

## RELATÓRIO TÉCNICO

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez  
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 245 - Pinheiros  
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

### ESTUDO PRELIMINAR DA CONCENTRAÇÃO DE MERCÚRIO NO AR, NA REGIÃO DAS INDÚSTRIAS REUNIDAS FRANCISCO MATARAZZO (IRFM), SÃO CAETANO DO SUL

#### Equipe Técnica:

##### CETESB

Rodrigo César de Araújo Cunha

Nádia Azevedo de Almeida

Maria Helena R.B.Martins

Nilda A.G.G.de Fernícola

Rúbia Kuno

Carlos Ibsen Vianna Lacava

Dirce Maria Pellegatti Franco

Sandro Roberto Tomaz

Maria José de Barros Fraccaroli

João Virgílio Batista Filho

##### GTZ

Maximilian Hempel - consultor

## **INTRODUÇÃO**

Este relatório apresenta os resultados obtidos a partir da segunda etapa do estudo preliminar da contaminação por mercúrio, proveniente das Indústrias Reunidas Francisco Matarazzo (IFRM), mais especificamente da antiga unidade de produção de soda, que transformou-se em fonte de contaminação em virtude do derrame de parte do mercúrio contido nas células eletrolíticas para o solo.

A primeira etapa do trabalho consistiu no estudo preliminar das concentrações de mercúrio presentes no solo, nas águas subterrâneas e no ar, nas proximidades da fonte de contaminação. Para isso foram realizadas algumas sondagens ao redor da fonte de contaminação e instalados poços de monitoramento das águas subterrâneas, de onde foram obtidas as amostras analisadas. As concentrações no ar foram obtidas utilizando-se um analisador de vapores de mercúrio da marca Jerome, medidas à altura do solo e a 1m de altura. Esses resultados são mostrados no Anexo .

Nesta segunda etapa foram estudadas as concentrações de mercúrio no ar dentro e fora das IFRM, considerando-se a propagação deste poluente em direção à população vizinha.

As duas etapas de trabalho foram orientadas pelo consultor Maximilian Hempel, especialista contratado pelo projeto de cooperação técnica CETESB/GTZ.

## **METODOLOGIA**

No período de 15 a 26 de abril, foram coletadas amostras de ar, especificamente nos dias 18, 22 e 24 e implantada, no laboratório de análises inorgânicas da CETESB, a metodologia específica para análise de mercúrio presente na atmosfera. Para tanto foram adquiridos alguns equipamentos para amostragem e análises de mercúrio, a saber: 1 bomba para amostragem de ar Dräger, 2 voltímetros, 2 fornos, 10 tubos de amostragem e 1 seringa 100µL.

### **Procedimentos de amostragem**

A amostragem de mercúrio presente no ar consiste na passagem de um volume conhecido de ar através de tubos de vidro contendo pequenos grânulos de vidro revestidos de ouro, onde o mercúrio existente no ar forma uma amálgama com o ouro, permanecendo no interior dos tubos até ser analisado. O volume de ar amostrado era controlado através de uma bomba de sucção, com vazão previamente ajustada, de modo a assegurar concentrações compatíveis com o método analítico empregado.

Durante as amostragens, foram medidas as condições atmosféricas locais, a saber: temperatura, umidade, direção e velocidade de ventos, estas últimas registradas por anemógrafo.

### **Procedimentos analíticos**

Os equipamentos empregados na análise são dois pequenos fornos ligados a dois voltímetros (cada forno ligado a um voltímetro), um analisador de Hg (LDS-mercury monitor 3200) e um

sistema de integração. Os fornos são ligados em série ao analisador, sendo utilizado nitrogênio como gas de arraste.

O método consiste em introduzir o tubo de amostragem em um dos fornos, que será aquecido a uma temperatura em torno de 500-700°C, suficiente para liberar o mercúrio amalgamado no interior do tubo. O mercúrio liberado passará ao segundo forno, no qual se encontra introduzido um outro tubo de vidro contendo uma tela de ouro, denominado "trap analítico", formando novamente uma amálgama. Este tubo sendo aquecido libera o mercúrio para o analisador. Esta etapa tem como objetivo eliminar possíveis interferentes que absorvam o mesmo comprimento de onda que o mercúrio.

## RESULTADOS DAS ANÁLISES DAS AMOSTRAS DE AR

Os resultados obtidos na segunda etapa do estudo apresentam-se nas Tabelas 1, 2 e 3, como segue:

**Tabela 1:** Resultados das análises das amostras obtidas no dia 18/04/96

Variação da Temperatura: 18,4 - 24,2°C

Umidade: 70 - 76%

Ponto	Horário	Concentração de mercúrio (ng/m <sup>3</sup> )	Direção predominante do vento	Velocidade do vento (m/seg)
1	11:30 - 12:30	2350,0	SE	2,5
2	11:44 - 12:44	153,0	S	2,5 - 4,0
3	13:00 - 14:10	221,4	S	2,5
4	13:00 - 15:10	339,7	S	2,5
5	14:30 - 15:00	46,5	S	2,5 - 4,0

**Tabela 2:** Resultados das análises das amostras obtidas no dia 22/04/96

Variação da Temperatura: 21,1 - 28,8°C

Umidade: 55 - 66%

Ponto	Horário	Concentração de mercúrio (ng/m <sup>3</sup> )	Direção predominante do vento	Velocidade do vento (m/seg)
6	10:05 - 11:05	103,0	SE	1 - 2
7	11:10 - 11:35	512,0	SE	1 - 2,5
8	11:25 - 11:55	1456,0	SE	1 - 2,5
9	11:27 - 11:55	23498,0	SE	1 - 2,5
10	13:40 - 14:05	511,0	N	1 - 2,5
11	14:55 - 15:40	101,0	W	1 - 2,5
12	15:03 - 15:30	80,9	W	1 - 2,5

**Tabela 3:** Resultados das análises das amostras obtidas no dia 24/04/96

Varição da Temperatura: 24,5 - 31,3°C

Umidade: 60 - 62%

Ponto	Horário	Concentração de mercúrio (ng/m <sup>3</sup> )	Direção predominante do vento	Velocidade do vento (m/seg)
13	10:56 - 11:52	242,0	NE	nm
14	11:05 - 11:56	40,6	NE	nm
15	12:01 - 13:10	129,0	NW - NE	nm
16	12:06 - 13:16	111,0	NW - NE	nm
17	13:31 - 14:34	335,0	NW - SE	nm
18	13:45 - 14:05	65,8	NW - SE	nm
19	14:45 - 15:56	19,9	NW	nm
20	14:57 - 15:45	74,0	NW	nm
21	16:12 - 16:50	740,0	nm	nm

nm - não medida devido a defeito no anemógrafo

## DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Considerando-se as concentrações de mercúrio observadas na atmosfera, em países da Comunidade Econômica Européia, quais sejam: 0,001 - 6 ng/m<sup>3</sup> em áreas afastadas, 0,1 - 5 ng/m<sup>3</sup> em áreas urbanas e 0,5 - 20 ng/m<sup>3</sup> em áreas industriais (OMS, 1987), os valores observados na região da indústria podem ser considerados elevados, excetuando-se aquele de 19,9 ng/m<sup>3</sup>.

Entretanto, um importante aspecto a ser considerado refere-se à representatividade dos dados obtidos, uma vez que a amostragem restringiu-se a um único período do dia, sendo de curta duração, de aproximadamente, uma hora, ao contrário do que ocorre no estabelecimento dos valores de referência, que são normalmente determinados com base em maior número de dados obtidos ao longo de maiores períodos de tempo.

Outros fatores que podem ter influenciado nos resultados obtidos são a variação da direção e a baixa velocidade dos ventos durante as amostragens, não possibilitando uma idéia exata da quantidade do contaminante que chegaria à população nos dias em que a direção do vento se mantivesse constante e sua velocidade fosse maior.

## Considerações Toxicológicas

Para uma avaliação dos possíveis efeitos adversos à saúde da população residente ao redor da área das IRFM, decorrentes da exposição ao mercúrio, utilizou-se a metodologia proposta pela EPA (EPA, 1989) para avaliação de risco, onde o risco da exposição da população à substâncias não carcinogênicas é dado pelo quociente de perigo para substâncias não carcinogênicos (QP), o qual é representado por:

$$QP = E/RfD$$

onde:

E - nível de exposição;

RfD - dose de referência.

CEETSP - COMISSÃO DE PROTEÇÃO DO AMBIENTE  
BIBLIOTECA

Vale salientar que esta medida não expressa a probabilidade de um indivíduo sofrer um efeito adverso e sim o potencial de ocorrência de um efeito tóxico. Se o valor de exposição exceder o valor de referência (ou seja,  $QP > 1$ ), este potencial deve ser considerado. Quanto maior o valor de QP, maior o nível de preocupação.

Para o cálculo do quociente de perigo para substâncias não carcinogênicas, considerou-se como população exposta, aquela situada nas residências localizadas nas imediações da empresa, sendo utilizadas as seguintes concentrações:

- 216 ng/m<sup>3</sup> - média das concentrações observadas nas casas e ruas adjacentes (pontos 6, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20 e 21);
- 511 ng/m<sup>3</sup> - maior valor observado no interior das residências (ponto 10).

Na ausência de valores de RfD específicos para inalação, foi considerada a concentração de referência (RfC) para mercúrio na forma elementar de 340ng/m<sup>3</sup>, segundo HEAST - Health Effects Assessment Summary Tables (MOEE,1995), estabelecido para prevenir efeitos neurotóxicos. Desta forma, o cálculo da RfD<sub>i</sub> foi feito da seguinte maneira:

$$RfD_i = \frac{RfC \times 20m^3/dia}{70kg} = \frac{97ng/kg.dia}{70kg} = 0,000\ 097mg/kg.dia$$

#### a. Cálculo do nível de exposição (E):

Considerando-se o ingresso de mercúrio somente pelo ar, o volume de ar inalado por dia como sendo 20m<sup>3</sup> e a massa corpórea 70kg, tem-se:

$$E_1 = \frac{216 \times 20}{70} = 61,7\ ng/kg.dia, = 0,000\ 062\ mg/kg.dia$$

$$E_2 = \frac{511 \times 20}{70} = 146\ ng/kg.dia, = 0,000\ 146\ mg/kg.dia$$

#### b. Cálculo do quociente de perigo para substâncias não carcinogênicas

- ingresso somente por pelo ar inalado

$$QP_1 = \frac{0,000\ 062}{0,000\ 097} = 0,64$$

$$QP_2 = \frac{0,000\ 146}{0,000\ 097} = 1,50$$

## CONCLUSÕES

As concentrações de mercúrio no ar, na região das IRFM e na vizinhança, podem ser consideradas elevadas quando comparadas aos valores de fundo ("background") para áreas urbanas e industriais.

A verificação dos possíveis efeitos à saúde da população vizinha, em função de haver obtido um valor de quociente de perigo para substâncias não carcinogênicas (QP) maior que 1 (no caso 1,50), indica um nível preocupante. Entretanto, esta apreciação não pode ser considerada como definitiva dada a pouca disponibilidade de dados referentes à concentração de mercúrio no ar e à baixa representatividade daqueles existentes em função da amostragem realizada.

## RECOMENDAÇÕES

Para que sejam obtidos dados mais representativos, faz-se necessário o estabelecimento de um programa de amostragem mais detalhado, por um período de tempo mais longo, considerando 24 horas de duração cada amostragem.

Recomenda-se, igualmente, o aprofundamento das investigações tanto no que se refere à outras vias de ingresso de mercúrio na população vizinha, assim como na caracterização das prováveis fontes de mercúrio, quais sejam, o solo e os escombros das unidades de produção de soda.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

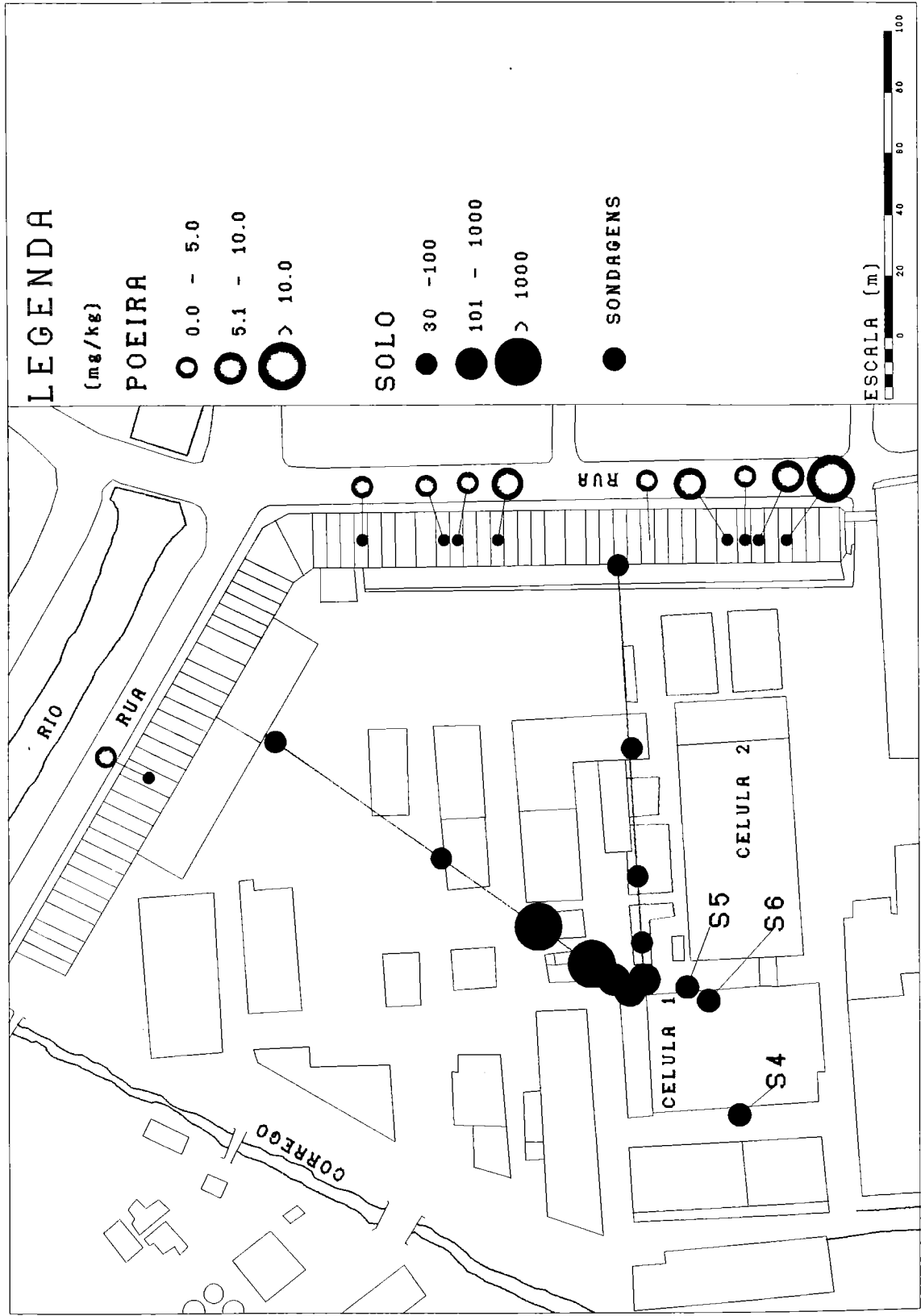
World Health Organization, Regional Office for Europe, European Series nº23 1987: *Air Quality Guidelines for Europe. Copenhagen, 1987*

MOEE - Health Risk Assessment of Mercury Contamination in the Vicinity of ICI Forest Products, Cornwall, Ontario. Ministry of Environment and Energy, *Ontario, 1995.*

EPA - Risk Assessment Guidance for Superfund, Vol. Human Health Evaluation Manual (part A) EPA/540/1-89/002. 1989.

**ANEXOS**

# Hg NO SOLO EM UMA INDUSTRIA DESATIVADA E NA POEIRA DAS CASAS AO REDOR

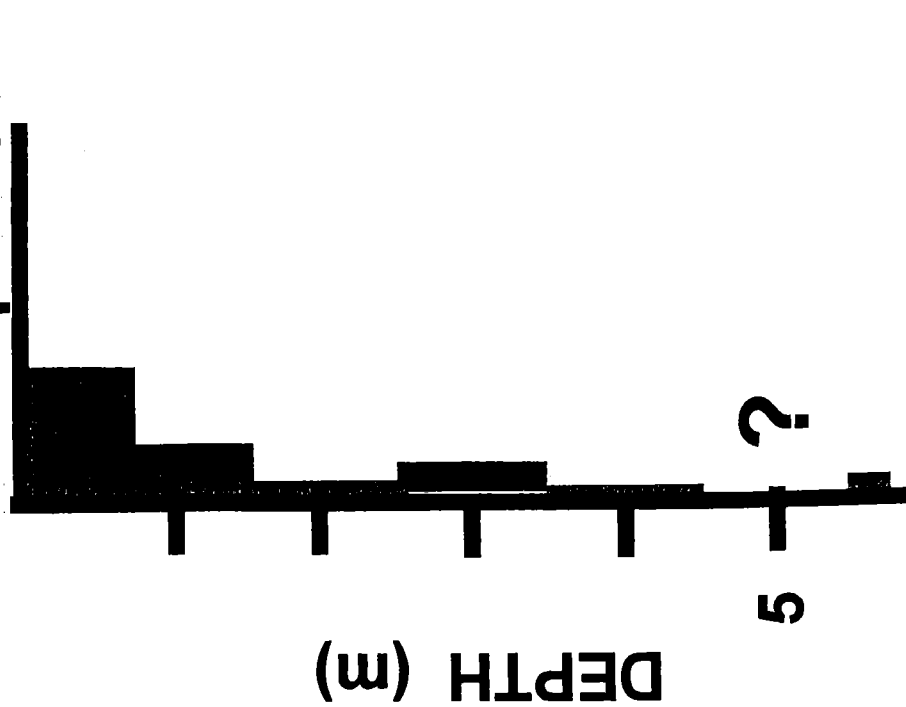




# DISTRIBUTION OF TOTAL Hg IN SOIL PROFILES THE DEACTIVATED INDUSTRIAL COMPLEX M

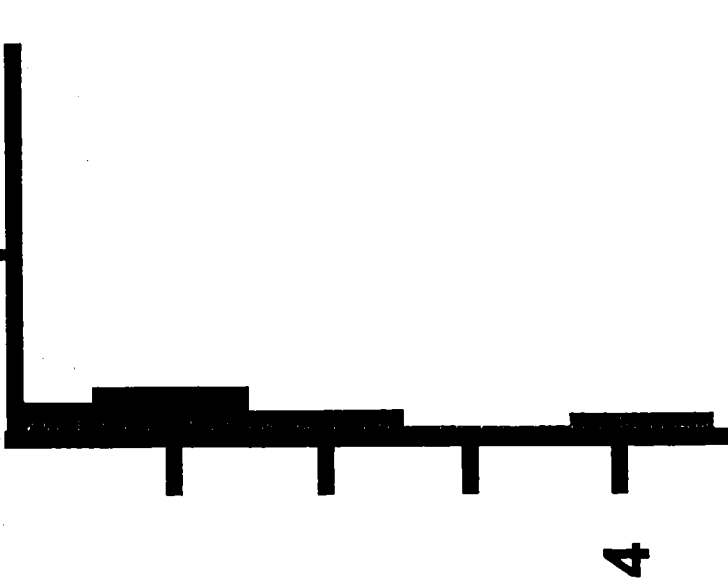
S4

mg/kg Hg total  
0 2000



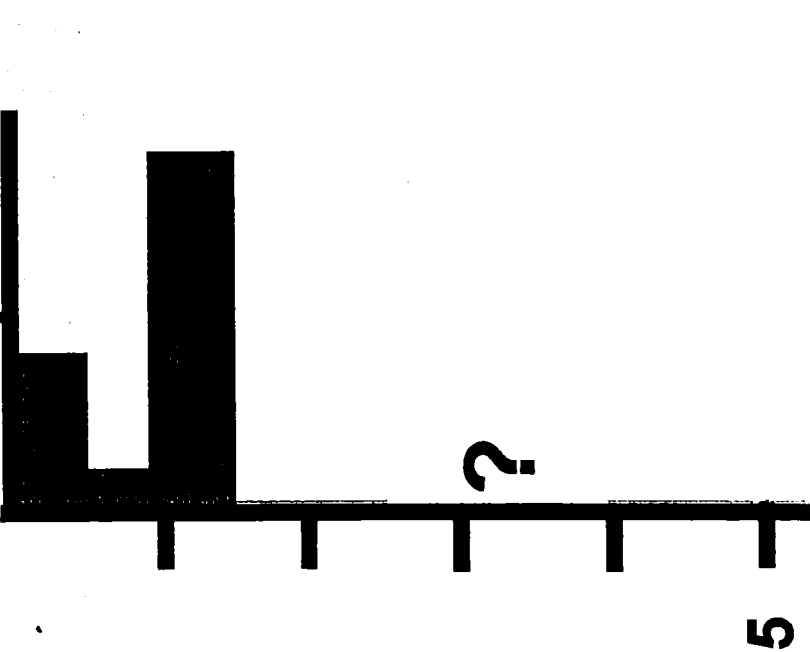
S5

mg/kg Hg total  
0 2000



S6

mg/kg Hg total  
0 2000



23/6/00

23/6/00