravilha e Bitencourt, bem como no km 26 da Rodovia Transpantaneira, não foi detectada a presença do poluente no ar pelo método utilizado.

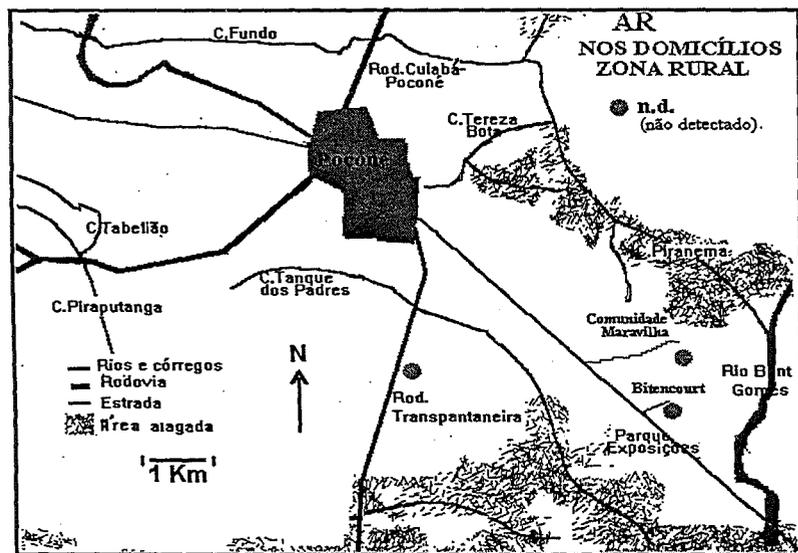


Figura 2 - Desenho esquemático da zona rural de Poconé com localização dos domicílios amostrados e os resultados de Hg total em amostras de ar

#### 4.3 Solos - Zona Urbana

Conforme já assinalado, os solos nos domicílios da área urbana de Poconé apresentaram grande diversidade de cobertura vegetal e de aspecto. Apesar dos critérios de amostragem utilizados, a grande heterogeneidade dos solos nos diversos domicílios amostrados (Anexo 2), pode mascarar aspectos do processo poluente.

Tomando-se como referência o valor basal de mercúrio total em solos, avaliado em 27 ppb (média aritmética dos dez teores mais baixos), aproximadamente 80% dos resultados se situaram acima dessa referência. Os solos amostrados em alguns domicílios da área central de Poconé (Rua Bela Vista 0,46 ppm e Rua Intendente Antônio João, 0,41 ppm) superaram em mais de 15 vezes esse valor de referência.

No entanto, conforme pode ser observado no desenho esquemático apresentado na Figura 3, os teores de mercúrio total mais elevados foram constatados nas amostras de solos em domicílios da COHAB Boa Esperança, na periferia da cidade, ao lado da Rodovia Cuiabá - Poconé. Nessa comunidade foram detectados teores de Hg total, em solos, de 9,86 ppm (Rua F); 4,93 ppm (Rua C) e 4,26 ppm (Rua E).





#### 4.6 Poeira nos Domicílios - Zona Rural

Como pode ser observado pelos resultados apresentados através do desenho esquemático dos pontos amostrados na zona rural (Figura 6), três domicílios na Comunidade Maravilha apresentaram teores de mercúrio total na poeira domiciliar próximos aos valores de referência (0,3 ppm).

Juntamente com os dados obtidos através das análises de solos, estes resultados podem sugerir alguma atividade de queima de amálgama nas redondezas. No entanto, quando questionados, todos os moradores negaram tal atividade. Todos os demais domicílios amostrados assinalam teores de mercúrio total na poeira abaixo do valor de referência.

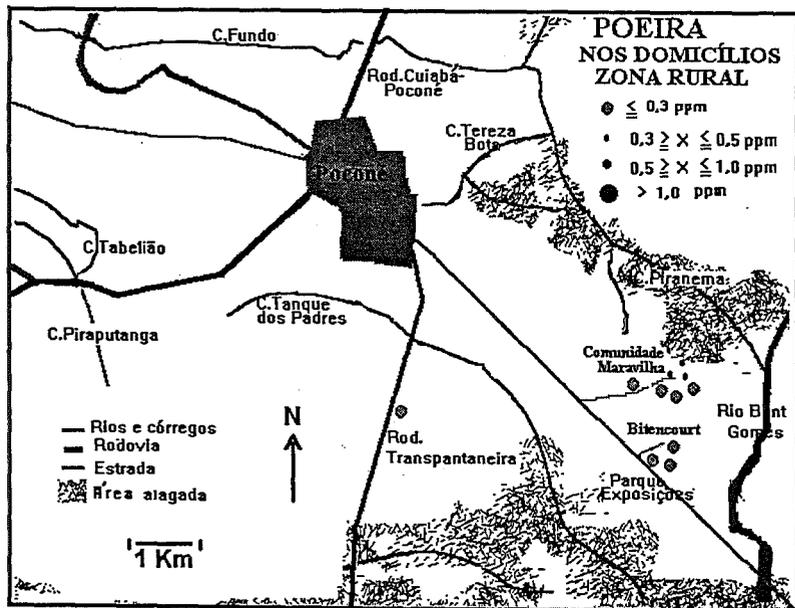


Figura 6 - Desenho esquemático da zona rural com os domicílios amostrados e teor de Hg total na poeira no interior dos domicílios

#### 5. CONCLUSÕES

No decorrer dos estudos, essa premissa da emissão de mercúrio nas áreas urbanas de Poconé exclusivamente pela queima do *bullion* nas lojas de compra de ouro se mostrou equivocada, já que a queima de amálgama é bastante difundida nos próprios domicílios onde residem garimpeiros em diversos pontos da cidade, principalmente na periferia mais pobre. Como ficou demonstrado, a queima de amálgama por garimpeiros residentes nos centros urbanos, nas suas próprias residências, é um dado preocupante.

Pelos resultados obtidos, observa-se claramente um processo poluente com mercúrio nas áreas urbanas de Poconé.

A comparação dos resultados de mercúrio total nos substratos ambientais coincide plenamente com os resultados mais elevados das análises de urina de residentes em Poconé (Anexo 5), na demarcação dos pontos mais impactados.

As análises de poeira proveniente dos recintos domiciliares se mostraram mais contundentes na indicação do processo poluente.

Faz-se necessária a intervenção dos órgãos públicos no sentido de normalizar e fiscalizar as atividades nas lojas de compra de ouro, exigindo a instalação de equipamentos eficientes (capelas apropriadas) para a retenção dos vapores de mercúrio gerados durante a queima de amálgama e mecanismos seguros de recuperação e/ou deposição dos rejeitos; a queima domiciliar deve ser paralisada.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a algumas pessoas que contribuíram decisivamente para o sucesso deste trabalho:

Dr. Rob McConnell e equipe (ECO/OPS); Dr. Luís Galvão, idealizador do projeto (HPE/OPS); Dra. Jacira Cantio (Representação OPS/Brasil), bem como ao Prefeito de Poconé Euclides Santos; Dr. Amanto Quinto de Souza, Dr. Ademar R. Prado, Sr. Antônio F. da Silva, Sr. Antônio Soares, Sra. Ilma Regina F. Arruda, Sra. Maria de Lourdes A. Freitas, Sra. Marinalva Proença (Prefeitura Municipal de Poconé) e o Prof. Dr. Roberto C. Villas Bôas (CETEM).

Nossos agradecimentos especiais à população de Poconé, que mais uma vez recebe pesquisadores com grande espírito de compreensão e cooperação.

## BIBLIOGRAFIA

- AHMED, R.; MAY, K.; STOEPLER, 1987. *Fresenius J. Anal. Chem.*, pp. 510-516.
- ATSDR/Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1989. *Toxicological profile for mercury*. Atlanta, G.A. U.S. Public Health Service.
- CÂMARA, V.M.; SILVA, A.P.; PIVETTA, F.; PEREZ, M.A.; LIMA, M.I.; TAVARES, L.M.B.; MACIEL, M.V.; ALHEIRA, F.V.; DANTAS, T. & MARTINS M.S, 1996. Estudo dos níveis de exposição e efeitos à saúde por mercúrio metálico em uma população urbana de Poconé-MT. *Cadernos de Saúde Pública* (aceito para publicação).
- CLEARY, D., 1992. A Garimpagem de ouro na Amazônia: uma abordagem antropológica. Rio de Janeiro: EDUFF. 237 p.
- D'ITRI, P.A & D'ITRI, F.M., 1977. Mercury contamination: a human tragedy. New York : John Wiley.
- FARID, L.H.; MACHADO, J.E.B.; SILVA, A.O., 1991. Controle da emissão e recuperação de mercúrio em rejeitos de garimpo. in: Poconé: um campo de estudos do impacto ambiental do garimpo. *Série Tecnologia Ambiental*, n.1, p.27-44. Rio de Janeiro. CETEM/CNPq.
- FEIJÃO, A.J.; PINTO, J.A., 1992. Amazônia e a saga aurífera do século XX. in: *Garimpo, Meio Ambiente e Sociedades Indígenas*. CETEM/EDUFF. p. 19-36.
- GALVÃO, L.A.C.; COREY, G., 1987. Mercurio. Centro Panamericano de Ecologia Humana y Salud. *Série Vigilancia* (OPS/OMS), n°7.
- GOES, M.A.C.; VILLAS BÔAS, R.C. - Informações básicas sobre monitoramento ambiental de mercúrio na atmosfera,

- Série Vigilância, 12, Mercúrio em áreas de Garimpos de Ouro (OPS/OMS, 1993).
- HYLANDER, L.D.; SILVA, E.C.; OLIVEIRA, L.J.; SILVA, S.A.; KUNTZE, E.K. e SILVA, D.X., 1994. Mercury Levels in Alto Pantanal: a screening study. *Ambio*. Vol.23, n° 8, p. 478-484.
- IBGE/Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1993. *Sinopse Preliminar do Censo Demográfico de 1991 - Mato Grosso*. Rio de Janeiro.
- JENSEN, S.; JERNELÖV, A., 1969. Biological methylation of mercury in aquatic organisms. *Nature*. v. 223, p. 753-754.
- LAWTON, L.J.; SAGER, S.L. & JONES, M.K., 1992. A comparison of methods used to evaluate lead exposure based on blood lead levels. *The Toxicologist*. n° 12, p. 247.
- MARINS, R. V.; IMBASSAHY, J. A.; PFEIFFER, W. C.; BASTOS, W.R., 1991. Estudo preliminar da contaminação atmosférica por mercúrio em área produtora de ouro na cidade de Poconé - Mato Grosso - MT. in: Poconé: um campo de estudos do impacto ambiental do garimpo. *Tecnologia Ambiental*. CETEM/CNPq. p. 85-93.
- MARTINEZ, F. D. B.; ESQUIVEL, L. E. B.; YAÑES, L. C.; RODRIGUEZ, M.G.; GARCIA, J.M.; SAAVEDRA, J.J.M.; PEREZ, D.O.; LEON, M.R.D.; ESTRADA, L.Y.; JIMENEZ, L.M.R.; ROSALES, T.J.O.; SANTOYO, A.S.; AGUILAR, E.V. & GARCIA, M.C., 1993. Caracterización del riesgo en salud por la exposición a metales pesados en la ciudad de San Luis de Potosí. Relatório de Pesquisa. Faculdade de Medicina da Universidade Autónoma de San Luis de Potosí - México. 63 pp.
- OLIVEIRA, E.F.; SILVA, E.C.; OZAKI, S.K.; FERREIRA, M.S.; YOKOO, E.M., 1990. Mercúrio via cadeia trófica na Baixada Cuiabana: ensaios preliminares. In: *Seminário Nacional Riscos e conseqüências do uso do mercúrio*. FINEP, MIN.SAÚDE, IBAMA, CNPq. p.202.

- PFEIFFER, W.C.; LACERDA, L. D., 1988. Mercury inputs into the Amazon region, Brazil. *Environmental Technology Letters*. V.9, p 325-30.
- PRIESTER, M. e HENTSCHEL, T., 1992. Small-Scale Gold-Mining. *Deutsches Zentrum für Entwicklungstechnologien - GATE*. p. 56-66.
- RESENDE, M.; SANDANIELO, A.; COUTO, E.G., 1994. Zoneamento Agroecológico do Sudoeste do Estado do Mato Grosso. Cuiabá. EMPAER-MT. *EMPAER Documentos*, n°4, 130 p.
- RONDON, L., 1987. *Poconé - Sua Terra e Sua Gente*. Prefeitura Municipal de Poconé. 76 p.
- SEMA, 1987. II Relatório do Projeto de Avaliação e Controle Ambiental em áreas de Extração de Ouro do Estado do Mato Grosso. *Governo do Estado de Mato Grosso. Secretaria do Meio Ambiente - CMA*.
- SCHWUGER, M., 1992. In: ROSSBACH, M.; OSTAPCZUK, P.; SCHLADOT (eds.) *Specimen Banking, Environmental Monitoring and Modern Analytical Approaches*. Springer Verlag, Heidelberg. p.3.
- SILVA, A.P.; SILVA, E.C.; OLIVEIRA, E.F.; SILVA, G.D.; PÁDUA, H.B.; PEDROSO, L. R.M.; VEIGA, M.M.; FERREIRA, N.L.S.; OZAKI, S.K., 1991. Estudos Biogeoquímicos sobre o mercúrio em ambientes aquáticos de Poconé. in: Poconé: um campo de estudos do impacto ambiental do garimpo. *Série Tecnologia Ambiental - CETEM/CNPq*, n° 1, 2a. ed. p. 61 - 83.
- SILVA, A.P., 1993. As diversas formas de garimpos de ouro, suas emissões de mercúrio e mecanismos de dispersão nos diversos compartimentos ambientais. In: Mathis, A. e Rehaag, R. (eds): *Conseqüências da garimpagem no âmbito social e ambiental da Amazônia*. Belém, Pará: FASE, BUNTSTIFT e KATALYSE, p. 48-56.

- SILVA, A. P., 1995. Diagnóstico das Atividades Mineradoras na Bacia do Rio Teles Pires: Um Resumo. Governo do Estado do Mato Grosso. FEMA/METAMAT. 53 p. CUIABÁ.
- SILVA, A.R.B., 1995. Seminário Evolução e Tendência da Atividade Garimpeira. In: Seminário Garimpagem de Ouro: Evolução e Tendências. Cuiabá.
- TUREKIAN, K.K; WEDEPOL, K. H., 1961. Distribution of the elements in some major units of the earth's crust. *Bull. Geol. Soc. Am.*, v. 72, p. 175-192.
- VIEIRA, L.M., 1991. Avaliação dos níveis de mercúrio na cadeia trófica como indicador de sua biomagnificação em ambientes aquáticos da região do Pantanal. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos. 214 p.
- WOOD, J. M., 1971. Environmental pollution by mercury. *Advances Environ. Sci. Technol.* v 2, p. 39-56.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1976. *Mercury*. Geneva. Environmental Health Criteria 1.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION, 1991. *Inorganic Mercury*. Geneva. Environmental Health Criteria 118.

**ANEXOS****Anexo 1 - Relação dos domicílios amostrados zona urbana**

| AMOSTRA Nº | ENDEREÇO                        |
|------------|---------------------------------|
| 01         | R. Intend. Antônio João, 273    |
| 02         | R. Intend. Antônio João, 287    |
| 03         | R. Bela Vista, 172              |
| 04         | Rua Barão de Poconé, 54         |
| 05         | Rua Barão de Poconé, 149        |
| 06         | Rua Tenente Silvio Martins, 145 |
| 07         | Rua Tenente Silvio Martins s/n  |
| 08         | Rua Campos Sales, 62            |
| 09         | Rua Campos Sales, 65            |
| 10         | Rua Espiridião Marques, 168     |
| 11         | Rua Cel. Salvador Marques, 344  |
| 12         | Rua Cel. Salvador Marques, 349  |
| 13         | Rua Cel. Salvador Marques, 452  |
| 14         | Rua Cel. Salvador Marques, 618  |
| 15         | Rua Cel. Salvador Marques, 726  |
| 16         | Av. Aníbal de Toledo, 1160      |
| 17         | Av. Aníbal Toledo, 1408         |
| 18         | Av. Aníbal Toledo, 1530         |
| 19         | Av. Aníbal Toledo, 1556         |
| 20         | Av. Aníbal Toledo, 1612         |
| 21         | Av. Aníbal Toledo, 1771         |
| 22         | Av. Aníbal Toledo, 2092         |
| 23         | Av. Aníbal Toledo, 2180         |
| 24         | Rua João Epifânio, 82           |
| 25         | Rua João Epifânio, 652          |
| 26         | Rua João Epifânio, 822          |
| 27         | Rua Pinheiro Machado, 532       |
| 28         | Rua Joaquim Murinho, 340        |
| 29         | Rua Presidente Marques, 439     |

**Anexo 1 (Continuação) - Relação dos domicílios amostrados zona urbana**

| AMOSTRA N <sup>o</sup>         | ENDEREÇO                         |
|--------------------------------|----------------------------------|
| 30                             | Rua da Conceição, 44             |
| 31                             | Rua Antônio João, 922            |
| 32                             | Rua C, 130 -COHAB Boa Esperança  |
| 33                             | Rua C, 138 -COHAB Boa Esperança  |
| 34                             | Rua C, 178 -COHAB Boa Esperança  |
| 35                             | Rua F, 121 -COHAB Boa Esperança  |
| 36                             | Rua F, 191 - COHAB Boa Esperança |
| 37                             | Rua E, 24 - COHAB Boa Esperança  |
| 38                             | Rua E, 114 -COHAB Boa Esperança  |
| 39                             | Rua H, 7 - COHAB Boa Esperança   |
| 40                             | Rua H, 137 - COHAB Boa Esperança |
| <b>Zona Rural - Referência</b> |                                  |
| 41                             | Comunidade Maravilha             |
| 42                             | Comunidade Maravilha             |
| 43                             | Comunidade Maravilha             |
| 44                             | Comunidade Maravilha             |
| 45                             | Comunidade Maravilha             |
| 46                             | Comunidade Maravilha             |
| 47                             | Comunidade Maravilha             |
| 48                             | Comunidade Maravilha             |
| 49                             | Comunidade Maravilha             |
| 50                             | Comunidade Bitencourt            |
| 51                             | Comunidade Bitencourt            |
| 52                             | Comunidade Bitencourt            |
| 53                             | Rodovia Transpantaneira          |

**Anexo 2 - Concentração de mercúrio em amostras de solos de áreas domiciliares (mg/kg)**

| Amostra | $\bar{X}$ | S    | Laboratório           |
|---------|-----------|------|-----------------------|
| 01      | 0,05      | 0,01 | FIOCRUZ               |
| 02      | 0,41      | 0,00 | FIOCRUZ               |
| 03      | 0,46      | 0,05 | FIOCRUZ               |
| 04      |           |      | amostra não analisada |
| 05      | 0,07      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 05      | 0,08      | 0,01 | FIOCRUZ               |
| 06      | 0,04      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 07      | 0,03      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 08      | 0,07      | 0,01 | IQ/UFMT               |
| 09      | 0,10      | 0,02 | IQ/UFMT               |
| 10      | 0,02      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 11      | 0,05      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 12      | 0,06      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 13      | 0,06      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 14      | 0,02      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 15      | 0,06      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 16      | 0,07      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 17      | 0,05      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 18      | 0,03      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 19      | 0,07      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 20      | 0,08      | 0,01 | IQ/UFMT               |
| 21      | 0,08      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 22      | 0,13      | 0,01 | IQ/UFMT               |
| 23      | 0,09      | 0,01 | IQ/UFMT               |
| 24      | 0,05      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 25      | 0,07      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 26      | 0,04      | 0,01 | IQ/UFMT               |
| 27      | 0,02      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 28      | 0,03      | 0,00 | IQ/UFMT               |
| 29      | 0,02      | 0,00 | IQ/UFMT               |

Anexo 2 (Continuação) - Concentração de mercúrio em amostras de solos de áreas domiciliares (mg/kg)

| Amostra | $\bar{X}$ | S    | Laboratório |
|---------|-----------|------|-------------|
| 30      | 0,02      | 0,00 | IQ/UFMT     |
| 31      | 0,17      | 0,02 | IQ/UFMT     |
| 32      | 0,07      | 0,00 | IQ/UFMT     |
| 33      | 4,93      | 0,27 | FIOCRUZ     |
| 34      | 0,06      | 0,00 | FIOCRUZ     |
| 35      | 0,16      | 0,00 | IQ/UFMT     |
| 36      | 0,18      | 0,00 | FIOCRUZ     |
| 37      | 9,86      | 1,00 | FIOCRUZ     |
| 38      | 0,04      | 0,01 | FIOCRUZ     |
| 39      | 4,26      | 0,37 | FIOCRUZ     |
| 40      | 0,56      | 0,01 | FIOCRUZ     |
| 41      | 0,59      | 0,02 | IQ/UFMT     |
| 42      | 0,47      | 0,00 | FIOCRUZ     |
| 43      | 0,40      | 0,00 | FIOCRUZ     |
| 44      | 0,07      | 0,00 | IQ/UFMT     |
| 45      | 0,06      | 0,00 | IQ/UFMT     |
| 46      | 0,01      | 0,00 | IQ/UFMT     |
| 47      | 0,02      | 0,00 | IQ/UFMT     |
| 48      | 0,01      | 0,00 | IQ/UFMT     |
| 49      | 0,05      | 0,00 | IQ/UFMT     |
| 50      | 0,02      | 0,00 | IQ/UFMT     |
| 51      | 0,02      | 0,00 | IQ/UFMT     |
| 52      | 0,04      | 0,00 | IQ/UFMT     |
| 53      | 0,03      | 0,00 | IQ/UFMT     |

Anexo 3 - Concentração de mercúrio em amostras de poeira no interior dos domicílios (mg/kg)

| Amostra | $\bar{X}$ | S    | Laboratório |
|---------|-----------|------|-------------|
| 01      | 1,13      | 0,06 | FIOCRUZ     |
| 02      | 0,70      | 0,00 | IQ/UFMT     |
| 03      | 21,29     | 4,02 | FIOCRUZ     |
| 04      | 2,50      | 0,22 | FIOCRUZ     |
| 05      | 0,77      | 0,09 | FIOCRUZ     |
| 06      | 2,21      | 0,19 | FIOCRUZ     |
| 07      | 0,50      | 0,13 | IQ/UFMT     |
| 08      | 0,50      | 0,20 | IQ/UFMT     |
| 09      | 0,32      | 0,03 | IQ/UFMT     |
| 10      | 0,17      | 0,02 | IQ/UFMT     |
| 11      | 0,78      | 0,05 | IQ/UFMT     |
| 12      | 0,04      | 0,00 | IQ/UFMT     |
| 13      | 0,48      | 0,00 | IQ/UFMT     |
| 14      | 0,43      | 0,00 | IQ/UFMT     |
| 15      | 0,52      | 0,00 | IQ/UFMT     |
| 16      | 0,35      | 0,03 | IQ/UFMT     |
| 17      | 3,56      | 0,11 | IQ/UFMT     |
| 18      | 1,24      | 0,02 | IQ/UFMT     |
| 19      | 0,65      | 0,03 | IQ/UFMT     |
| 20      | 0,52      | 0,04 | IQ/UFMT     |
| 21      | 0,84      | 0,07 | IQ/UFMT     |
| 22      | 1,34      | 0,01 | IQ/UFMT     |
| 23      | 0,46      | 0,03 | IQ/UFMT     |
| 24      | 0,35      | 0,02 | IQ/UFMT     |
| 25      | 1,85      | 0,26 | IQ/UFMT     |
| 26      | 5,43      | 0,27 | IQ/UFMT     |
| 27      | 0,71      | 0,06 | IQ/UFMT     |
| 28      | 0,32      | 0,05 | IQ/UFMT     |
| 29      | 0,93      | 0,05 | IQ/UFMT     |

**Anexo 3 (Continuação) - Concentração de mercúrio em amostras de poeira no interior dos domicílios (mg/kg)**

| Amostra | $\bar{X}$ | S     | Laboratório |
|---------|-----------|-------|-------------|
| 30      | 1,07      | 0,13  | IQ/UFMT     |
| 31      | 6,74      | 0,30  | IQ/UFMT     |
| 32      | 7,03      | 0,21  | IQ/UFMT     |
| 33      | 4,18      | 0,14  | FIOCRUZ     |
| 34      | 0,30      | 0,03  | FIOCRUZ     |
| 35      | 0,43      | 0,01  | IQ/UFMT     |
| 36      | 0,73      | 0,03  | FIOCRUZ     |
| 37      | 80,66     | 16,44 | FIOCRUZ     |
| 38      | 24,13     | 3,41  | FIOCRUZ     |
| 39      | 100,86    | 76,58 | FIOCRUZ     |
| 40      | 151,54    | 43,65 | FIOCRUZ     |
| 41      | 0,31      | 0,00  | FIOCRUZ     |
| 42      | 0,52      | 0,03  | FIOCRUZ     |
| 43      | 0,35      | 0,07  | IQ/UFMT     |
| 44      | 0,26      | 0,00  | IQ/UFMT     |
| 45      | 0,12      | 0,00  | IQ/UFMT     |
| 46      | 0,04      | 0,00  | IQ/UFMT     |
| 47      | 0,07      | 0,02  | IQ/UFMT     |
| 48      | 0,11      | 0,03  | IQ/UFMT     |
| 49      | 0,20      | 0,01  | IQ/UFMT     |
| 50      | 0,28      | 0,03  | IQ/UFMT     |
| 51      | 0,15      | 0,00  | IQ/UFMT     |
| 52      | 0,29      | 0,02  | IQ/UFMT     |
| 53      | 0,07      | 0,00  | IQ/UFMT     |

**Anexo 4 - Concentração de mercúrio em amostras de ar coletadas em domicílios (mg/kg)**

| Amostra | Teor Hg total no trap de MnO <sub>x</sub> (ng) | Volume de ar amostrado* (m <sup>3</sup> ) | Hg no ar (µg/m <sup>3</sup> ) |
|---------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|-------------------------------|
| 02      | n.d.                                           | 0,430                                     | n.d.                          |
| 03      | n.d.                                           | 0,431                                     | n.d.                          |
| 04      | 75,6                                           | 0,420                                     | 0,18                          |
| 38      | 61,0                                           | 0,435                                     | 0,13                          |
| 39      | 90,0                                           | 0,432                                     | 0,21                          |
| 40      | 248,9                                          | 0,433                                     | 0,57                          |
| 49      | n.d.                                           | 0,437                                     | n.d.                          |
| 53      | n.d.                                           | 0,443                                     | n.d.                          |

\* A vazão da bomba amostradora do ar foi de 1L/min.

n.d.= não detectado

**Anexo 5 - Concentrações mais elevadas de mercúrio total em amostras de urina de residentes de Poconé.**

| Localidade                     | Hg-total na urina (ppb) |
|--------------------------------|-------------------------|
| Rua F - COHAB Boa Esperança    | 28,6                    |
| Rua F - COHAB Boa Esperança    | 46,6                    |
| Rua E - COHAB Boa Esperança    | 29,7                    |
| Rua E - COHAB Boa Esperança    | 18,4                    |
| Rua E - COHAB Boa Esperança    | 86,0                    |
| Rua H - COHAB Boa Esperança    | 75,8                    |
| Rua Int.Antônio João - Centro  | 102,4                   |
| Rua Bela Vista - Centro        | 88,2                    |
| Rua Bela Vista - Centro        | 20,2                    |
| Rua Justino Francisco - Centro | 21,9                    |
| Rua Joaquim Murtinho - Centro  | 17,0                    |
| Rua Barão de Poconé - Centro   | 12,6                    |
| Rua Barão de Poconé - Centro   | 13,0                    |

(CÂMARA et alii, 1996)

**UMA REVISÃO DA  
SÍNTESE DE PÓS  
CERÂMICOS VIA  
ALCÓXIDOS - ESTUDO  
DE CASO:**

ALCÓXIDOS DE TERRAS-RARAS

71

Pitilo Eduardo Praes  
Maurício Moutinho da Silva

MCT CNPq CETEM

**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 Xavier H. Filho e Marcello M. da Veiga, 1980. (esgotado)
9. Moagem Autógena 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 Caraíba - 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 Shinzel e Regina Célia M. da Silva, 1981. (esgotado)
18. Aplicação de Petrografia no Beneficiamento de Carvão por Flotação - Ney Hamilton Porphírio, 1981.
19. Recuperação do Cobre do Minério Oxidado de Caraíba 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 Scheelita 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 Caraíba - 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 Lélío 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. Carriso, 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 Atapulgita 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 Centrífugo - 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 Porphírio 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 - Luís Gonzaga S. Sobral, Marcus Granato e Roberto B. Ogando, 1992.

62. Desempenho de Ciclonas 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 Porphírio, 1994.

70. Froth Flotation: Relevant Facts and the Brazilian Case - Armando Corrêa de Araújo e Antônio Eduardo Clark Peres, 1995.

**TECNOLOGIA  
AMBIENTAL****EMISSÕES DE MERCÚRIO  
NA QUEIMA DE  
AMÁLGAMA:**

ESTUDO DA CONTAMINAÇÃO DE  
AR, SOLOS E POEIRA EM  
DOMICÍLIOS DE POCONÉ, MT

**13**

Alexandre Pessoa de Silva  
Volney Câmara  
Osmar de Cruz N. Nascimento  
Lázaro J. Oliveira  
Edinaldo C. Silva  
Fátima Pivato  
Paulo R. G. e Barrocas

MCT CNPq CETEM

**NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE  
TECNOLOGIA AMBIENTAL**

1. Poconé: Um Campo de Estudos do Impacto Ambiental do Garimpo - Marcelo 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, Néilson Luiz S. Ferreira, Saete 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, Néilson 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, Laís 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, 1995.
8. Instrumental Multielement Analysis in Plant Materials - A Modern Method in Environmental Chemistry and Tropical Systems Research - Bernd Market, 1995.
9. Heavy Metals in Estuarine Sediments: Mangrove Swamps of the Subaé and Paraguaçu Tributary Rivers of Todos os Santos Bay, Bahia, Brazil - J. F. Paredes, A. F. S. Queiroz, I. G. Carvalho, M. A. S. B. Ramos, A. L. F. Santos e C. Mosser, 1995.
10. Metais Pesados nas Sub-bacias Hidrográficas de Poconé e Alta Floresta - Saulo Rodrigues Pereira Filho, 1995.
11. Diagnóstico Ambiental das Áreas Submetidas à Garimpagem de Ouro em Rio Preto - MG - Antonio José L. de A. Ramos e Saulo Rodrigues Pereira Filho, 1996.
12. Batch and Continuous Heavy Metals Biosorption by a Brown Seaweed - Antonio Carlos A. da Costa, Luciana Maria S. de Mesquita e João Tornovsky, 1996.

**QUALIDADE E  
PRODUTIVIDADE****ARRANJOS  
ORTOGONAIS DE  
TAGUCHI: os Ln(2<sup>k</sup>)****9**

Roberto C. Villas Bôas

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 - Rômulo Genuíno de Oliveira, 1993.
4. A Competitividade da Indústria Brasileira de Alumínio: Avaliação e Perspectivas - James M. G. Weiss, 1993.
5. O Gerenciamento Ambiental: Estudo de Caso de Cinco Empresas de Mineração no Brasil - José Antônio Parizotto, 1995.
6. Situação Atual e Perspectivas da Indústria Mineral no Brasil - Ulysses Rodrigues de Freitas, 1995.
7. The Profile of the Brazilian Mining Professionals - Arthur Pinto Chaves, 1995.
8. Certification and Use of Reference Materials - Maria Alice C. de Goes, 1995.

**GESTÃO AMBIENTAL:**  
UMA AVALIAÇÃO DAS  
NEGOCIAÇÕES PARA A  
IMPLANTAÇÃO DA ISO 14.000

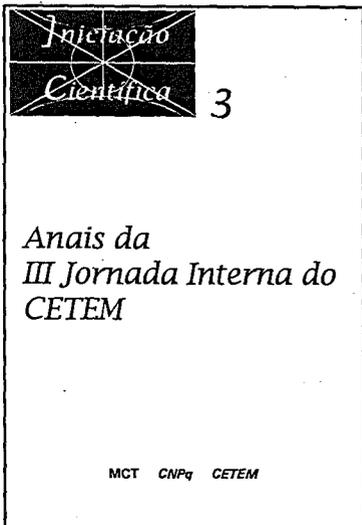
Giseia A. Pires do Rio

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 Arcqverde, (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 Ensaios Críticos - Osny Duarte Pereira, Paulo César Ramos de Oliveira Sá e Maria Isabel Marques, 1987. (esgotado)
5. A Questão Mineral da Amazônia - Seis Ensaios 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, Coréia 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 - Gildo 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 - Heloisa Vasconcellos de Medina e Luis Alberto Almeida Reis, 1995.
27. Poluição Mercurial: parâmetros técnico-jurídicos - Maria Laura Barreto e Anna Christiana Marinho, 1995.
28. Aspectos Técnicos e Econômicos do Setor de Rochas Ornamentais - Cid Chiodi Filho, 1995.
29. Mineração e Desenvolvimento Econômico: a questão nacional nas estratégias de desenvolvimento do setor mineral (1930-1964), Vol. I - Ana Lucia Villas-Bôas, 1995.
29. Mineração e Desenvolvimento Econômico: o projeto nacional no contexto da globalização (1964-1994), Vol. II - Ana Lúcia Villas-Bôas, 1995.
30. Elementos Estratégicos e Geopolíticos da Evolução Recente dos Materiais - Sarita Albagli, 1996.
31. A Produção de Fosfato no Brasil: uma apreciação histórica das condicionantes envolvidas - Gildo de A. Sá C. de Albuquerque, 1996.
32. Pequena Empresa: a base para o desenvolvimento da mineração nacional - Gilson Ezequiel Ferreira, 1996.



NÚMEROS PUBLICADOS NA SÉRIE  
INICIAÇÃO CIENTÍFICA

1. Anais da I Jornada Interna do CETEM, 1994.
2. Anais da II Jornada Interna do CETEM, 1995

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.
9. 2<sup>nd</sup> Swedish-Brazilian Workshop on Mineral Technology (CETEM/CNPq/LULEÅ/EPUSP), 1995.
10. Tratamento de Minérios (CETEM/CNPq), 1995.
11. Sustainable Development and the Advanced Materials: The Brazilian Case (IDRC/CRDI - CETEM/CNPq), 1995.