

DIRETORIA DE ENGENHARIA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL
DIVISÃO DE QUALIDADE DO AR
SETOR DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE DO AR

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA - Prof. Dr. Lucas Rogério Cortez
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Fiebeeires
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

INFORMES TÉCNICOS
QUALIDADE DO AR
EQQA
- 2001-

| | |
|--------|--------|
| CLASS. | |
| AUTOR. | |
| TOMO | 036762 |

8300
D338q (RCET)
036762

| | |
|---------------|------------------------------------|
| CETESB | FICHA TÉCNICA BIBLIOGRÁFICA |
|---------------|------------------------------------|


DOCUMENTO

| | | | | |
|-------------------|--------------------|----------------|--------------|----------|
| Tipo Relatório | Data 28/01/2002 | Origem EQQA | Nº Página/V. | Nº Mapas |
|-------------------|--------------------|----------------|--------------|----------|

TÍTULO DO DOCUMENTO

INFORMES TÉCNICOS – QUALIDADE DO AR
EQQA - 2001


AUTOR RESPONSÁVEL

Assinatura/Carimbo/Data

 Qyln. *Maria Helena R. B. Martins*
 Gerente do Setor de Amostragem
 e Análise do Ar
 Reg. 01.3927-0 CRO 04215991


AUTORES/ENTIDADES OU UNIDADES A QUE PERTENCEM POR

EQQA – Setor de Amostragem e Análise do Ar

DOCUMENTO AUTORIZADO

Assinatura/Carimbo/Data

 Qyln. *Jesuino Romano*
 Gerente do Depto. De Qualidade Ambiental
 Reg. 01.2636-3 CRO 0018458

DOCUMENTO REVISADO

Assinatura/Carimbo/Data

 Qyln. *Jesuino Romano*
 Gerente do Depto. De Qualidade Ambiental
 Reg. 01.2636-3 CRO 0018458

CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

EXTERNA INTERNA
 RESERVADA

PALAVRAS CHAVES

Poluição do ar, fluoreto, chumbo, dióxido de enxofre, gás sulfídrico, partículas inaláveis, partículas totais em suspensão
Americana, Cordeirópolis, Bauru, Projeto Entre Serras e Águas, Paulínia, Piracicaba, Santa Gertrudes Vargem, Votorantim

CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO

DISTRIBUIÇÃO INTERNA

Áreas / Nº de cópias
EQQA, Biblioteca (2)

USO DA BIBLIOTECA

| | | |
|--|--------------|--------------------|
| | Nº Documento | Visto/Carimbo/Data |
|--|--------------|--------------------|

RESUMO

Dentre as diversas atribuições do Setor de Amostragem e Análise do Ar, uma é o apoio às áreas de controle da Cetesb. Deste modo, durante o ano de 2001, foram efetuados diversos Informe Técnicos relativos à qualidade do ar, visando auxiliar às ações de controle. O presente relatório é uma compilação destes informes e é composto por:

- 1- Informe Técnico 001/01/EQQA: Determinação dos Teores de H₂S em Americana
- 2- Informe Técnico 002/01/EQQA: Avaliação da Qualidade do Ar no Município de Vargem/Projeto Entre Serras e Águas
- 3- Informe Técnico 003/01/EQQA: Taxas de Chumbo na Poeira Sedimentável – Acumuladores Ajax Ltda.
- 4- Informe Técnico 004/01/EQQA: Medições de Fluoreto na Atmosfera do Município de Cordeirópolis
- 5- Informe Técnico 005/01/EQQA: Monitoramento de Partículas Totais em Suspensão - Bairro Santa Terezinha - Piracicaba
- 6- Informe Técnico 006/01/EQQA: Medição de Partículas Totais em Suspensão na Atmosfera do Município de Cordeirópolis
- 7- Informe Técnico 007/01/EQQA: Medição de Dióxido de Enxofre no Entorno da Fábrica de Cimento Votoram - Município de Votorantim
- 8- Informe Técnico 008/01/EQQA: Medições de Chumbo na Atmosfera no Entorno da Empresa Acumuladores Ajax Ltda.
- 9- Informe Técnico 009/01/EQQA: Medições de Chumbo na Atmosfera no Entorno da Empresa Acumuladores Ajax Ltda.
- 10- Informe Técnico 010/01/EQQA: Determinação de Partículas Inaláveis (MP₁₀) no Município de Santa Gertrudes
- 11- Informe Técnico 011/01/EQQA: Determinação de Partículas Inaláveis (MP₁₀) em Piracicaba - Bairro Algodão
- 12- Informe Técnico 01/01/EQQA/EQSE: Análise de Fluoretos Gasosos na Atmosfera e na Vegetação no entorno da Indústria Galvani Ind., Com. e Serv. LTDA - Paulínia

OBSERVAÇÕES

| |
|--|
| |
|--|

USO DA BIBLIOTECA

| | |
|--|---------|
| Local | Editora |
| Idioma | |
| Português <input type="checkbox"/> Inglês <input type="checkbox"/> Espanhol <input type="checkbox"/> Francês <input type="checkbox"/> Alemão <input type="checkbox"/> Italiano <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | |
| Série | |

INFORME TÉCNICO: 001/2001/EQQA

DATA: 08/03/2001

INTERESSADO: AGÊNCIA AMBIENTAL DE LIMEIRA - CPc-LI

ASSUNTO: DETERMINAÇÃO DOS TEORES DE H₂S EM AMERICANA

DOCUMENTO: MEMORANDO 094/2000/CRLI

SOLICITANTE: AGÊNCIA AMBIENTAL DE LIMEIRA (CPc-LI)

1. INTRODUÇÃO

A região de Americana é potencialmente afetada por problemas de odor em decorrência, sobretudo, das emissões de compostos reduzidos de enxofre de indústrias de celulose e de rayon localizadas em seu entorno.

Atendendo à solicitação da Agência Ambiental de Limeira, através do memorando 094/2000/CRLI, de 14/06/2000, o Setor de Amostragem e Análise do Ar da CETESB, EQQA, deu suporte técnico na definição da metodologia de amostragem e análise bem como na definição dos pontos de coleta de mercaptanas e H₂S. As amostragens e análises de H₂S foram realizadas pelo EQQA e as determinações de mercaptanas foram realizadas por empresa contratada pela RIPASA (ENVIRON Laboratório de Serviços e Higiene Industrial), sob orientação do EQQA.

2. AMOSTRAGEM E ANÁLISE

2.1. LOCAL DE AMOSTRAGEM

As amostras foram coletadas no pátio da Escola Municipal de Educação Infantil Sabiá, à Rua Amabile Boer, 229, no Bairro Bela Vista, em Americana, São Paulo. A escolha do local foi feita por técnicos das Agências Ambientais de Limeira (CPc-LI) e de Americana (CPc-AM) e do Laboratório de Amostragem e Análise do Ar (EQQA).

A Figura 1 mostra um mapa da cidade de Americana, indicando a posição da estação de amostragem em relação às indústrias.

2.2. PERÍODO DE AMOSTRAGEM

A primeira etapa do estudo se estendeu de 15/8/2000 a 25/8/2000. Uma vez que o monitoramento de H₂S estava ocorrendo simultaneamente ao de mercaptanas, e a metodologia empregada para análise de mercaptanas exigiu algumas modificações para que os resultados pudessem ser considerados, foi realizada uma segunda etapa do estudo no período de 19/9/2000 a 28/9/2000. Numa terceira etapa, de 7/11/2000 a 14/11/2000, foi dada continuidade ao monitoramento, visando avaliar o impacto das emissões das fontes da Ripasa nesta região após alteração do sistema de tratamento dos efluentes gasosos. A alteração consistiu na queima dos gases em caldeira substituindo o sistema de lavagem tipo "spray", que apresentava baixa eficiência de remoção (cerca de 30%).

2.3. METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE

Para determinação dos teores de H₂S na atmosfera, empregou-se o método do avaliador de fita. Neste método, a amostra de ar passa por um papel de filtro impregnado com acetato de chumbo. O gás sulfídrico fica retido na forma de sulfeto de chumbo, conferindo ao papel uma cor característica, cuja intensidade é avaliada através de método óptico e relacionada à concentração de H₂S na atmosfera. O equipamento utilizado na amostragem foi operado a uma vazão de 7,5 pés cúbicos/hora, por períodos integrados de 2 horas. O equipamento empregado para medir a transmitância foi o "Spot Evaluator RAC - Modelo 367 - SE". O limite de detecção do método para o período de 2 horas de amostragem, a uma vazão de 7,5 pés cúbicos/hora, é 0,001 ppm ⁽¹⁾.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não há na legislação brasileira padrões de qualidade do ar para H₂S. Para a interpretação dos dados, foram consideradas informações encontradas na literatura. Para o limite de percepção de odor, considerou-se o valor 0,005 ppm ⁽²⁾, indicando o incômodo causado pelo gás sulfídrico. Como valor de referência, foi utilizada a concentração de 0,1 ppm para período de 1 hora ^(3,4). Cabe acrescentar que a CETESB vem utilizando estes valores, comparando-os com os resultados de monitoramento, desde a década de 80.

As figuras 2 e 3 representam as concentrações horárias observadas durante os dois primeiros períodos em que as medições foram efetuadas. Para as concentrações abaixo do limite de detecção, foi utilizado o valor 0,0005 ppm, que corresponde à metade do limite. No terceiro período, todos os valores foram inferiores ao limite de detecção do método.

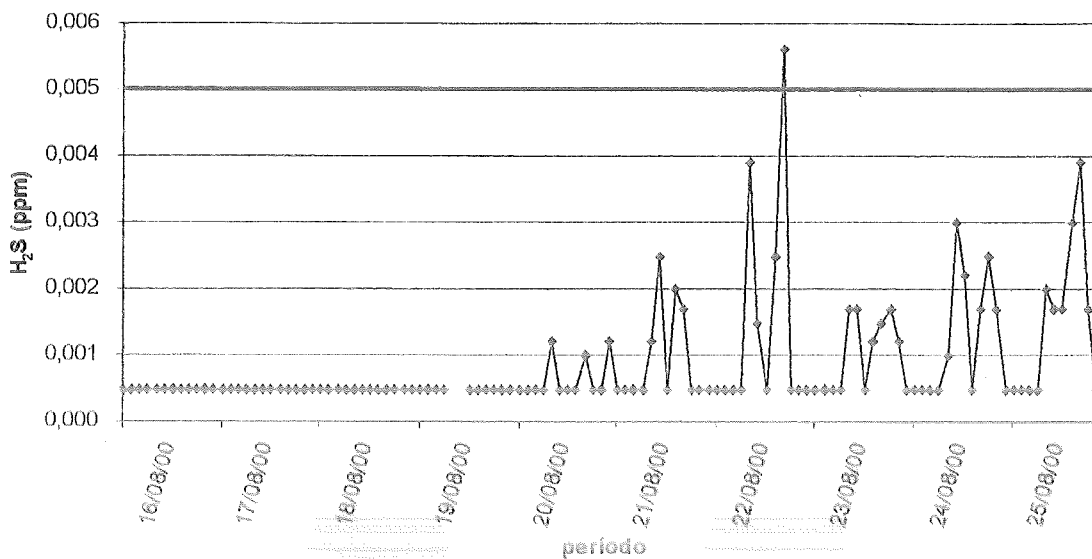


FIGURA 2: Concentrações de H₂S medidas na primeira etapa do monitoramento, de 15 a 25 de agosto de 2000.

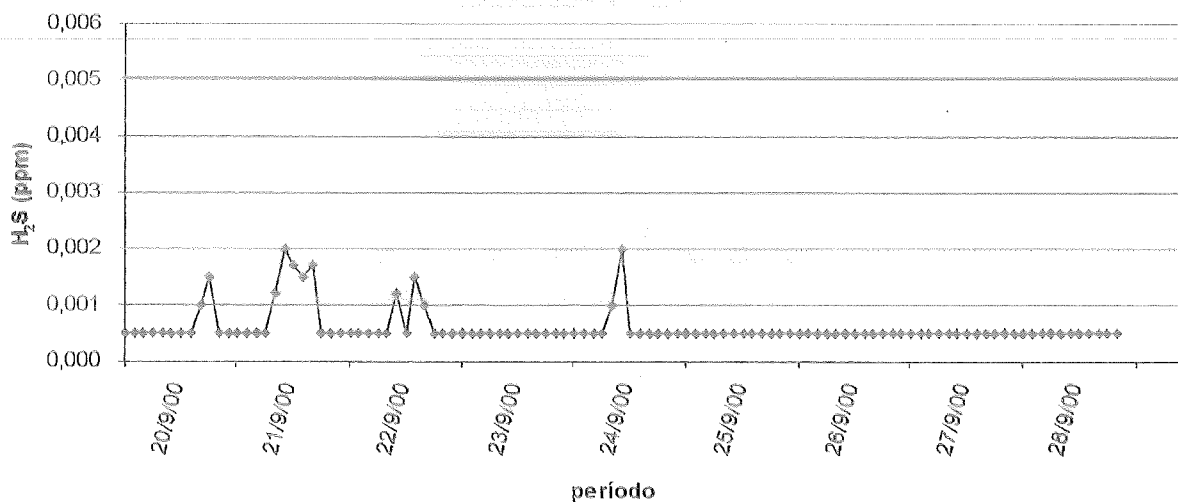


FIGURA 3: Concentrações de H₂S medidas na segunda etapa do monitoramento, de 19 a 28 de setembro de 2000.

Na tabela 1, é apresentado um resumo dos dados detectados em cada período.

TABELA 1: Valores máximos e médios encontrados em cada período, porcentagens de dados maiores ou iguais ao limite de detecção do método e porcentagem dos resultados acima dos limites de odor e de referência, em cada etapa do estudo.

| Período | Nº dados | Valor máximo (ppm) | Data | Limite de detecção ⁽¹⁾ (0,001ppm) | Limite de odor ⁽²⁾ (0,005ppm) | Valor de referência ⁽³⁾ (0,1ppm) |
|--------------|----------|--------------------|-----------|--|--|---|
| 15-25/8/2000 | 117 | 0,0056 | 22/8 | 25 | 0,85 | 0 |
| 19-28/9/2000 | 107 | 0,0020 | 20 e 23/9 | 11 | 0 | 0 |
| 7-14/11/2000 | 84 | 0,0005 | *** | 0 | 0 | 0 |

(1) Porcentagem de dados maiores ou iguais ao limite de detecção

(2) Porcentagem de dados acima do limite de percepção de odor

(3) Porcentagem de dados acima do valor de referência

Apenas na primeira etapa do estudo foi alcançado o limite de percepção de odor, 0,005 ppm, no dia 22/8/2000, no período das 4 às 6 horas, correspondendo 0,85% das medidas realizadas neste período. Isto representa 0,3% do número total de medidas realizadas durante todo o período de monitoramento, ou seja, uma medida de um total de 308. Ainda na primeira etapa, foram observadas as maiores concentrações dentre as encontradas nos 3 períodos de monitoramento. Tal fato pode ser, eventualmente, atribuído às condições de dispersão dos poluentes na atmosfera que, de maneira geral, são piores nesta época do ano. Na segunda etapa do estudo, observaram-se concentrações reduzidas de H₂S na atmosfera, com grande incidência de valores menores que o limite de detecção do método de análise. Na terceira etapa do monitoramento, de 7 a 14 de novembro de 2000, todos os valores foram inferiores ao limite de detecção do método analítico (0,001 ppm).

Os valores encontrados não alcançaram o valor de referência de 0,1 ppm durante todo o período de estudo, sendo que 87% das medidas estiveram abaixo do limite de detecção do método.

As figuras 4 e 5 apresentam os perfis horários das médias de concentração nas 2 primeiras etapas do estudo. Na terceira etapa, os teores de H₂S estiveram abaixo do limite de detecção, não sendo, portanto, apresentados em gráfico.

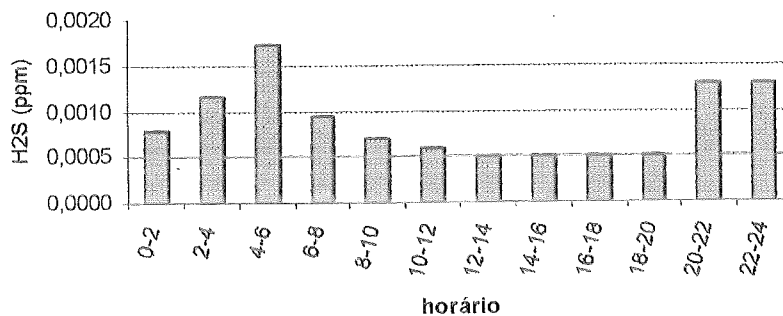


FIGURA 4: Perfil horário da média das concentrações de H₂S, na primeira etapa do monitoramento, de 15 a 25 de agosto de 2000.

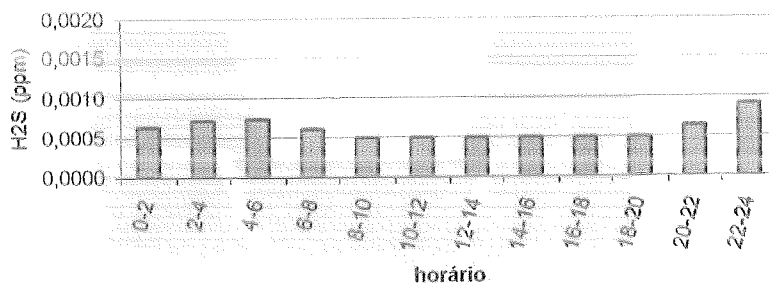


FIGURA 5: Perfil horário da média das concentrações de H₂S, na segunda etapa do monitoramento, de 19 a 28 de setembro de 2000.

Observou-se que as maiores médias de concentração foram registradas no período noturno, das 20 horas às 8 horas, quando, em geral, há mais períodos de calmaria, não favorecendo, portanto, a dispersão dos poluentes.

As tabelas 2, 3 e 4 apresentam os dados relativos à direção dos ventos obtidas a partir de observações instantâneas em birutas localizadas nas chaminés denominadas CBC e multitubular, a 50 m e a 156 m de altura, respectivamente. Os dados fornecidos pela RIPASA indicam a direção para onde o vento vai, porém nas tabelas apresentadas a seguir são indicadas as direções de onde vem o vento, conforme a notação empregada nas Rosas de Vento.

Tabela 2: Direção predominante dos ventos na primeira etapa do monitoramento, medições realizadas a 50 m e 156 m de altura, nas chaminés CBC e multitubular, respectivamente.

| Direção dos ventos | Chaminé CBC (50 m) | Chaminé multitubular (156 m) |
|--------------------|--------------------|------------------------------|
| Sul | 16% | 16% |
| Sudeste | 22% | 18% |
| Leste | 11% | 9% |
| Nordeste | 24% | 26% |
| Norte | 17% | 20% |
| Noroeste | 6% | 5% |
| Oeste | 2% | 2% |
| sudoeste | 4% | 3% |

Embora os ventos de norte - nordeste tenham sido observados em cerca de 40% a 45% das medições, nem sempre os valores mais elevados de concentração (iguais ou maiores que o limite de detecção, 0,001 ppm) foram obtidos quando os ventos sopravam desta direção em direção à estação de amostragem, que se localiza ao sul em relação à Ripasa e a sudeste em relação à Fibra.

Tabela 3: Direção predominante dos ventos, em termos de porcentagem, na segunda etapa do monitoramento, medições realizadas a 50 m e 156 m de altura, nas chaminés CBC e multitubular, respectivamente.

| Direção dos ventos | Chaminé CBC (50 m) | Chaminé multitubular (156 m) |
|--------------------|--------------------|------------------------------|
| Sul | 29% | 29% |
| Sudeste | 4% | 4% |
| Leste | 2% | 2% |
| Nordeste | 5% | 5% |
| Norte | 28% | 33% |
| Noroeste | 17% | 14% |
| Oeste | 4% | 1% |
| sudoeste | 11% | 12% |

Os ventos de norte ocorreram em cerca de 30% das medições e os ventos de nordeste em aproximadamente 5% das medições nesta segunda etapa, porém, da mesma forma que na primeira etapa, nem sempre os valores mais elevados de concentração foram obtidos quando os ventos sopravam predominantemente na direção da estação de amostragem, ao sul da Ripasa e a sudeste da Fibra. É importante mencionar que as outras fontes de emissão de H₂S nesta região são a Fibra (fábrica de Rayon) e o Ribeirão Quilombo.

Na tabela 4, são apresentados os dados relativos à direção predominante dos ventos na terceira etapa do monitoramento.

Tabela 4: Direção predominante dos ventos na terceira etapa do monitoramento, medidos a 50 m e 156 m de altura, nas chaminés CBC e multitubular, respectivamente.

| Direção dos ventos | Chaminé CBC (50 m) | Chaminé multitubular (156 m) |
|--------------------|--------------------|------------------------------|
| Sul | 13% | 13% |
| Sudeste | 2% | 2% |
| Leste | 2% | 2% |
| Nordeste | 9% | 9% |
| Norte | 29% | 29% |
| Noroeste | 2% | 3% |
| Oeste | 11% | 10% |
| Sudoeste | 32% | 32% |

Neste período, predominaram os ventos de norte e de sudoeste.

Em estudos anteriormente realizados neste local^(5,6), observou-se uma maior quantidade de eventos em que as concentrações de H₂S detectadas estavam acima do limite de detecção de odor, conforme ilustra a tabela 5, que apresenta a persistência deste poluente na atmosfera.

TABELA 5: Persistência do gás sulfídrico medido na Escola Municipal de Educação Infantil Sabiá, em Americana, São Paulo.

| Período | Nº total de medições | Persistência* | Ultrapassagem do valor de referência |
|--|----------------------|---------------|--------------------------------------|
| 15/7 a 7/8/1985 | 256 | 2,8% | 1,9% |
| 11/9 a 25/9/1989 | 165 | 17,6% | 0% |
| 15 a 25/8/2000; 19 a 28/9/2000; 7 a 14/11/2000 | 308 | 0,3% | 0% |

*Porcentagem do tempo com detecção de odor.


4. CONCLUSÕES


Embora as medições realizadas em anos anteriores não tenham sido feitas exatamente nos mesmos períodos e as concentrações dos poluentes na atmosfera sejam fortemente influenciadas pelas condições meteorológicas, a incidência de valores acima do limite de detecção de odor foi significativamente menor no período em que foi realizado este último estudo.

Na primeira e na segunda etapa do monitoramento, quando se observaram alguns valores acima do limite de detecção do método, não foi possível estabelecer uma relação direta entre a direção do vento e os valores de concentração, em que pese as medições de direção de vento serem instantâneas. Na terceira etapa do monitoramento, todos os valores estiveram abaixo do limite de detecção do método de análise. Considerando-se que esta etapa foi realizada em uma época do ano em que, de maneira geral, as condições atmosféricas favorecem a dispersão dos poluentes, há que se confirmar a eficiência dos sistemas de controle de emissão das diversas fontes através de análises suplementares.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CETESB. *Metodologia de Impregnação e Calibração de Fita Amostradora de H₂S na Atmosfera*. Abril de 1985.
2. SULLIVAN, R. J.. *Air Pollution Aspects of Odorous Compounds*. 1969.
3. CETESB. *Avaliação de Gás Sulfídrico em Pirapora e Billings - Setembro/84 a Fevereiro/85*.
4. STERN, A. C.. *Air Pollution*. 3th ed., vol V, 1986.
5. CETESB. *Estudo de Compostos Reduzidos de Enxofre na Região de Americana*. Novembro de 1989
6. CETESB. *Estudo de Compostos Reduzidos de Enxofre na Atmosfera de Americana*. Novembro de 1985.


Quim. Maria Helena R. B. Martins
Gerente do Setor de Amostragem e
Análise do Ar
Reg. 01.3927-0


Maria Cristina N. de Oliveira
Químico
Reg. 01.5869-9

INFORME TÉCNICO N° : 002/2001/EQQA

DATA: 18/02/2001
INTERESSADO: PREFEITURA MUNICIPAL DE VARGEM
ASSUNTO: AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR NO MUNICÍPIO DE VARGEM/ PROJETO ENTRES SERRAS E ÁGUAS
DOCUMENTO: OFÍCIO N° 002-2001 - DAA - PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE VARGEM

1. INTRODUÇÃO

Entre Serras e Águas é um Plano de Desenvolvimento Sustentável para os municípios da área de influência da duplicação da Rodovia Fernão Dias. Com a finalização das obras de duplicação da Rodovia poderá haver um desenvolvimento econômico significativo na região. Na situação atual, a região conta com uma ocupação industrial de baixa densidade, distribuída de forma rarefeita. O predomínio é de empresas de pequeno e médio porte, com um potencial poluidor que pode ser considerado de baixo a médio. Essa realidade pode sofrer alterações, quando se considera a fragilidade do meio, se não existir um plano que contemple desenvolvimento e administração dos recursos naturais de forma racional e planejada.

No que se refere à qualidade do ar, a Cetesb iniciou o monitoramento, através da instalação de monitores passivos de dióxido de enxofre (SO₂) nos principais municípios da região para um melhor conhecimento e gerenciamento do processo de desenvolvimento.

O SO₂ é lançado na atmosfera principalmente através da queima de combustíveis fósseis tais como carvão, gás natural e óleos combustíveis. Assim, veículos automotores movidos a diesel são um tipo importante de fonte de SO₂ na atmosfera.

Existem evidências de que o SO₂ em altas concentrações na atmosfera, agrava as doenças respiratórias preexistentes e também contribui para seu desenvolvimento. Sozinho, produz irritação no sistema respiratório, e absorvido em partículas pode ser conduzido mais profundamente, podendo produzir danos aos tecidos do pulmão¹.

Além de danoso à saúde, o SO₂, junto com os óxidos de nitrogênio (NO e NO₂), conforme descreve a literatura², é um dos principais precursores da chuva ácida, associada a acidificação dos lagos e causando prejuízos às plantas e aos materiais. É também responsável pela formação de sulfatos secundários que contribuem para a formação do material particulado na atmosfera.

2. AMOSTRAGEM

2.1. Local de Amostragem

O amostrador passivo foi instalado na Praça Kalil Chedid.

2.2. Método de Amostragem

O monitoramento da qualidade do ar foi realizado utilizando-se amostradores passivos de SO₂ desenvolvidos pela CETESB³. O princípio de coleta da amostra baseia-se na difusão das moléculas de gás. Em uma das extremidades encontra-se um filtro membrana, que tem por finalidade minimizar os efeitos do vento. Na outra extremidade encontra-se o filtro impregnado com solução de carbonato de potássio onde o gás coletado (SO₂) reage. Os filtros são extraídos com solução de peróxido de hidrogênio e o sulfato do extrato analisado por cromatografia iônica.

2.3. Período de Amostragem

As amostras foram coletadas em períodos consecutivos de um mês, sendo que a amostragem teve início em fevereiro de 1999, continuando até a presente data. Neste informe serão apresentados dados de 1999/2000.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resolução CONAMA n°3/90 estabelece padrão primário anual para o SO₂ de 80µg/m³ e padrão secundário de 40µg/m³. O padrão primário representa concentração que se ultrapassada pode afetar a saúde da população. Pode ser entendido como nível máximo tolerável de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazos.

Já o padrão secundário de qualidade do ar representa a concentração abaixo da qual se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como danos à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Pode ser entendido como nível desejado de concentração de poluentes constituindo-se metas a longo prazo. O objetivo do estabelecimento de padrões secundários é criar uma base para uma política de prevenção da degradação da qualidade do ar. Devem ser aplicados a áreas de preservação como por exemplo áreas de proteção ambiental, estâncias turísticas, etc.

De acordo com a legislação CONAMA n° 3/90 a aplicação diferenciada de padrões primários e secundários dependeria de uma classificação prévia do território nacional de acordo com o uso pretendido, sendo que enquanto não for estabelecida uma classificação das áreas os padrões aplicáveis serão os primários.

Até o momento, não foi efetuada a classificação do território paulista, segundo os princípios de preservação e conservação da qualidade do ar, tendo esta classificação sido proposta pela Cetesb como revisão do Decreto Estadual n° 8.468/76.

A tabela 1 apresenta os resultados referentes ao monitoramento de SO₂, referente aos anos de 1999 e 2000.

Tabela 1- Médias mensais da concentração de SO₂ (µg/m³) – Vargem

| | 1999 | 2000 |
|-------------|------|------|
| JANEIRO | - | ND |
| FEVEREIRO | ND | ND |
| MARÇO | ND | ND |
| ABRIL | ND | ND |
| MAIO | ND | ND |
| JUNHO | ND | ND |
| JULHO | ND | ND |
| AGOSTO | ND | ND |
| SETEMBRO | ND | ND |
| OUTUBRO | ND | ND |
| NOVEMBRO | ND | ND |
| DEZEMBRO | ND | ND |
| MÉDIA ANUAL | <5 | <5 |

ND - abaixo do limite de detecção de 5µg/m³

* - não amostrado

Observa-se na tabela 1 que as médias anuais de concentração de SO₂ (<5µg/m³), em 1999 e em 2000, no município de Vargem encontram-se muito abaixo tanto do padrão primário (80µg/m³), como do secundário (40µg/m³), não se caracterizando problemas de poluição do ar por este poluente.

Cabe também ressaltar que a finalidade deste monitoramento além de constatar os níveis de poluição existentes é acompanhar a evolução da qualidade do ar ao longo do tempo, nestas cidades que sofrem influência direta da duplicação da rodovia Fernão Dias.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WORLD HEALTH ORGANIZATION, Environmental Health Criteria 8: Sulfur Oxides and Suspended Particulate Matter, Geneve, 1979.
2. Water Quality Bulletin, Acid Precipitation – Part 2, nº 3, V,8, 1983.
3. CETESB. "Monitor Passivo de Dióxido de Enxofre - Construção e Teste de Validação", São Paulo, 1998.



Maria Helena R. B. Martins
Gerente do Setor de Amostragem e Análise do Ar
Reg. 3927-0

DATA: 14/03/2001

INTERESSADO: AGÊNCIA AMBIENTAL DE BAURU - CPn-B

ASSUNTO: TAXAS DE CHUMBO NA POEIRA SEDIMENTÁVEL –
ACUMULADORES AJAX LTDA.

DOCUMENTO: MEMORANDO 106/99/COTB

SOLICITANTE: AGÊNCIA AMBIENTAL DE BAURU - CPn-B

Conforme recomendação feita no Informe Técnico 004/00/EQQA realizou-se novo monitoramento, de setembro a novembro de 2000, para determinar as taxas de chumbo na Poeira Sedimentável nas proximidades e no pátio interno da fábrica de Acumuladores Ajax Ltda, localizada no município de Bauru. Os resultados obtidos neste e nos períodos anteriores de monitoramento são apresentados a seguir:

Tabela 1 – Taxas de Chumbo na Poeira Sedimentável (kg/km².30 dias).

| DATA | TAXA DE CHUMBO NA POEIRA SEDIMENTÁVEL | | | | | |
|---------------------|---------------------------------------|-----|------|-----|-----|------|
| | kg/km ² .30 dias | | | | | |
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 |
| 26/07/99 – 26/08/99 | 178 | 182 | 2730 | 32 | 544 | - |
| 26/08/99 – 24/09/99 | 22 | 21 | 1454 | 10 | - | 106 |
| 24/09/99 – 22/10/99 | 151 | 75 | 3691 | * | - | 694 |
| 31/01/00 – 25/02/00 | 512 | 866 | 3804 | 86 | - | 1093 |
| 25/02/00 – 24/03/00 | 175 | 251 | 2469 | 74 | - | 1043 |
| 24/03/00 – 20/04/00 | 186 | 181 | 3162 | 60 | - | 1004 |
| 01/09/00 – 02/10/00 | 225 | 96 | 2295 | 65 | - | 502 |
| 02/10/00 – 01/11/00 | 349 | 194 | 2020 | 47 | - | 1236 |
| 01/11/00 – 26/11/00 | 704 | * | 5212 | 123 | - | 1372 |

(*) Amostra perdida

Sendo:

- P1 - Setor Plástico (cerca de 100 m da fonte)
- P2 - Estação de Tratamento de Efluentes (cerca de 100 m da fonte)
- P3 - Refeitório/Vestiário (cerca de 10 m da fonte)
- P4 - Chacrinha - Rod. Jaú/Ipauçú km 113 (cerca de 1000 m da fonte)
- P5 - GLP (cerca de 40 m da fonte)
- P6 - Rod. Jaú/Ipauçú em frente à indústria (cerca de 200 m da fonte)

Os pontos monitorados foram os mesmo do estudo anterior, a saber: pontos 1, 2, 3 nos próprios da fábrica e o ponto 4 e 6 do outro lado da rodovia, em frente à referida fábrica.

A função principal das medições de chumbo na poeira sedimentável, é verificar a variação da taxa, tanto espacial como temporalmente, de forma a possibilitar a caracterização das áreas que possam estar sofrendo maior ou menor impacto, assim como sua deterioração com o passar do tempo.

Não existem padrões nacionais ou internacionais para taxas de chumbo na poeira sedimentável. Entretanto, nos EUA taxas obtidas em áreas urbanas encontram-se na faixa de 3 a 12 kg/km².30 dias¹. A literatura² indica que valores entre 200 e 1500 kg/km².30 dias são encontrados perto de fundições e que estes valores caem a nível de background, a uma distância entre 300 e 400 m da fonte.

Observa-se na Tabela 1 que o ponto 3 (Refeitório/Vestiário), localizado nos próprios da fábrica, continuou a apresentar valores bem superiores aos da literatura (200 e 1500 kg/km².30 dias), destacando-se o mês de novembro/2000. O ponto 1 (Setor Plástico), localizado nos limites da fábrica, também apresentou, no mês de novembro/2000, valor bem acima do observado nos demais meses de monitoramento.

Os valores encontrados no ponto 6, foram, nos meses de novembro e dezembro de 2000, os maiores obtidos até o momento, sendo considerados bastante elevados uma vez que este ponto já está a 200m da fonte e nesta distância as concentrações deveriam estar mais próximos dos níveis de "background". No ponto 4 (Chacrinha), localizado a cerca de 1 km da fonte, as taxas continuaram acima dos valores observados em áreas urbanas nos EUA.

Observou-se, no mês de novembro, um aumento das taxas de chumbo encontradas nos 5 pontos monitorados.

Uma comparação realizada com outras empresas com atividades semelhantes a da Ajax (Baterias Halp - Com. e Ind. de Baterias Ltda., localizada em Assis; Microlite S/A, no município de Sorocaba; Tonolli do Brasil S/A Ind. e Com., no município de Jacareí; Faé Ind. e Com. de Metais, em Caçapava) está apresentada nas Tabela 2 e 3 e permite avaliar o grau de contaminação do solo causado por este tipo de atividade.

Tabela 2 – Taxas de Chumbo na Poeira Sedimentável (kg/km².30 dias).
Medições Realizadas nos próprios da Empresa.

| | AJAX (Bauru) | HALP (Assis) | MICROLITE (Sorocaba) | TONOLLI (Jacareí) | FAÉ (Caçapava) |
|------------------------------|-----------------|-----------------|-------------------------|----------------------|-------------------|
| Faixa de valores encontrados | 1454 - 5212 | 175 - 482 | 66 - 577 | 8 - 2102 | 11 - 574 |

As medidas efetuadas na Halp foram realizadas no período de novembro de 1996 a fevereiro de 1997³, as medições na Microlite foram efetuadas de abril de 1994 a março de 1996⁴, as da Tonolli de setembro de 1989 a dezembro de 1992⁵ e as da Faé de 1990 a agosto de 1992⁶.

Observa-se, na Tabela 2, que os valores encontrados dentro da Ajax foram bem superiores ao observados nas demais empresas, para medições realizadas nos próprios da empresa, em que pese este ponto estar muito próximo da fonte.

Quanto às medições efetuadas nos arredores das indústrias observa-se, na Tabela 3, para os locais mais próximos da fonte (cerca 200 a 300 m) que os valores encontrados na Ajax foram consideravelmente maiores que os observados nas demais empresas. Nos locais um pouco mais distantes (> 500 m) os valores foram da mesma ordem de grandeza.

Tabela 3 – Taxas de Chumbo na Poeira Sedimentável (kg/km².30 dias).
Medições Realizadas nas proximidades da Empresa.

| | 200 a 300 m da fonte | | | > 500m da fonte | | |
|------------------------------|----------------------|-------------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|-------------------------|
| | AJAX (P6) (Bauru) | MICROLITE (Sorocaba) | TONOLLI (Jacareí) | AJAX* (P4) (Bauru) | FAÉ** (Caçapava) | TONOLLI*** (Jacareí) |
| Faixa de valores encontrados | 106 - 1372 | < 6 - 54 | < 2,5 - 75 | 10 - 123 | < 2,5 - 65 | < 2,5 - 135 |

* cerca de 1000 m - ** cerca de 500 m - *** cerca de 600 m

Conclusões

As taxas de chumbo obtidas na Ajax, no monitoramento realizado de setembro a novembro de 2000, foram tão altas quanto as obtidas nos monitoramentos anteriores, realizados nesta empresa, destacando-se o mês de novembro e os pontos 3 e 6.


Ressalta-se também, os altos valores obtidos nos pontos 3 e 6, quando comparados a estudos realizados em outras empresas e com valores citados como referência na literatura².


Assim, pelos valores obtidos, pode-se considerar que está ocorrendo contaminação do solo em todos os locais amostrados, destacando-se o ponto 3, dentro da fábrica e bastante próximo a fonte, e no ponto 6, por estar este localizado num terreno próximo a residências.

O quadro local sugere a necessidade urgente de ações de controle que tornem efetiva uma diminuição da contaminação do solo por via aérea.

Referências Bibliográficas

1. "Air Quality Criteria for Lead – EPA 600/8 – 77 – 017, Environmental Protection Agency, USA.
2. World Health Organization. "Environmental Health Criteria 3 – Lead", Geneve, 1977
3. CETESB. "Taxas de Chumbo na Poeira Sedimentável – Fábrica de Baterias Halp – Município de Assis. Outubro/98", São Paulo, 1998.
4. CETESB. "Taxas de Chumbo na Poeira Sedimentável de Sorocaba – Julho/1996", São Paulo, 1996.
5. CETESB. "Avaliação dos Teores de Chumbo nas Imediações da Indústria Tonolli, no município de Jacareí, 1994", São Paulo, 1994.
6. CETESB. "Qualidade do Ar em Caçapava 1990-1992 – Relatório n° 8", São Paulo, 1992.


Quím. Cristiane F. Fernandes Lopes
Setor de Amostragem e Análise do Ar
Reg. 01.6365-6


Quím. Maria Helena R. B. Martins
Gerente do Setor de Amostragem e
Análise do Ar
Reg. 01.3927-0

INFORMAÇÃO TÉCNICA N.º: 004/01/EQQA

DATA: 02/04/2001

INTERESSADO: Agência Ambiental de Limeira – CPc-LI

ASSUNTO: MEDIÇÕES DE FLUORETO NA ATMOSFERA DO MUNICÍPIO DE CORDEIRÓPOLIS

SOLICITANTE: Agência Ambiental de Limeira – CPc-LI

1. INTRODUÇÃO

Em atendimento à solicitação efetuada através do memorando 061/99/CRLI de 01/07/99, estão sendo feitas medições de taxa de fluoretos na atmosfera do município de Cordeirópolis, onde existem, segundo informações da Agência Ambiental de Limeira, 11 indústrias de pisos cerâmicos em funcionamento. No município de Santa Gertrudes, localizado a menos de 10 km da área urbana de Cordeirópolis estão instaladas mais 18 indústrias de pisos cerâmicos.

Na indústria cerâmica, além das matérias primas básicas são utilizados diversos outros materiais cujo processamento provoca a emissão de fluoretos para a atmosfera¹.

2. AMOSTRAGEM E ANÁLISE

2.1. Localização

Os pontos selecionados para coleta de amostras foram:

Estação 1 - Módolo: Rua Visconde do Rio Branco, esquina com a Rua Dino Boldrini, no bairro Módolo (Figura 1, anexa). O amostrador passivo foi instalado no parapeito da estrutura metálica montada para amostragem de Poeira Total em Suspensão.

Estação 2 - Estação Meteorológica: Instalada na área da estação meteorológica, dentro do Centro de Citricultura Sylvio Moreira – Instituto Agrônômico (Figura 2, anexa).

Estação 3 - Centro Administrativo: Instalada no centro administrativo do Centro de Citricultura Sylvio Moreira – Instituto Agrônômico (Figura 2, anexa), que fica às margens da rodovia Anhangüera, distante de centro populacional. A aproximadamente 300 metros do Centro de Citricultura, do outro lado da rodovia, foi instalada a Cerâmica Remanso, que entrou em operação em 15/07/99. A instalação dos monitores passivos no Centro de Citricultura visa avaliar o impacto das emissões de fluoretos sobre este Centro do Instituto Agrônômico.

2.2. Período e Duração

As amostras estão sendo coletadas por períodos consecutivos e integrados de 15 dias, sendo que as amostragens tiveram início em 13/7/99 e deverão continuar nos próximos meses. Os Informes Técnicos 01/00/EQQA² e

INFORMAÇÃO TÉCNICA N.º: 004/01/EQQA

06/00/EQQA³ apresentam os dados anteriores do monitoramento. Neste informe técnico, são apresentados dados referentes ao ano de 2000.

2.3. Metodologia de Amostragem e Análise

O sistema de coleta de amostras consiste de filtro de papel impregnado com trietanolamina disposto em uma placa de Petri. O sistema fica exposto ao ambiente e os fluoretos fixados no reagente de impregnação são extraídos em solução aquosa e analisados potenciometricamente através de eletrodo de íon específico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentados os resultados de taxas de fluoretos na atmosfera obtidas em 2000.

TABELA 1 – Taxas de fluoretos na atmosfera do município de Cordeirópolis, resultados expressos em $\mu\text{gF}/100\text{cm}^2 \cdot 30\text{dias}$.

| Período | Estação 1 Módolo | Centro de Citricultura – Instituto Agrônômico | |
|---------------------|---------------------|---|------------------------------------|
| | | Estação 2 Estação Meteorológica | Estação 3 Centro Administrativo |
| 06/01/00 a 26/01/00 | 120 | 35 | 29 |
| 26/01/00 a 07/02/00 | 221 | 74 | 54 |
| 07/02/00 a 22/02/00 | 171 | 82 | 33 |
| 22/02/00 a 08/03/00 | 168 | 61 | 76 |
| 08/03/00 a 28/03/00 | 136 | 55 | 65 |
| 28/03/00 a 13/04/00 | 101 | 50 | 62 |
| 13/04/00 a 02/05/00 | 156 | 44 | 52 |
| 02/05/00 a 18/05/00 | 199 | 52 | 35 |
| 18/05/00 a 02/06/00 | 249 | 56 | 57 |
| 02/06/00 a 19/06/00 | 121 | 30 | 30 |
| 19/06/00 a 03/07/00 | 439 | 55 | 57 |
| 03/07/00 a 17/07/00 | 688 | 57 | 65 |
| 17/07/00 a 03/08/00 | 425 | 80 | 55 |
| 03/08/00 a 18/08/00 | 405 | 45 | 49 |
| 18/08/00 a 01/09/00 | 339 | 59 | 63 |
| 01/09/00 a 27/09/00 | 325 | 56 | 94 |
| 27/09/00 a 16/10/00 | 258 | 48 | 66 |
| 16/10/00 a 30/10/00 | 270 | 48 | 80 |
| 30/10/00 a 14/11/00 | 218 | 40 | 82 |
| 14/11/00 a 13/12/00 | 255 | 38 | 60 |
| 13/12/00 a 11/01/01 | 154 | 24 | 38 |
| Média | 258 | 52 | 57 |

A Figura 3 mostra o perfil das taxas nas três estações no ano de 2000, sendo indicada a data inicial do período de amostragem.

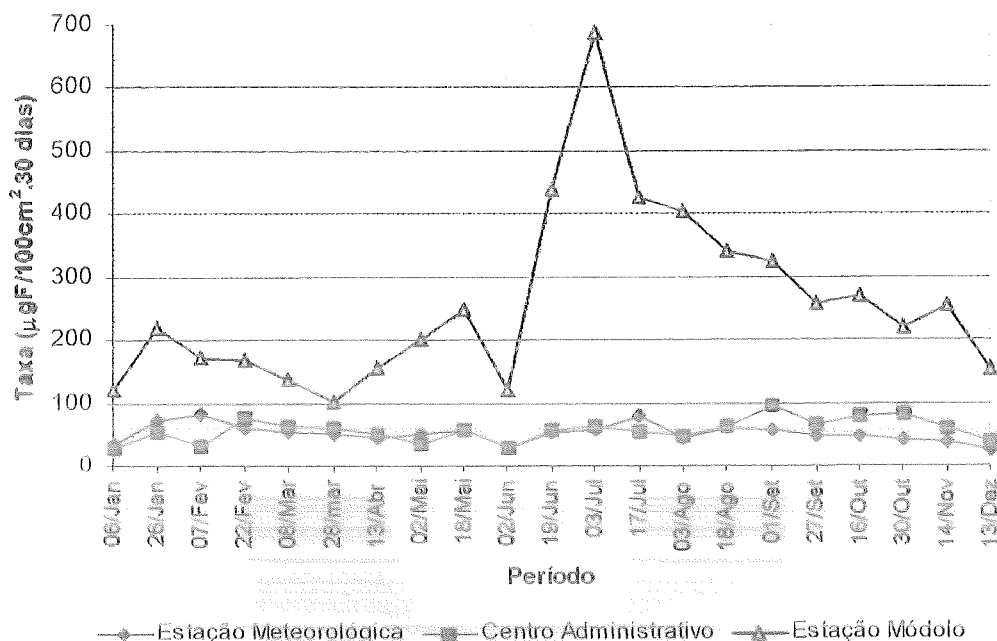


FIGURA 3 – Perfil das taxas de fluoretos nas estações monitoradas, no período de janeiro a dezembro de 2000.

Na estação 1 (Módolo), a taxa média foi 258 µgF/100cm².30dias em 2000, cerca de cinco vezes os valores encontrados no Centro de Citricultura. O perfil das taxas nesta estação indicou um aumento significativo das concentrações nos meses de julho e agosto (Figura 3), sendo esses valores bem superiores aos obtidos no mesmo período de 1999, quando a máxima observada foi de 152 µgF/100cm².30dias em agosto.

Na estação 2 (Estação Meteorológica), no Centro de Citricultura, observou-se também um aumento das taxas de fluoretos no mês de julho. A partir de agosto, os valores voltaram a cair e apresentaram uma tendência de queda até o final do ano. Já a estação 3 apresentou um ligeiro aumento nos meses de setembro e outubro.

Para efeito de comparação, na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos em estudos anteriores, realizados em Cordeirópolis, nas proximidades da indústria Cocol, Cerâmica de Cordeirópolis Ltda (área industrial), e nos arredores desta indústria, onde há plantações de abacate, frutas cítricas, milho e cana-de-açúcar⁴ (regiões agrícolas), além de alguns resultados obtidos em outros estudos.

TABELA 2 – Taxas de fluoretos na atmosfera, expressas em $\mu\text{gF}^-/100\text{cm}^2.30\text{dias}$, obtidas em estudos realizados em Cordeirópolis^{4,5}, Cajati⁶, Alumínio⁷, Paulínia⁸ e Cubatão⁹.

| Local | Estação | Período | Taxa média | Faixa de valores de taxa encontrados |
|-----------------|-----------------------------------|-----------------|------------|--------------------------------------|
| Cordeirópolis | Regiões Agrícolas (vários locais) | jun/93 a set/93 | 175 | 50 a 292 |
| | | fev/98 a mar/98 | 151 | 39 a 250 |
| | Área Industrial | jun/93 a set/93 | 1240 | 754 a 1725 |
| | | fev/98 a mar/98 | 1500 | 1500 |
| | Estação 1 Módolo | jul/99 a dez/99 | 178 | 79 a 305 |
| | | jan/00 a dez/00 | 258 | 101 a 688 |
| | Estação 2 Estação Meteorológica | jul/99 a dez/99 | 71 | 36 a 124 |
| | | jan/00 a dez/00 | 52 | 24 a 80 |
| | Estação 3 Centro Administrativo | jul/99 a dez/99 | 80 | 19 a 170 |
| jan/00 a dez/00 | | 57 | 29 a 94 | |
| Cajati | Nunes Paiva | nov/92 a ago/93 | 24 | 9 a 57 |
| Alumínio | A. Albuquerque | abr/96 a abr/97 | 481 | 306 a 831 |
| Paulínia | Myia | mai/92 a ago/93 | 148 | 20 a 274 |
| Cubatão | Vale do Mogi | ago/85 a nov/85 | 2011 | 1237 a 3261 |
| | | jun/87 a out/87 | 1038 | 371 a 2143 |
| | Paranapiacaba | ago/85 a nov/85 | 284 | 113 a 517 |
| | | jun/87 a out/87 | 42 | 13 a 65 |

A taxa média encontradas na estação 1 (Módolo), em 2000, foi inferior às observadas nos estudos realizados em 1993 e 1998 nas proximidades da CECOL (área industrial), onde as taxas foram extremamente elevadas, com valores comparáveis aos obtidos em Cubatão, quando a região estava sujeita a altas emissões de fluoretos e eram observados graves danos à vegetação da Serra do Mar⁹. No entanto, os altos valores obtidos no inverno de 2000 (máximo de 688 $\mu\text{gF}^-/100\text{cm}^2.30\text{dias}$), nesta estação, foram da mesma ordem de grandeza dos valores encontrados em Alumínio⁷, onde os resultados obtidos demonstraram que a poluição na área estudada é crônica e que os efeitos na vegetação são muito significativos.

Nas estações 2 e 3, instaladas no Centro de Citricultura, as taxas médias estiveram acima do valor obtido em Cajati⁵, onde não se verificou danos visíveis à vegetação, e menores que às encontradas nos monitoramentos anteriores realizados na zona agrícola de Cordeirópolis⁴ e em Paulínia - Myia⁷, sendo que em ambos os locais foram detectados níveis de

contaminação tais que comprometiam a vegetação ali existente. Ressalta-se que estas injúrias podem ter sido causadas por episódios agudos de poluição do ar, que não são detectados por este tipo de metodologia onde são medidas taxas médias.

4. CONCLUSÕES

O perfil das taxas encontradas, em 2000, na estação 1 – Módolo mostrou um aumento significativo nas concentrações nos meses de inverno, período mais desfavorável a dispersão de poluentes, sendo esses valores os mais altos obtidos em todo o período de monitoramento. Os valores obtidos, nesses meses, foram da mesma ordem de grandeza dos valores encontrados em Alumínio⁷, onde os resultados obtidos demonstraram que a poluição na área estudada é crônica e que os efeitos na vegetação são muito significativos.

Já nas estações 2 e 3, instaladas no Centro de Citricultura, foram observadas taxas de fluoretos menores com valores entre os obtidos em Cajati⁵, onde o biomonitoramento não indicou danos à vegetação e os obtidos na zona agrícola⁴ de Cordeirópolis e em Paulínia – Myia⁷, onde foram detectados níveis de contaminação tais que comprometiam a vegetação ali existente.


Ressalta-se novamente que as taxas indicam concentrações médias, não detectando a ocorrência de episódios agudos de poluição capazes de intensificar os danos na vegetação.


5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SHREVE, Norris R., BRINK Jr., Joseph A .. Indústrias de Processos Químicos. 4. ed. Trad. De Horácio Macedo. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1980.
2. INFORME TÉCNICO. *Medições de Fluoretos na Atmosfera do Município de Cordeirópolis*. CETESB: Setor de Amostragem e Análise do Ar, 2000. nº 001/00/EQQA.
3. INFORME TÉCNICO. *Medições de Fluoretos na Atmosfera do Município de Cordeirópolis*. CETESB: Setor de Amostragem e Análise do Ar, 2000. nº 006/00/EQQA.
4. CETESB. *Avaliação dos Níveis de Fluoretos no Município de Cordeirópolis*. São Paulo, 1993.
5. CETESB. *Avaliação do Efeito da Emissão Atmosférica de Fluoretos Gasosos na Vegetação Próxima à Indústria Cerâmica Cordeirópolis Ltda – CECOL, no Município de Cordeirópolis*. São Paulo, 1998.

INFORMAÇÃO TÉCNICA N.º: 004/01/EQQA

6. CETESB. *Avaliação dos Teores de Fluoreto e Sulfato na Atmosfera do Município de Cajati*. São Paulo, 1994.
7. CETESB. *Revisão de Metodologia de Monitoramento Ativo de Fluoreto com o Bioindicador Cordyline terminalis - SP*. São Paulo, 1998.
8. CETESB. *Estudo de Fluoretos nos Arredores da Indústria Galvani, Município de Paulínia*. São Paulo, 1994.
9. CETESB. *Serra do mar: Poluição do Ar*. São Paulo, 1987.


Quím. Maria Helena R. B. Martins
Gerente do Setor de Amostragem e
Análise do Ar
Reg. 01.3927-0


Quím. Cristiane F. Fernandes Lopes
Setor de Amostragem e Análise do Ar
Reg. 01.6365-6

INFORMAÇÃO TÉCNICA N.º: 005/01/EQQA

DATA: 24/08/2001
INTERESSADO: Agência Ambiental de Piracicaba (CPc-P)
ASSUNTO: Monitoramento de Partículas Totais em Suspensão - Bairro Santa Terezinha - Piracicaba
SOLICITANTE: Agência Ambiental de Piracicaba (CPc-P)

1. Considerações Gerais

Atendendo à solicitação da Agência Ambiental de Piracicaba para avaliar o impacto da atividade canavieira nesta região, foi realizado o monitoramento de Partículas Totais em Suspensão (PTS) no bairro de Santa Terezinha/Piracicaba, núcleo habitacional mais próximo da usina Costa Pinto. A usina queima bagaço de cana para produção de vapor em suas caldeiras que, embora dotadas de equipamento de controle, geram grande quantidade de fumaça preta. Além disso, no período de safra de cana-de-açúcar, é intenso o tráfego de caminhões nas estradas não pavimentadas para o transporte de cana à usina.

O material particulado é um termo genérico para uma grande classe de substâncias químicas que podem se apresentar como sólidos ou gotículas líquidas em suspensão na atmosfera. Os particulados tanto podem ser emitidos diretamente por fontes móveis e fixas, quanto ser formados na atmosfera a partir da transformação de gases e vapores, sendo, neste último caso, denominados particulados secundários. O tamanho das partículas na atmosfera depende da sua origem e formação, sendo que quanto menores as partículas, mais agressivas são à saúde.

As Partículas Totais em Suspensão (PTS) são as partículas com diâmetro aerodinâmico inferior a 50 µm. Uma porcentagem destas partículas é inalável e a outra, apesar de não penetrar no trato respiratório, causa incômodo.

2. Local e Período de Amostragem

Um amostrador de grandes volumes, para a medição de Partículas Totais em Suspensão, foi instalado no pátio da creche municipal, à rua João Pedro Correia, ao lado do prédio da Justiça do Trabalho, conforme indicado na figura 1.

As amostras foram coletadas no período de 14/3/2000 a 27/12/2000, abrangendo os períodos de entressafra e de safra da cana-de-açúcar. Em 2000, o período da safra foi de 9 de maio a 15 de outubro. A frequência de amostragem não foi pré definida, tendo sido coletadas em média 5 amostras por mês.

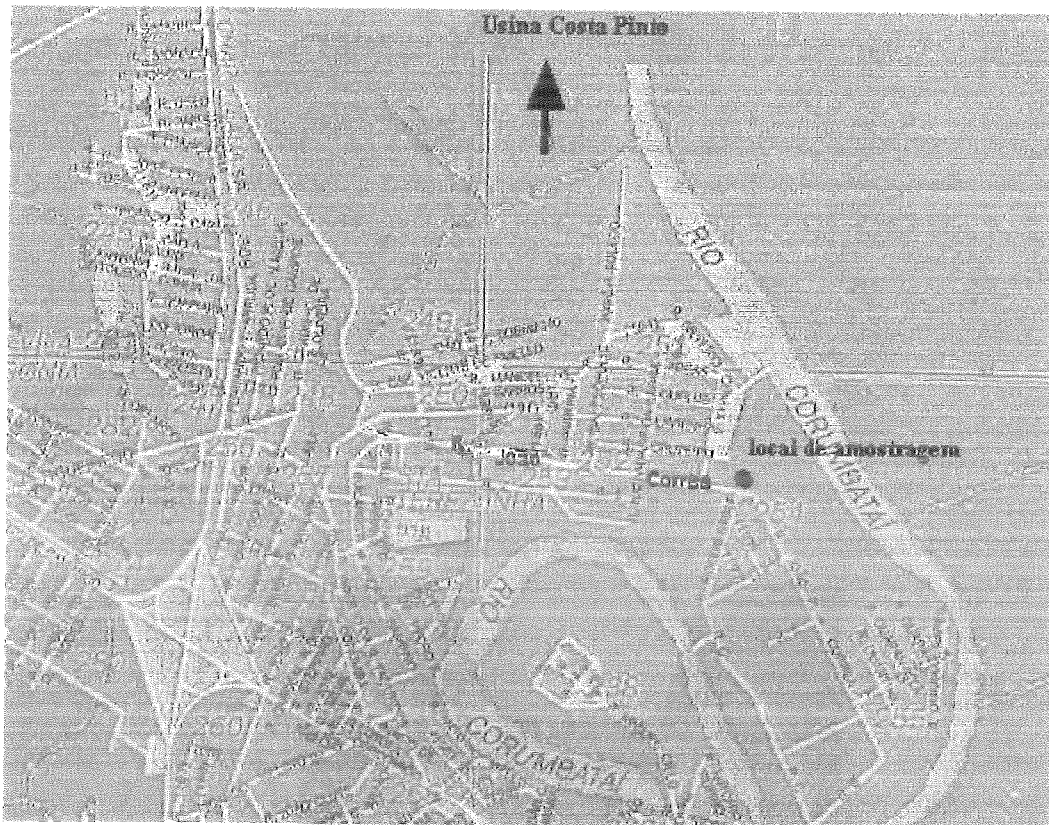


FIGURA 1: Localização da estação de amostragem, no bairro de Santa Terezinha.

3. Metodologia de Amostragem e Análise

As concentrações de material particulado em suspensão no ar ambiente foram determinadas pelo método do amostrador de grande volume, em que o ar é aspirado através de um filtro de fibra de vidro de 203 mm x 254 mm, a uma vazão entre 1,13 e 1,70 m³/min, por períodos contínuos de 24 horas. As partículas com diâmetro aerodinâmico entre 0,1 e 50 µm são retidas no filtro. A concentração de material particulado total em suspensão, em µg/m³, é calculada determinando-se a massa do material coletado e o volume do ar amostrado. Os filtros, antes e após cada amostragem, são condicionados por 24 horas em estufa especial, com temperatura na faixa de 20°C a 25°C e umidade relativa em torno de 40%. As pesagens são realizadas em balança Torball, com sensibilidade de 0,1 mg.

4. Apresentação e Discussão dos Resultados

Na tabela 1, são apresentados os dados de Partículas Totais em Suspensão (PTS), expressos em µg/m³, obtidos nos períodos de entressafra e safra da cana-de-açúcar. Nesta tabela, também estão registrados os dados de precipitação pluviométrica e direção predominante do vento nos dias de monitoramento, medidos pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

TABELA 1: Dados de concentração partículas totais em suspensão (PTS), precipitação pluviométrica e direção predominante do vento

| | Data | PTS Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Precipitação Pluviométrica (mm) | Direção predominante do vento | |
|----------------|-----------|---|---------------------------------------|-------------------------------------|---------|
| ENTRE SARRA | 14/3/2000 | 87 | 0 | SE a SW | |
| | 16/3/2000 | 88 | 0,9 | NNE a SE | |
| | 22/3/2000 | 67 | 8,5 | ESE | |
| | 28/3/2000 | 65 | 40,9 | ENE a SSE | |
| | 30/3/2000 | 81 | 0,5 | ESE a SSW | |
| | 5/4/2000 | 134 | 0 | E a SSE | |
| | 12/4/2000 | 132 | 0 | W | |
| | 19/4/2000 | 122 | 0,4 | W | |
| | 25/4/2000 | 168 | 0 | E | |
| | 27/4/2000 | 219 | 0 | E a ESE | |
| | 4/5/2000 | 140 | 0 | E | |
| | 9/5/2000 | 91 | 0 | E a SSW | |
| | 11/5/2000 | 142 | 0 | SE | |
| | 18/5/2000 | 116 | 0 | W | |
| | 23/5/2000 | 264 | 0 | ESE a SE | |
| | 30/5/2000 | 509 | 0 | E / W a WNW | |
| | SARRA | 1/6/2000 | 133 | 0 | SE |
| | | 13/6/2000 | 389 | 0 | E a ESE |
| 15/6/2000 | | 413 | 0 | E a ESE | |
| 22/6/2000 | | 173 | 0 | E a ESE | |
| 27/6/2000 | | 286 | 0 | S a SSW | |
| 29/6/2000 | | 400 | 0 | * | |
| 6/7/2000 | | 258 | 0 | * | |
| 12/7/2000 | | 120 | 0 | * | |
| 20/7/2000 | | 177 | 0 | * | |
| 25/7/2000 | | 167 | 0 | * | |
| 27/7/2000 | | 125 | 0 | * | |
| 2/8/2000 | | 405 | 0 | NE a E | |
| 8/8/2000 | | 247 | 1,3 | E | |
| 10/8/2000 | | 107 | 0 | S a SSW | |
| 16/8/2000 | | 88 | 0 | SE a S | |
| 22/8/2000 | | 328 | 0 | E a ESE | |
| 24/8/2000 | | 355 | 0 | E | |
| 30/8/2000 | | 178 | 0 | E a ESE | |
| 5/9/2000 | | 118 | 11,3 | SSE a SSW | |
| 7/9/2000 | | 108 | 0 | SSE | |
| 19/9/2000 | 188 | 0 | E a ESE | | |
| 26/9/2000 | 103 | 0 | SE a SSE | | |
| 28/9/2000 | 170 | 0 | SSE | | |
| 4/10/2000 | 180 | 7,9 | E / W a WNW | | |
| 10/10/2000 | 168 | 0 | S a SW | | |

TABELA 1. (continuação)

| | Data | PTS Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Precipitação Pluviométrica (mm) | Direção predominante do vento |
|---|------------|---|---------------------------------------|-------------------------------------|
| E N T R E S S A F R A | 17/10/2000 | 150 | 0 | ESE a SSE |
| | 19/10/2000 | 164 | 5,2 | E a SE |
| | 25/10/2000 | 66 | 3,1 | SE a SSW |
| | 31/10/2000 | 174 | 0 | ESE a SSE |
| | 8/11/2000 | 133 | 0 | NE a S |
| | 15/11/2000 | 63 | 0 | SSE |
| | 20/11/2000 | 148 | 0,3 | E a ESE |
| | 30/11/2000 | 50 | 19 | S a W |
| | 14/12/2000 | 102 | 2 | E |
| | 20/12/2000 | 62 | 0 | W |
| S A F R A | 27/12/2000 | 61 | 17,1 | E / NW |

* ausência de dado

A figura 2 mostra os dados de concentração da PTS nos períodos de safra e de entressafra, destacando-se que os maiores valores ocorreram no período da safra.

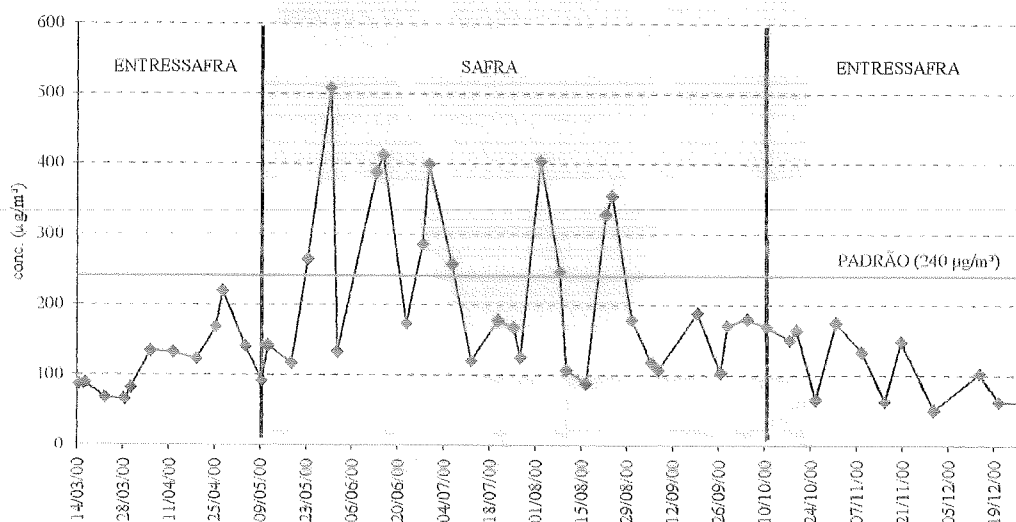


FIGURA 2: Dados de concentração das partículas totais em suspensão durante o período de monitoramento.

A média aritmética das concentrações no período da safra foi superior à média encontrada no período da entressafra, $217 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $113 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. O padrão primário diário de qualidade do ar para PTS, estabelecido na Resolução CONAMA N^o3, de 28/6/90, $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, não foi excedido em nenhuma das medições realizadas no período da entressafra (de um total de 22 determinações). Em contrapartida, mesmo com amostragens realizadas de maneira esparsa, houve violação do padrão em 11 dias de um total de 30 dias de monitoramento no período da safra, representando 37% de ultrapassagens neste período. Destacam as altas concentrações observadas que alcançaram valores de até $509 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Na safra, houve 5 dias em que a qualidade do ar foi má, de acordo com o estabelecido na Resolução CONAMA N^o3 (concentrações de PTS entre $375 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $625 \mu\text{g}/\text{m}^3$, média de 24 horas).

Os resultados obtidos sugerem que se o monitoramento fosse realizado pelo período de um ano, a média geométrica anual provavelmente seria superior ao padrão primário anual, de $80\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Com relação às condições meteorológicas, as ultrapassagens de padrão ocorreram em dias em que não houve precipitação pluviométrica. Nestes dias, foram observados ventos com maior frequência provenientes das direções E/ESE, como pode ser observado na rosa de vento nos dias de ultrapassagens de padrão, mostrado na figura 3.

DIAS DE ULTRAPASSAGENS DE PADRÃO

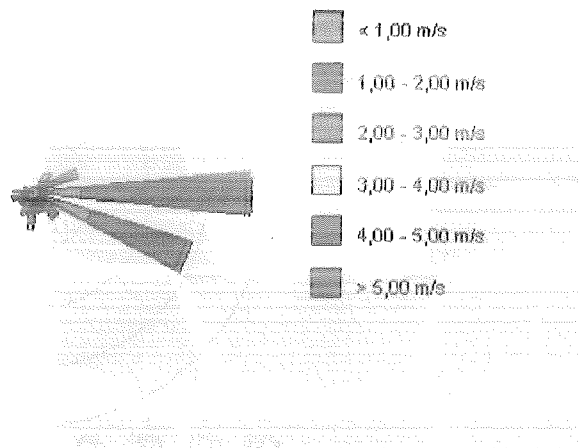


FIGURA 3 - Rosa de vento para os dias de ultrapassagens do padrão.

A localização da usina, a cerca de 4 km a noroeste da estação de amostragem de PTS, não coincide com a rota preferencial dos ventos, cujas direções, medidas tanto nos períodos de safra como na entressafra, ocorreram predominantemente do quadrante E/S. As rosas de vento do período de safra e entressafra são mostradas na figura 4.

ENTRESSAFRA

SAFRA

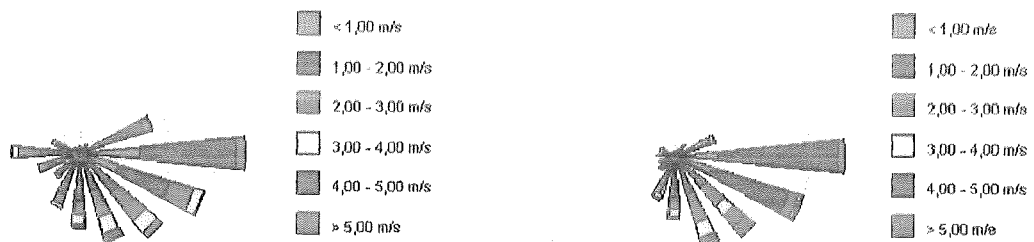


FIGURA 4 - Rosas de vento dos períodos de entressafra e safra.

Uma das rotas de transporte de cana para a Usina Costa Pinto não é pavimentada e estende-se de leste a noroeste da estação de amostragem, passando a cerca de 1,5 km a nordeste do local de amostragem. É importante considerar que no período de safra é maior a movimentação de

veículos para transporte de cana para as usinas, havendo indícios de que a ressuspensão de poeira do solo contribui de maneira significativa para as partículas totais em suspensão detectadas no período da safra de cana-de-açúcar.


Convém notar que na entressafra as concentrações nunca atingiram o padrão primário diário de qualidade do ar para PTS ($240\mu\text{g}/\text{m}^3$), mesmo em dias de amostragem em que as condições meteorológicas foram semelhantes às da safra, isto é, em que não houve precipitação pluviométrica e os ventos sopraram de direção E/ESE.

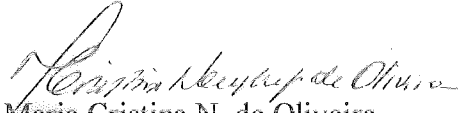
5. Conclusões e Recomendações

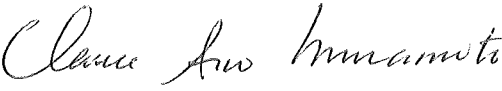
Os resultados obtidos no monitoramento, avaliados em conjunto com os parâmetros meteorológicos, indicaram que a atividade canieira é responsável por uma parcela do material particulado em suspensão na atmosfera, especialmente em decorrência da maior circulação de caminhões no período da safra, em ruas sem pavimentação, causando a ressuspensão de poeira do solo. O monitoramento, associado às observações meteorológicas, não evidenciou uma contribuição significativa das emissões das chaminés da Usina Costa Pinto neste local.

Convém ressaltar que outras fontes também podem contribuir para uma parcela do material particulado coletado, tais como a emissão de veículos automotores, poeira ressuspensa do solo, das plantações e as emissões de um frigorífico próximo ao local de monitoramento.

Devido às altas concentrações observadas no período de safra e aos indícios de que a circulação de caminhões em estradas não pavimentadas contribui para estas concentrações, recomenda-se que sejam adotadas medidas de controle.


Quím. Maria Helena R. B. Martins
Gerente do Setor de Amostragem e
Análise do Ar
Reg. 01.3927-0


Maria Cristina N. de Oliveira
Químico
Reg. 01.5869-9


Met. Clarice Aico Muramoto
Meteorologista
Reg 01.5815-0

com diâmetros menores que $50\mu\text{m}$ (PTS). O ar passa por um filtro de fibra de vidro, onde fica retido o material particulado presente neste ar.

3.2- ANÁLISE

O material coletado foi determinado gravimetricamente. Os filtros foram condicionados por 24 horas em estufa especial com temperatura na faixa de 20 a 25°C e umidade relativa em torno de 40%. Este tratamento foi aplicado aos filtros antes e após cada amostragem. A pesagem foi efetuada em balança Torball com sensibilidade de 0,1 mg.

3.3- LOCALIZAÇÃO DO AMOSTRADOR

Um amostrador de Grande Volume foi instalado na R. Visconde do Rio Branco esquina com a R. Dino Boldrini no bairro Módolo. A localização do amostrador pode ser visualizada na figura 1 (anexa).

3.4- PERÍODO E DURAÇÃO DA AMOSTRAGEM

Foram realizadas amostragens de 24 horas ininterruptas, a cada 6 dias, a partir de 06/08/98, sendo que as amostragens continuam até a presente data. Neste informe são apresentados os resultados das amostragens realizadas em 2000, sendo que resultados anteriores foram apresentados nos informes técnicos 03/99/EQQA e 03/00/EQQA.

4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Resolução CONAMA n° 03/90 estabelece padrões primários de qualidade do ar, que são concentrações de poluentes que ultrapassadas poderão afetar a saúde da população e podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo.

A tabela 1 apresenta os padrões de qualidade do ar para o parâmetro Partículas Totais em Suspensão, estabelecidos na legislação.

Tabela1 - Padrões de Qualidade do Ar para Partículas Totais em Suspensão (PTS)
- CONAMA n° 03/90

| Tempo de Amostragem | Padrão Primário $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |
|---------------------|---|
| 24 horas* | 240 |
| MGA** | 80 |

* não deve ser excedido mais de uma vez ao ano

** média geométrica anual

A figura 2 apresenta um gráfico dos resultados diários obtidos de 08/01/2000 a 27/12/2000, sendo que os resultados são apresentados em anexo.

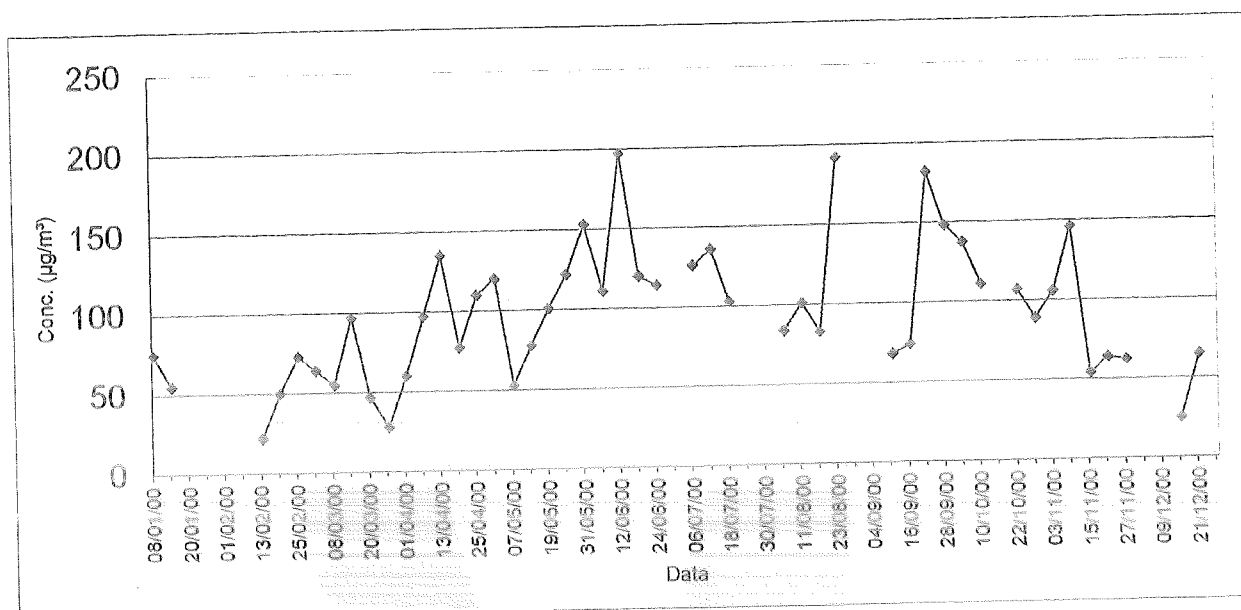


Figura 2 - Concentrações diárias de PTS

Pode-se observar que as concentrações de PTS aumentaram no inverno, período este em que as condições atmosféricas são mais desfavoráveis à dispersão dos poluentes devido a fatores tais como ausências de chuvas, inversões térmicas de baixa altitude, ausência de ventos, etc.

A tabela 2 apresenta um resumo das concentrações obtidas em 1999 e em 2000.

Tabela 2 - Resumo das concentrações de PTS no município de Cordeirópolis 1999/2000

| | 1999 | 2000 |
|--------------------------------|------|------|
| Número de amostragens | 50 | 47 |
| Média Geométrica Anual (µg/m³) | 88 | 86 |
| 1ª Máxima (µg/m³) | 219 | 197 |
| 2ª Máxima (µg/m³) | 217 | 192 |
| 3ª Máxima (µg/m³) | 216 | 182 |

Observa-se que o padrão primário anual (80 µg/m³) foi excedido no período em 1999 e em 2000, porém não de forma intensa. Ressalte-se que o padrão anual é utilizado para indicar a presença de problemas causados por exposição a longo prazo e é utilizado também para análise das tendências de aumento ou diminuição dos poluentes ao longo do tempo.

Quanto as medidas de 24 horas, pode-se observar que embora o monitoramento não tenha sido realizado diariamente mas sim a cada 6 dias, o padrão primário diário (240 µg/m³) não foi excedido, em que pese as três primeiras máximas concentrações observadas em 2000 estarem próximas deste padrão. Este fato sugere que durante o período meteorológico desfavorável à dispersão dos poluentes

(inverno), pode ter ocorrido ultrapassagens do padrão diário nos dias em que não houve amostragem. A ultrapassagem do padrão anual, por si só, já mostra indícios de deterioração da qualidade do ar na região. Observa-se que as 3 máximas obtidas foram ligeiramente inferiores do que as observadas em 1999.

Apenas para comparação na tabela 3 são apresentados os resultados de PTS para a RMSP no ano de 2000.

Tabela 3 - Concentrações de PTS na Região Metropolitana de São Paulo 2000

| Estação | Média Geométrica ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 1ª máxima (24h) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|--------------------|---|--|
| Parque D. Pedro II | 101 | 254 |
| Ibirapuera | 67 | 211 |
| S. Caetano do Sul | 76 | 232 |
| C. César | 78 | 197 |
| Santo Amaro | 83 | 269 |
| Osasco | 173 | 391 |
| Sto. André Capuava | 63 | 173 |
| S.B. do Campo | 82 | 351 |
| Pinheiros | 71 | 220 |

Observa-se que a média anual das concentrações de PTS encontrada em Cordeirópolis é da mesma ordem de grandeza das observadas em alguns locais da RMSP. Quanto aos valores máximos diários, os resultados obtidos em Cordeirópolis são um pouco inferiores aos encontrados na RMSP.

5- CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Pelos resultados apresentados, observa-se que houve ultrapassagem do padrão anual de qualidade do ar, porém não de forma intensa. Quanto as medições de 24 horas, embora o padrão primário não tenha sido ultrapassado, os valores diários máximos encontrados estiveram próximos deste valor.


Estes resultados mostram indícios de deterioração da qualidade do ar na região, embora parte deste particulado possa ser proveniente da poeira ressuspensa da rua.

Em função dos resultados obtidos, recomenda-se a continuidade do monitoramento de PTS no município, sendo que durante o inverno, a frequência das amostragens deve ser aumentada para uma amostragem a cada 3 dias. As atividades de controle junto às indústrias cerâmicas também devem ser mantidas.

Recomenda-se ainda que no futuro o monitoramento da PTS seja substituído pelo monitoramento das partículas inaláveis, uma vez que estas últimas possuem maior significado higiênico e portanto maior importância no que se refere à saúde da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CETESB - "Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo" 2000
- CETESB - "Teores de Material Particulado Fino , Grosso, Inalável e Total na Atmosfera da Grande São Paulo – ECA GSP nº 1 1988

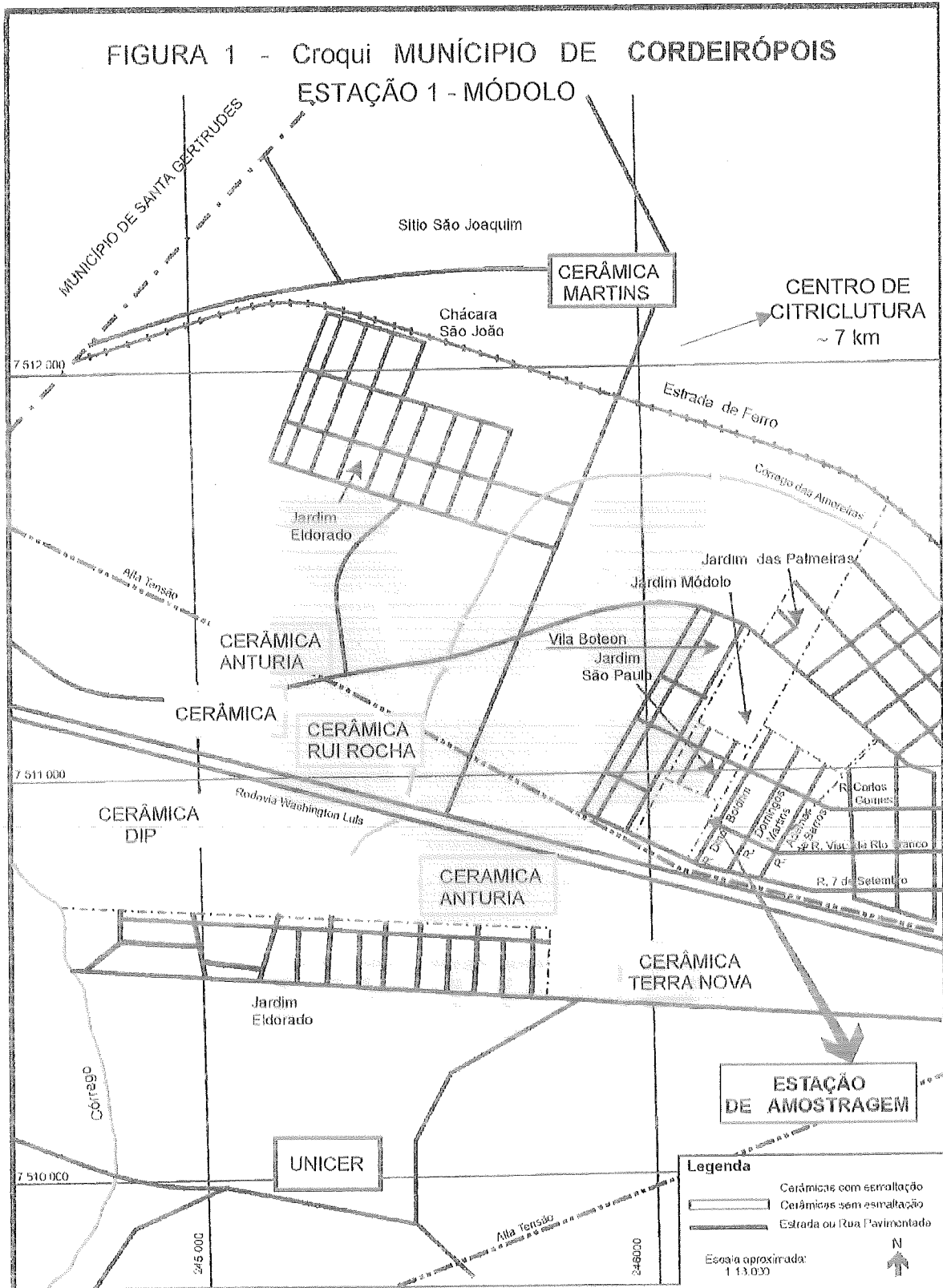

Maria Helena R. B. Martins
Gerente do Setor de Amostragem
e Análise do Ar
01-3927-0

Anexo

Concentrações de Partículas Totais em Suspensão ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

| Data | Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Data | Concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|----------|---|----------|---|
| 08/01/00 | 75 | 06/07/00 | 126 |
| 14/01/00 | 55 | 12/07/00 | 136 |
| 20/01/00 | - | 18/07/00 | 103 |
| 26/01/00 | - | 24/07/00 | - |
| 01/02/00 | - | 30/07/00 | - |
| 07/02/00 | - | 05/08/00 | 84 |
| 13/02/00 | 22 | 11/08/00 | 101 |
| 19/02/00 | 50 | 17/08/00 | 83 |
| 25/02/00 | 73 | 23/08/00 | 192 |
| 02/03/00 | 64 | 29/08/00 | - |
| 08/03/00 | 55 | 04/09/00 | - |
| 14/03/00 | 97 | 10/09/00 | 68 |
| 20/03/00 | 47 | 16/09/00 | 74 |
| 26/03/00 | 28 | 22/09/00 | 182 |
| 01/04/00 | 60 | 28/09/00 | 148 |
| 07/04/00 | 97 | 04/10/00 | 137 |
| 13/04/00 | 135 | 10/10/00 | 111 |
| 19/04/00 | 77 | 16/10/00 | - |
| 25/04/00 | 110 | 22/10/00 | 107 |
| 01/05/00 | 120 | 28/10/00 | 89 |
| 07/05/00 | 53 | 03/11/00 | 106 |
| 13/05/00 | 78 | 09/11/00 | 146 |
| 19/05/00 | 101 | 15/11/00 | 54 |
| 25/05/00 | 122 | 21/11/00 | 64 |
| 31/05/00 | 153 | 27/11/00 | 62 |
| 06/06/00 | 111 | 03/12/00 | - |
| 12/06/00 | 197 | 09/12/00 | - |
| 18/06/00 | 120 | 15/12/00 | 25 |
| 24/06/00 | 114 | 21/12/00 | 65 |
| 30/06/00 | - | 27/12/00 | - |

- Ausência de dados



INFORME TÉCNICO N.º: 07/01/EQQA

DATA: 30/07/2001

INTERESSADO: AGÊNCIA AMBIENTAL DE SOROCABA

ASSUNTO: MEDIÇÃO DE DIÓXIDO DE ENXOFRE NO ENTORNO DA FÁBRICA DE CIMENTO VOTORAM – MUNICÍPIO DE VOTORANTIM

SOLICITANTE: AGÊNCIA AMBIENTAL DE SOROCABA - CSr-S

1. INTRODUÇÃO

O SO₂ é lançado na atmosfera principalmente através da queima de combustíveis fósseis tais como carvão, gás natural e óleos combustíveis.

Existem evidências de que o SO₂ em altas concentrações na atmosfera, agrava as doenças respiratórias preexistentes e também contribui para seu desenvolvimento. Sozinho, produz irritação no sistema respiratório, e absorvido em partículas pode ser conduzido mais profundamente, podendo produzir danos aos tecidos do pulmão¹.

Além de danoso à saúde, o SO₂, junto com os óxidos de nitrogênio (NO e NO₂), conforme descreve a literatura², é um dos principais precursores da chuva ácida, associada a acidificação dos lagos e causando prejuízos às plantas e aos materiais. É também responsável pela formação de sulfatos secundários que contribuem para a formação do material particulado na atmosfera.

O objetivo deste estudo foi o de avaliar, conforme solicitação da Agência Ambiental de Sorocaba, as concentrações de dióxido de enxofre no entorno da Fábrica de Cimento Votoram localizada no município de Votorantim.

2. AMOSTRAGEM

2.1. Local de Amostragem

Foram instalados 5 amostradores no entorno da indústria, com as seguintes designações:

- Estádio - cerca de 600 m da indústria
- Teleférico - cerca de 300 m da indústria
- Fazenda - (próximo a residência dos gerentes), cerca de 500 m da indústria
- Pátio (Sucata) - cerca de 300 m da indústria
- Mina de Argila - cerca de 200 m da indústria

A localização esquemática dos locais de amostragem pode ser visualizada na Figura 1 (anexo).

Na localização dos pontos de monitoramento tentou-se avaliar todo o entorno da indústria, levando-se em consideração as limitações impostas pela dificuldade de acesso a alguns locais.

2.2. Método de Amostragem

O monitoramento da qualidade do ar foi realizado utilizando-se amostradores passivos de SO₂ desenvolvidos pela CETESB³. O princípio de coleta da amostra baseia-se na difusão das moléculas de gás. Em uma das extremidades do amostrador encontra-se um filtro membrana, que tem por finalidade minimizar os efeitos do vento. Na outra extremidade encontra-se o filtro impregnado com solução de carbonato de potássio onde o gás coletado (SO₂) reage. Os filtros são extraídos com solução de peróxido de hidrogênio e o sulfato do extrato analisado por cromatografia iônica.

2.3. Período de Amostragem

As amostras foram coletadas em períodos consecutivos de um mês, sendo que a amostragem teve início em junho de 1997 continuando até abril de 2001.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resolução CONAMA n.º3/90 estabelece padrão primário anual para o SO₂ de 80 µg/m³. O padrão primário representa concentração que se ultrapassada pode afetar a saúde da população.

A tabela 1 apresenta um resumo dos resultados referentes ao monitoramento de SO₂, sendo que os resultados individuais encontram-se anexos.

Tabela 1 – Média Anual das concentrações de dióxido de enxofre na atmosfera (µg/m³)

| Ano/Local | Estádio | Teleférico | Fazenda | Pátio | Mina Argila |
|-----------|---------|------------|---------|-------|-------------|
| 1997 | 7* | 3* | 3* | 4* | 7* |
| 1998 | 4 | 3 | 3 | 3 | 5 |
| 1999 | 8 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 2000 | 5 | 3 | 3 | 3 | 6 |
| 2001 | 3* | 3* | 3* | 3* | 3* |

*Não atende critério de representatividade

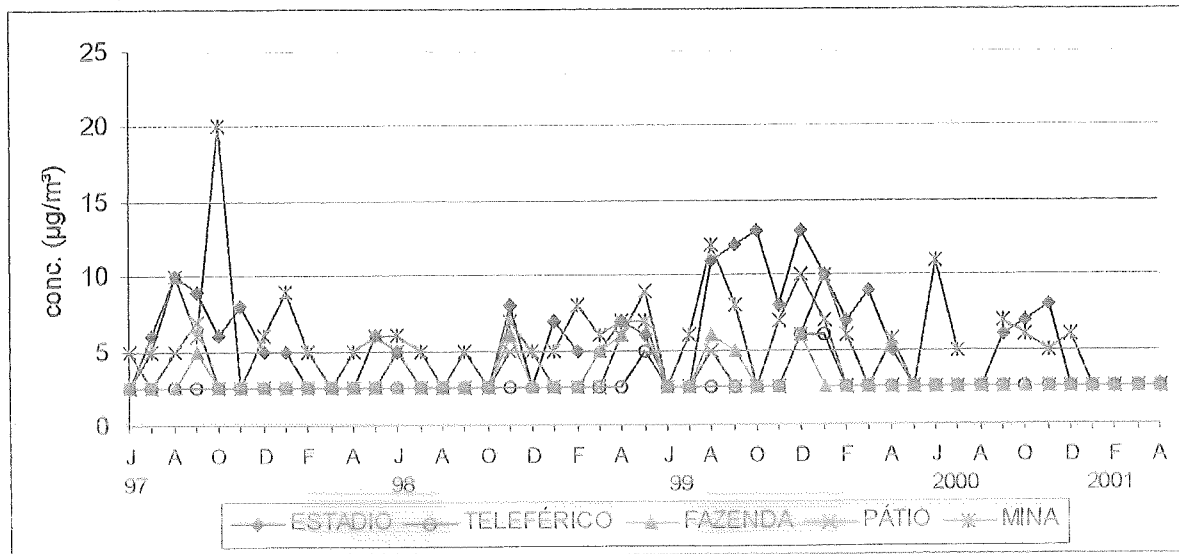
Para o cálculo das médias anuais, quando a concentração média mensal estava abaixo do limite de detecção do método (5 µg/m³) foi utilizado metade deste valor (2,5 µg/m³).

As maiores concentrações anuais foram verificadas na estação denominada Estádio, seguido pelas encontradas na Mina de Argila. Pode-se observar que as médias anuais estão bem abaixo do padrão primário de qualidade do ar para dióxido de enxofre (80 µg/m³).

Apenas para visualização, uma vez que não existe padrão mensal estabelecido na legislação, na Figura 2 são apresentadas as concentrações mensais de dióxido de enxofre obtidas durante o estudo. Quando a concentração média mensal estava

abaixo do limite de detecção do método ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) foi utilizado metade deste valor ($2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Figura 2 – Concentrações médias mensais de dióxido de enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Os valores máximos mensais observados foram de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na Mina de Argila em outubro de 1997 e $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no Estádio nos meses de outubro e dezembro de 1999.

4. CONCLUSÃO

As médias anuais das concentrações de dióxido de enxofre, nos cinco pontos de monitoramento, estão bem abaixo do padrão primário de qualidade do ar para dióxido de enxofre ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Em 03/04/2001, em função dos resultados observados, decidiu-se, em conjunto com a CSr-S, pelo encerramento do estudo.

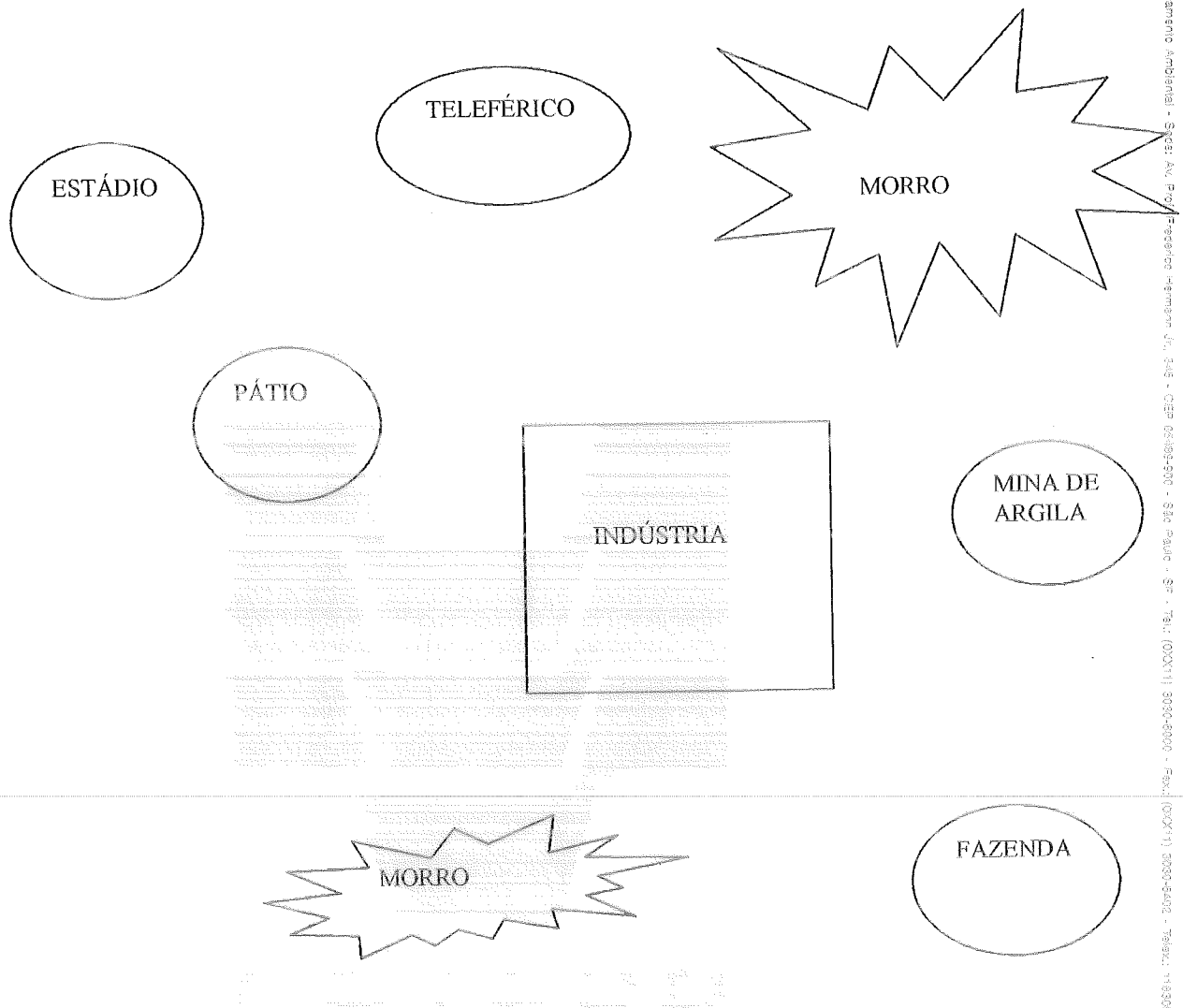
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WORLD HEALTH ORGANIZATION, Environmental Health Criteria 8: Sulfur Oxides and Suspended Particulate Matter, Geneve, 1979.
2. WATER QUALITY BULLETIN, Acid Precipitation - Part 2, nº 3, V,8, 1983.
3. CETESB. "Monitor Passivo de Dióxido de Enxofre - Construção e Teste de Validação", São Paulo, 1998.
4. CETESB. "Qualidade do Ar no Estado de São Paulo", 1999.

Maria Helena R. B. Martins
Gerente do Setor de Amostragem e Análise do Ar
Reg. 3927-0

ANEXOS

FIGURA 1 – LOCALIZAÇÃO ESQUEMÁTICA DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM



Concentrações mensais de SO₂ (µg/m³) - 1997

| 1997 | ESTÁDIO | TELEFÉRICO | FAZENDA | PÁTIO | MINA |
|----------|---------|------------|---------|-------|------|
| JUNHO | ND | ND | ND | 5 | ND |
| JULHO | 6 | ND | ND | ND | 5 |
| AGOSTO | 10 | ND | ND | 5 | 10 |
| SETEMBRO | 9 | ND | 5 | 7 | 6 |
| OUTUBRO | 6 | ND | ND | ND | 20 |
| NOVEMBRO | 8 | ND | ND | ND | ND |
| DEZEMBRO | 5 | ND | ND | ND | 6 |

ND - abaixo do limite de detecção de 5µg/m³

Concentrações mensais de SO₂ (µg/m³) - 1998

| 1998 | ESTÁDIO | TELEFÉRICO | FAZENDA | PÁTIO | MINA |
|-----------|---------|------------|---------|-------|------|
| JANEIRO | 5 | ND | ND | ND | 9 |
| FEVEREIRO | ND | ND | ND | ND | 5 |
| MARÇO | ND | ND | ND | ND | ND |
| ABRIL | ND | ND | ND | ND | 5 |
| MAIO | 6 | ND | ND | ND | 6 |
| JUNHO | 5 | ND | ND | 5 | 6 |
| JULHO | ND | ND | ND | ND | 5 |
| AGOSTO | ND | ND | ND | ND | ND |
| SETEMBRO | ND | ND | ND | ND | 5 |
| OUTUBRO | ND | ND | ND | ND | ND |
| NOVEMBRO | 8 | ND | 6 | 5 | 7 |
| DEZEMBRO | ND | ND | ND | 5 | 5 |

ND - abaixo do limite de detecção de 5µg/m³

Concentrações mensais de SO₂ (µg/m³) - 2001

| 2001 | ESTÁDIO | TELEFÉRICO | FAZENDA | PÁTIO | MINA |
|-----------|---------|------------|---------|-------|------|
| JANEIRO | ND | ND | ND | ND | ND |
| FEVEREIRO | ND | ND | ND | ND | ND |
| MARÇO | ND | ND | ND | ND | ND |
| ABRIL | ND | ND | ND | ND | ND |

ND - abaixo do limite de detecção de 5µg/m³

DATA: 17/08/2001
INTERESSADO: Acumuladores Ajax Ltda.
ASSUNTO: Medições de chumbo na atmosfera no entorno da empresa Acumuladores Ajax Ltda.
SOLICITANTE: Agência Ambiental de Bauru – CPn-B

1. INTRODUÇÃO

O Setor de Amostragem e Análise do Ar (EQQA), através de solicitação da Agência Ambiental de Bauru, efetuou em 1999/2000 o monitoramento de chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da empresa Acumuladores Ajax Ltda., localizada no município de Bauru.

Neste monitoramento, foi constatado (informes técnicos 002/00/EQQA, 004/00/EQQA e 003/01/EQQA), que estava ocorrendo contaminação do solo por deposição de chumbo através da atmosfera em todos os locais amostrados, indicando a necessidade de controle da fonte.

Em 27/04/01, foi realizada visita técnica ao local, ocasião em que foi constatada a construção de diversas residências na frente da indústria. Em função deste fato e das condições de operação da empresa, foi recomendado o monitoramento de chumbo na atmosfera para avaliar as concentrações a que estaria exposta a população destas residências (memorando 031/01/EQQA). Optou-se por realizar este monitoramento no período de inverno, quando as condições atmosféricas são mais desfavoráveis à dispersão dos poluentes.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. LOCAL

O monitoramento foi realizado na Rua Consuelo Carvalho nº 5-50, no Bairro Tangará, a cerca de 400 metros da indústria. A figura 1 representa o local de monitoramento.

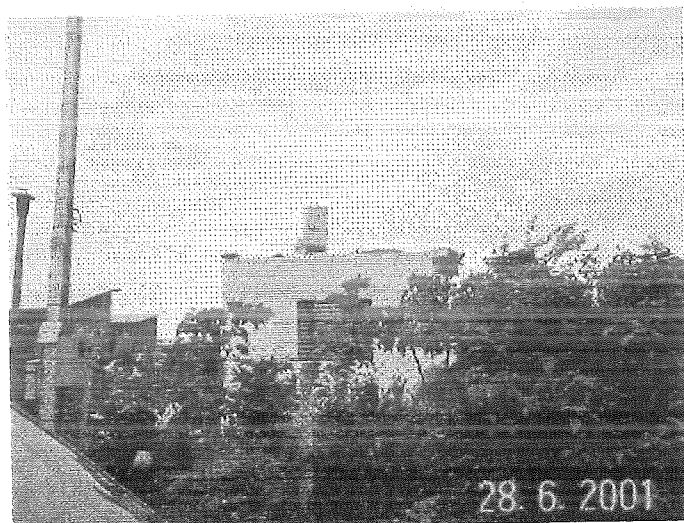


Figura 1 - Local de amostragem

2.2. PERÍODO DE AMOSTRAGEM

Foram coletadas amostras com duração de 24 horas, no período de 28/06/01 a 09/08/01.

2.3. METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM

As amostras foram coletadas em filtro de teflon, utilizando-se amostrador de pequenos volumes, o qual coleta partículas com diâmetro aerodinâmico menor que 50 µm, denominadas Partículas Totais em Suspensão (PTS).

2.4. METODOLOGIA DE ANÁLISE

A concentração das Partículas Totais em Suspensão foi determinada por gravimetria, sendo os filtros condicionados, antes e após a amostragem, em local com umidade relativa controlada (aproximadamente 40%) e temperatura entre 20 e 25 °C. Foram então pesados em microbalança com sensibilidade de 1 µg.

Os teores de chumbo foram determinados pela técnica de fluorescência de raios-X.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentados os resultados de concentração das Partículas Totais em Suspensão e de chumbo na atmosfera.

Tabela 1- Concentração de PTS e Chumbo na Atmosfera (µg/m³)

| DATA | Conc. PTS | Conc. Chumbo |
|--------------|-----------|--------------|
| 28/06/01 | 34* | 3,4* |
| 29/06/01 | 25 | 0,7 |
| 03/07/01 | 96 | 6,6 |
| 04/07/01 | 174 | 17,9 |
| 05/07/01 | 204 | 37,3 |
| 06/07/01 | 140 | 19,8 |
| 11/07/01 | 137 | 14,4 |
| 12/07/01 | 103 | 4,3 |
| 18/07/01 | 155 | 12,7 |
| 19/07/01 | 133 | 11,0 |
| 20/07/01 | 130 | 10,2 |
| 25/07/01 | 59** | 5,3 |
| 27/07/01 | 44 | 9,6** |
| 31/07/01 | 54 | 1,8 |
| 03/08/01 | 72 | 2,5 |
| 07/08/01 | 98 | 2,2 |
| 09/08/01 | 114 | 5,8 |
| MÉDIA | | 9,7 |

*amostragem com 15 horas de duração

** amostragem com 30 horas de duração

O padrão americano de chumbo na atmosfera é de 1,5 µg/m³ (média trimestral), valor este adotado pela Cetesb através de Resolução de Diretoria nº 091/99/C de 04/01/1999, publicada no Diário Oficial.

INFORMAÇÃO TÉCNICA N.º: 008/01/EQQA

Embora o período de amostragem não tenha sido de um trimestre, pode-se observar que as concentrações de chumbo na atmosfera foram extremamente elevadas, com média de $9,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, chegando a alcançar valores de até $37,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante 24 horas.

Pela magnitude dos valores encontrados, pode-se afirmar que se estes níveis forem mantidos o padrão de $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (média trimestral) será largamente ultrapassado.

4. RECOMENDAÇÕES

Dada às altas concentrações de chumbo na atmosfera encontradas no bairro Tangará próximo à indústria Acumuladores Ajax Ltda., recomenda-se:

- urgente controle das fontes de emissão da indústria;
- avaliação de chumbo em outros meios como solo, vegetação, etc.;
- avaliação dos níveis de contaminação da população.



Quím. Maria Helena R. B. Martins
Gerente do Setor de Amostragem e
Análise do Ar
Reg. 01.3927-0

DATA: 16/10/2001
INTERESSADO: Acumuladores Ajax Ltda.
ASSUNTO: Medições de chumbo na atmosfera no entorno da empresa Acumuladores Ajax Ltda.
SOLICITANTE: Agência Ambiental de Bauru – CPn-B

1. INTRODUÇÃO

O Setor de Amostragem e Análise do Ar (EQQA), através de solicitação da Agência Ambiental de Bauru, vem realizando desde 1999 o monitoramento de chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da empresa Acumuladores Ajax Ltda., localizada no município de Bauru. Neste monitoramento, foi constatada (informes técnicos 002/00/EQQA, 004/00/EQQA, 003/01/EQQA), a presença de chumbo na Poeira Sedimentável em níveis relativamente altos, implicando na contaminação superficial do solo por deposição em todos os locais amostrados. Estes estudos indicaram a necessidade de controle da fonte.

Foram também observadas, no monitoramento realizado no período de 28/06 a 09/08/01 no Bairro Tangarás, altas concentrações atmosféricas de chumbo na Poeira Total em Suspensão (PTS) - informe técnico 008/01/EQQA.

Com o intuito de verificar os teores de chumbo na poeira de rua, em 19/09/01, foi realizada visita técnica para coleta de amostras de solo no entorno do local onde haviam sido determinadas as concentrações atmosféricas deste poluente (Bairro Tangarás). Além das emissões diretas da indústria, a poeira de rua pode ser ressuspensa e contribuir para a presença de chumbo na PTS.

2. AMOSTRAGEM E ANÁLISE

2.1. LOCAL

A coleta de amostras de solo foram realizadas em 3 pontos, a saber:

Local 1 – DER/CETESB - Av. Cruzeiro do Sul, 13 – 15 Jardim Coralina. Local distante de indústrias de chumbo, escolhido como branco.

Local 2 – Quadra da primeira rua paralela à marginal da Rodovia Jaú/Ipauçu. Esta rua é transversal à Rua Consuelo Carvalho (próximo ao local onde foram realizadas as medições atmosféricas de chumbo na PTS).

Local 3 – Quadra da Rua Consuelo Carvalho, altura do nº 5-50, no Bairro Tangarás, a cerca de 400 metros da indústria. Neste local, foram realizadas as medições atmosféricas de chumbo na PTS (informe técnico 008/01/EQQA).

2.2 METODOLOGIA DE COLETA

Foram coletadas amostras da camada superficial do solo em diversos pontos das ruas em questão (Local 2 e 3) e no DER/CETESB. Estas amostras foram armazenadas em sacos plásticos e trazidas ao EQQA para análise.

2.2. METODOLOGIA DE ANÁLISE

As amostras de solo foram secas a temperatura inferior a 100°C e separadas através de peneiramentos sucessivos. A fração correspondente ao tamanho < 75µm foi submetida a um processo de ressuspensão, de maneira a se obter amostras de partículas com diâmetro aerodinâmico menor que 50 µm, depositadas em filtros adequados à análise.

Deste modo, as partículas do solo foram ressuspensas e coletadas em filtros da mesma forma que foram coletadas as partículas atmosféricas, conforme estudo descrito no informe técnico 008/01/EQQA.

A massa total das partículas coletadas, então foi determinada por gravimetria, sendo os filtros condicionados, antes e após a amostragem, em local com umidade relativa controlada (aproximadamente 40%) e temperatura entre 20 e 25 °C. Após condicionamento, os filtros foram então pesados em microbalança com sensibilidade de 1 µg.

Os teores de chumbo nas amostras foram determinados pela técnica de fluorescência de raios-X.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentados os resultados de concentração chumbo, em %, nas amostras de solo coletadas em 19/09/01.

Tabela 1- Concentração de Chumbo nas amostras de solo

| Local de Coleta | % de Chumbo |
|-----------------|-------------|
| Local 1 | 0,02 |
| Local 2 | 0,31 |
| Local 3* | 0,27 |

Observa-se que os teores encontrados nas amostras mais próximas à indústria (Local 2 e 3) são cerca de 15 vezes maiores que o encontrado no Local 1.

Como comparação, pode-se citar que os teores encontrados pela CETESB em diversos locais da Região Metropolitana de São Paulo, tanto no solo quando na poeira depositada nos leitos das ruas, utilizando a mesma técnica de amostragem e análise, são da ordem de 0,02 a 0,12%, e portanto bem inferiores aos valores encontrados nas proximidades da Ajax.

4. CONCLUSÕES

Embora os teores encontrados de chumbo no solo sejam elevados, as altas concentrações atmosféricas deste poluente observadas nas amostragens realizadas

INFORMAÇÃO TÉCNICA N.º: 009/01/EQQA

de 28/06 a 09/08/01 devem-se, na maior parte, às emissões industriais diretas e não a ressuspensão do solo, uma vez que nas amostras atmosféricas teores chumbo foram da ordem de 3 a 22% e no solo apenas 0,3%.

Apenas para exemplificar, supondo-se **hipoteticamente** que a poeira ressuspensa do solo fosse a única fonte de chumbo e contribuísse em 50% na concentração de PTS, os teores de chumbo que deveriam ser encontrados nestas amostras seriam da ordem de 0,15% e portanto bastante inferiores ao que foram observados na realidade (3 a 22%). Tal fato indica que a contribuição do solo ressuspensa é pequena para as concentrações de chumbo na PTS e que existem outras fontes que contribuem de maneira significativa para as altas concentrações de chumbo encontradas. No caso em questão, as emissões diretas da própria empresa.

Ressalta-se também que o chumbo encontrado no solo deve ser provavelmente proveniente da Ajax.



Quím. Maria Helena R. B. Martins
Gerente do Setor de Amostragem e
Análise do Ar
Reg. 01.3927-0

INFORMAÇÃO TÉCNICA N.º: 10/01/EQQA

DATA: 18/12/2001
ASSUNTO: Determinação de Partículas Inaláveis (MP₁₀) no Município de Santa Gertrudes
SOLICITANTE: Agência Ambiental de Piracicaba - CPc-P

1. INTRODUÇÃO

As características do material particulado em suspensão na atmosfera variam muito em função de sua composição química e física, das fontes de emissão e do tamanho de partícula. Partículas com diâmetro aerodinâmico inferior a 10 µm, denominadas Partículas Inaláveis (MP₁₀), são de grande importância, já que são suficientemente pequenas para penetrar profundamente nos pulmões. As partículas são freqüentemente classificadas como primárias, aquelas emitidas diretamente para a atmosfera, ou secundárias, aquelas formadas ou modificadas na atmosfera a partir da transformação de gases e vapores em particulados.

A distribuição do tamanho das partículas é ditada pelo processo que gera o aerossol, sendo que as partículas inaláveis se concentram em 2 faixas de tamanho, comumente designadas partículas inaláveis finas (<2,5 µm) e partículas inaláveis grossas (2,5 µm a 10 µm). As partículas inaláveis finas são, geralmente, emitidas por atividades tais como combustão industrial e exaustão de veículos automotores. Elas também se formam na atmosfera a partir de gases como dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis, que são emitidos em atividades de combustão, transformando-se em partículas como resultado de reações químicas no ar. As partículas inaláveis grossas na atmosfera são, sobretudo, o resultado de processos mecânicos, como operações de moagem e ressuspensão de poeira. Materiais geológicos tendem a dominar essa moda.

As partículas inaláveis, além de criar problemas de visibilidade e incômodo, estão associadas a problemas de saúde, incluindo riscos maiores de doenças cardíacas e pulmonares. As preocupações com o impacto potencial do MP₁₀ sobre a saúde cresceram rapidamente em anos recentes.

No município de Santa Gertrudes há um grande número de indústrias de grande porte de pisos cerâmicos esmaltados (21 indústrias) dentro do perímetro urbano e arredores, cuja produção representa cerca de 50% da produção nacional deste tipo de produto. Estas indústrias são potenciais emissoras de partículas.

Atendendo à solicitação da Agência Ambiental de Piracicaba, está sendo realizado o monitoramento de partículas inaláveis nesta região, desde fevereiro de 2001.

2. OBJETIVO

Avaliar as concentrações de partículas inaláveis no Município de Santa Gertrudes, sendo que esta Informação Técnica apresenta os resultados parciais do monitoramento.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Amostragem e Análise

O partículas inaláveis em suspensão na atmosfera foram coletadas em Amostrador de Grande Volume acoplado a um separador inercial de partículas. Neste sistema, o ar é aspirado através de uma entrada especialmente projetada, onde o material particulado em suspensão é separado em uma fração de tamanho igual ou inferior a 10 µm. O material é retido em um filtro e a massa, determinada por diferença de pesagem, é dividida pelo volume de ar amostrado obtendo-se assim os valores de concentração.

3.2. Local e Período de Amostragem

As amostras foram coletadas em Santa Gertrudes, à Av. Rômulo Tonon, esquina com a rua 6, no pátio da Maternidade, conforme ilustrado na Figura 1. As coordenadas do ponto de amostragem são 0239404 e 7514354 (UTM). O período de amostragem considerado neste estudo estendeu-se de 11/2/2001 a 27/10/2001. Este monitoramento ainda continua sendo realizado neste local.

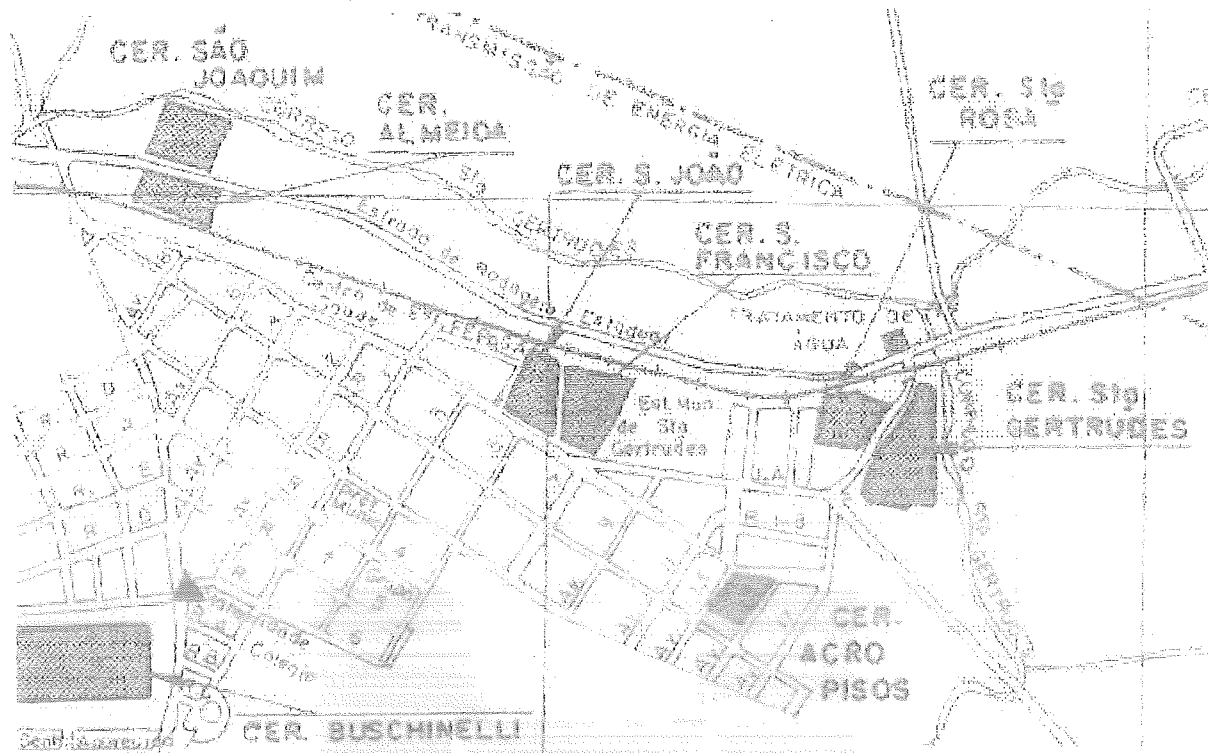


FIGURA 1: Localização da estação de amostragem de partículas inaláveis (▲) no Município de Santa Gertrudes

4. RESULTADOS

As concentrações de partículas inaláveis na atmosfera, no local do monitoramento, são apresentadas na tabela 1.

TABELA 1: Concentração de partículas inaláveis em Santa Gertrudes, no período de 11/2/2001 a 27/10/2001.

| Data da Amostragem m | MP ₁₀ (µg/m ³) | Data da Amostragem | MP ₁₀ (µg/m ³) | Data da Amostragem | MP ₁₀ (µg/m ³) |
|-------------------------|--|--------------------|--|--------------------|--|
| 11/2 | 30 | 6/5 | 39 | 4/8 | 106 |
| 17/2 | 40 | 12/5 | 57 | 10/8 | 141 |
| 23/2 | 98 | 18/5 | 61 | 16/8 | 142 |
| 1/3 | 64 | 24/5 | 83 | 22/8 | 86 |
| 7/3 | 38 | 30/5 | 64 | 28/8 | 51 |
| 13/3 | 45 | 5/6 | 75 | 3/9 | 87 |
| 19/3 | 79 | 11/6 | 79 | 9/9 | 98 |
| 25/3 | 44 | 17/6 | 65 | 15/9 | 33 |
| 31/3 | 41 | 23/6 | 131 | 21/9 | 105 |
| 6/4 | 67 | 29/6 | 95 | 27/9 | - |
| 12/4 | 67 | 5/7 | 128 | 3/10 | 43 |
| 18/4 | - | 11/7 | 106 | 9/10 | 39 |
| 24/4 | - | 17/7 | 84 | 15/10 | 89 |
| 30/4 | 84 | 23/7 | 43 | 21/10 | 45 |
| | | 29/7 | 40 | 27/10 | 109 |

5. DISCUSSÃO

Na figura 2, é apresentado o perfil de concentração de partículas inaláveis medidas no Município de Santa Gertrudes, no período de fevereiro a outubro de 2001 e, para efeito de comparação, em Piracicaba, no bairro Algodão, no mesmo período.

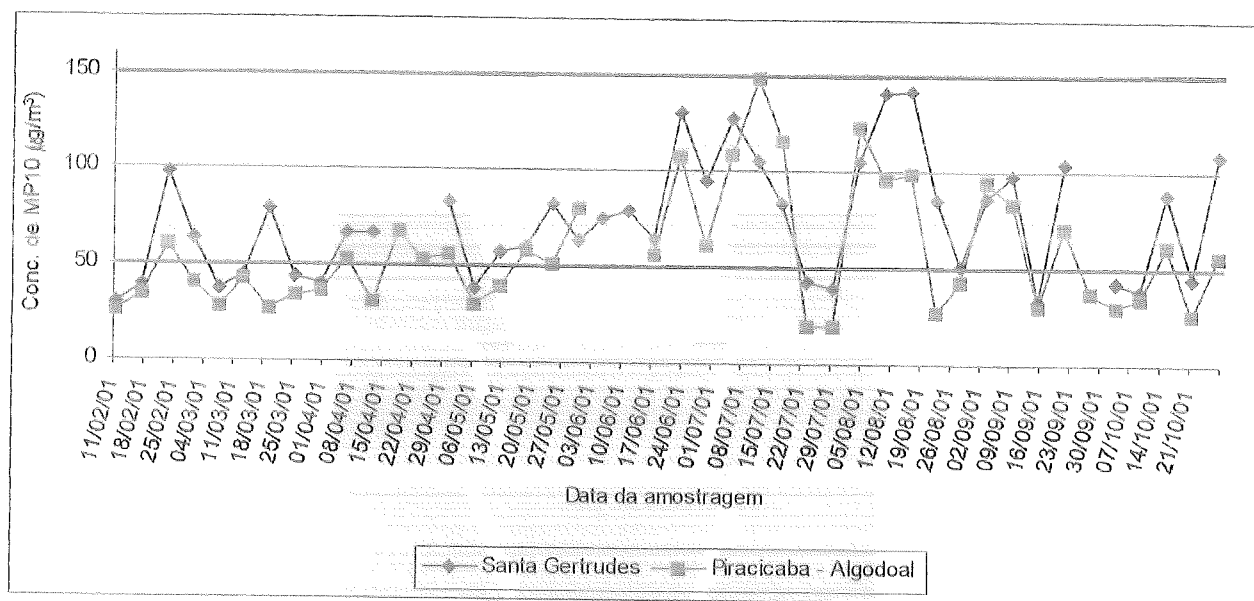


FIGURA 2: Perfil de concentração de material particulado inalável no Município de Santa Gertrudes e em Piracicaba, bairro Algodão, no período de fevereiro a outubro de 2001.

Um padrão de qualidade do ar define legalmente o limite máximo para a concentração de um poluente atmosférico que garanta a proteção da saúde e do bem estar das pessoas. Os padrões de qualidade do ar são baseados em estudos científicos dos efeitos produzidos por poluentes específicos e são fixados em níveis que possam propiciar uma margem de segurança adequada. Os padrões primários podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo. Os padrões estabelecidos para partículas inaláveis na Resolução CONAMA nº 03/90 são $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, média de 24 horas, e $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, média anual.

A concentração média de partículas inaláveis na atmosfera de Santa Gertrudes neste período foi $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$, superior à concentração medida em Piracicaba, Algodão, $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Observa-se que nos meses de inverno ocorreram picos de concentração, época em que as condições atmosféricas são, de maneira geral, mais desfavoráveis à dispersão dos poluentes.


INFORMAÇÃO TÉCNICA N.º: 10/01/EQQA

Em Santa Gertrudes, não foi registrada ultrapassagem do padrão diário de qualidade do ar para este poluente, $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, salientando-se que as medições foram realizadas a cada 6 dias.

6. CONCLUSÃO

Os dados apresentados neste Informe Técnico correspondem a 9 meses de monitoramento, havendo indícios de que o padrão anual de qualidade do ar para partículas inaláveis, de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pode vir a ser ultrapassado. Quanto ao padrão diário de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, não se observou ultrapassagem, em que pese as medições serem realizadas a cada 6 dias.

Para caracterizar de forma mais conclusiva a poluição atmosférica por partículas inaláveis no Município de Santa Gertrudes, é necessária a continuidade do monitoramento de modo a se obter pelo menos 1 ano de dados.


Quím. Maria Helena R. B. Martins
Gerente do Setor de Amostragem e
Análise do Ar


Quím. Maria Cristina N. de Oliveira
Setor de Amostragem e Análise do Ar

DATA: 28/12//2002
ASSUNTO: Determinação de Partículas Inaláveis (MP₁₀) em Piracicaba, Bairro Algodal
SOLICITANTE: Agência Ambiental de Piracicaba - CPc-P

1. INTRODUÇÃO

Entende-se por partículas inaláveis as partículas de material sólido ou líquido que ficam em suspensão na atmosfera, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc., com diâmetro aerodinâmico inferior a 10 µm. Partículas nesta faixa de tamanho são de grande importância, já que são suficientemente pequenas para penetrar profundamente nos pulmões.

As partículas são frequentemente classificadas como primárias, aquelas emitidas diretamente para a atmosfera pelas fontes de emissão, ou secundárias, aquelas formadas na atmosfera através da reação química entre poluentes primários e/ou constituintes naturais da atmosfera.

A distribuição do tamanho das partículas é ditada pelo processo que gera o aerossol, sendo que as partículas inaláveis se concentram em 2 faixas de tamanho, comumente designadas partículas inaláveis finas (<2,5 µm) e partículas inaláveis grossas (2,5 µm a 10 µm). As partículas inaláveis finas são, geralmente, emitidas por atividades tais como combustão industrial e exaustão de veículos automotores. Elas também se formam na atmosfera a partir de gases como dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis, que são emitidos em atividades de combustão, transformando-se em partículas como resultado de reações químicas no ar. As partículas inaláveis grossas na atmosfera são, sobretudo, o resultado de processos mecânicos, como operações de moagem e ressuspensão de poeira. Materiais geológicos tendem a dominar essa moda.

A Cia Siderúrgica Belgo-Mineira, cujos processos industriais envolvem operações potencialmente geradoras de material particulado, localiza-se em região densamente povoada, no bairro Algodal, em Piracicaba. Uma vez que, segundo a Agência Ambiental, havia reclamações por parte da população no que se refere à qualidade do ar, iniciou-se o monitoramento de partículas inaláveis (MP₁₀) nesta região.

2. OBJETIVO

Avaliar as concentrações de partículas inaláveis no entorno da Cia Siderúrgica Belgo-Mineira, no bairro Algodal, em Piracicaba. Esta Informação Técnica apresenta os resultados parciais do monitoramento.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Amostragem e Análise

O partículas inaláveis em suspensão na atmosfera foram coletadas em Amostrador de Grande Volume acoplado a um separador inercial de partículas. Neste sistema, o ar é aspirado através de uma entrada especialmente projetada, onde o material particulado em suspensão é separado em uma fração de tamanho igual ou inferior a 10 µm. O material é retido em um filtro e a massa, determinada por diferença de pesagem, é dividida pelo volume de ar amostrado obtendo-se assim os valores de concentração.

3.2. Local e Período de Amostragem

As amostras foram coletadas em Piracicaba, no Bairro Algodal, à Av. Francisco de Souza, altura do número 1098 (Figura 1). As coordenadas do ponto de amostragem são 0226404 e 7487283 (UTM). Foram coletadas amostras de 24 horas a cada 6 dias. O período de amostragem considerado neste estudo estendeu-se de 11/2/2001 a 27/10/2001. Este monitoramento ainda continua sendo realizado neste local.



FIGURA 1: Vista da Cia Belgo-Mineira, no Município de Piracicaba, bairro Algodal, a partir do ponto em que está instalado o monitor de partículas inaláveis.

4. RESULTADOS

As concentrações diárias (média de 24 horas) de partículas inaláveis na atmosfera, no local do monitoramento, são apresentadas na tabela 1.

TABELA 1: Concentração diária de partículas inaláveis em Piracicaba, bairro Algodal, no período de 11/2/2001 a 27/10/2001.

| Data da Amostragem | MP ₁₀ (µg/m ³) | Data da Amostragem | MP ₁₀ (µg/m ³) | Data da Amostragem | MP ₁₀ (µg/m ³) |
|--------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------|---------------------------------------|
| 11/2 | 26 | 6/5 | 30 | 4/8 | 123 |
| 17/2 | 34 | 12/5 | 40 | 10/8 | 96 |
| 23/2 | 61 | 18/5 | 59 | 16/8 | 99 |
| 1/3 | 41 | 24/5 | 51 | 22/8 | 27 |
| 7/3 | 28 | 30/5 | 81 | 28/8 | 43 |
| 13/3 | 43 | 5/6 | - | 3/9 | 95 |
| 19/3 | 27 | 11/6 | - | 9/9 | 84 |
| 25/3 | 34 | 17/6 | 56 | 15/9 | 30 |
| 31/3 | 37 | 23/6 | 108 | 21/9 | 71 |
| 6/4 | 53 | 29/6 | 62 | 27/9 | 38 |
| 12/4 | 31 | 5/7 | 109 | 3/10 | 30 |
| 18/4 | 68 | 11/7 | 148 | 9/10 | 34 |
| 24/4 | 53 | 17/7 | 116 | 15/10 | 62 |
| 30/4 | 56 | 23/7 | 20 | 21/10 | 26 |
| | | 29/7 | 20 | 27/10 | 56 |

5. DISCUSSÃO

Na figura 2, é apresentado o perfil de concentração diária de partículas inaláveis medidas em Piracicaba, no Bairro Algodal, no período de fevereiro a outubro de 2001 e, para efeito de comparação, no Município de Santa Gertrudes, no mesmo período.

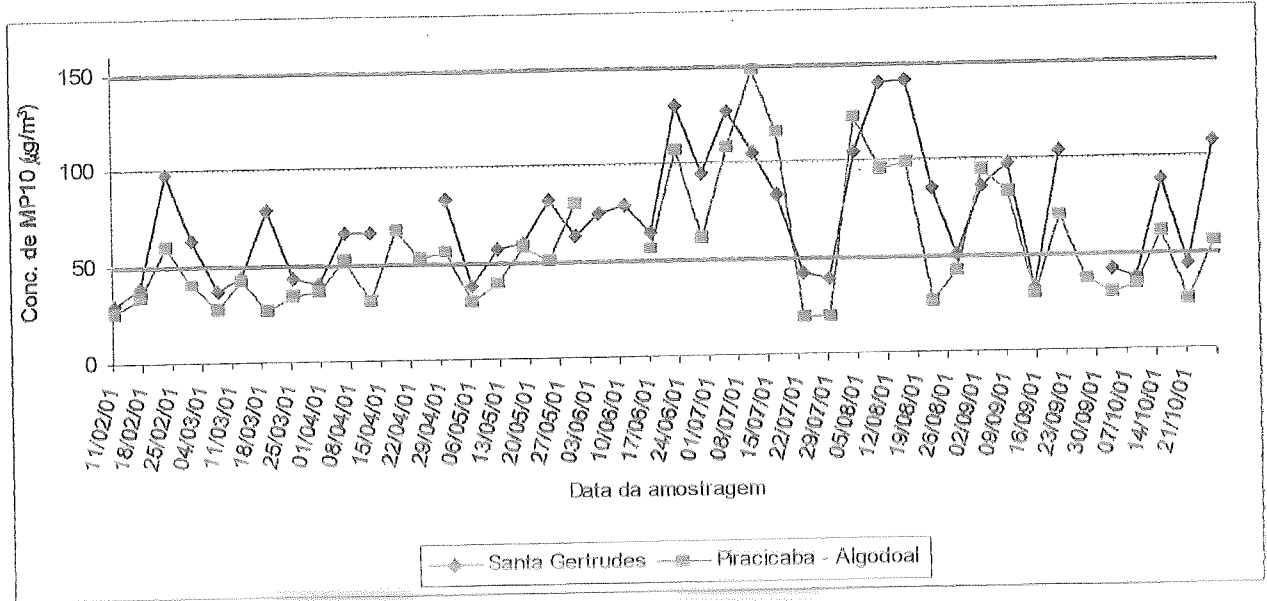


FIGURA 2: Perfil de concentração diária de material particulado inalável em Piracicaba, bairro Algodão, no período de fevereiro a outubro de 2001.

Um padrão de qualidade do ar define legalmente o limite máximo para a concentração de um poluente atmosférico que garanta a proteção da saúde e do bem estar das pessoas. Os padrões de qualidade do ar são baseados em estudos científicos dos efeitos produzidos por poluentes específicos e são fixados em níveis que possam propiciar uma margem de segurança adequada. Os padrões primários podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo. Os padrões estabelecidos para partículas inaláveis na Resolução CONAMA nº 03/90 são $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, média de 24 horas, e $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, média anual.

A concentração média de partículas inaláveis em Piracicaba, no bairro Algodão, foi $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, inferior à concentração média medida no Município de Santa Gertrudes neste mesmo período, $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$. O perfil das concentrações mostra em ambos os locais a ocorrência de picos de concentração nos meses de inverno, época em que as condições atmosféricas são, de maneira geral, mais desfavoráveis à dispersão dos poluentes.

Em Piracicaba, nas imediações da Cia Siderúrgica Belgo-Mineira, no bairro Algodão, não se verificou ultrapassagem do padrão diário de qualidade do ar para partículas inaláveis, $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, durante o período de monitoramento, salientando-se que as medições de 24 horas foram realizadas a cada 6 dias, e não diariamente. Entretanto o valor máximo observado ($148 \mu\text{g}/\text{m}^3$), esteve bastante próximo do padrão.

6. CONCLUSÃO

Os dados apresentados neste Informe Técnico correspondem a 9 meses de monitoramento. A ordem de grandeza dos dados obtidos neste período de monitoramento, média de $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sugerem a possibilidade de ultrapassagem do padrão anual de qualidade do ar para partículas inaláveis, de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Quanto ao padrão diário de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, não se observou ultrapassagem, em que pese as medições de 24 horas serem realizadas a cada 6 dias. Entretanto o valor máximo observado ($148 \mu\text{g}/\text{m}^3$), esteve bastante próximo do padrão.

Para caracterizar de forma mais conclusiva a poluição atmosférica por partículas inaláveis no Bairro Algodão, em Piracicaba, é necessária a continuidade do monitoramento de modo a se obter pelo menos um ano de dados.


Quím. Maria Helena R. B. Martins
Gerente do Setor de Amostragem e
Análise do Ar


Quím. Maria Cristina N. de Oliveira
Setor de Amostragem e Análise do Ar

DATA: 12/11/01

INTERESSADO: Galvani Ind., Com. e Serv. LTDA.

ASSUNTO: Análise de fluoretos gasosos na atmosfera e na vegetação no entorno da Indústria Galvani Ind., Com. e Serv. LTDA. - Paulínia - SP

SOLICITANTE: Agência Ambiental de Paulínia – CPr-PA

1. INTRODUÇÃO

Dando continuidade a avaliação da qualidade do ar nas proximidades da indústria Galvani Ind., Com. e Serv. LTDA, localizada no município de Paulínia, foi realizado monitoramento com o objetivo de verificar a contaminação na atmosfera e na vegetação por fluoretos gasosos.

2. HISTÓRICO

Nos últimos anos foram registradas diversas reclamações da comunidade residente nas proximidades da Indústria Galvani.

Estudos realizados pelo Setor de Ecossistemas Terrestres, incluindo biomonitoramento utilizando-se a espécie *Cordyline terminalis* e análises químicas de espécies cultivadas na região em 1988, 1991, 1995 e 1999 (CETESB, 1988; CETESB, 1992; CETESB, 1996; CETESB, 1999), bem como medições das taxas de fluoretos gasosos realizados nas proximidades da Indústria Galvani, pelo Setor de Amostragem e Análise do Ar – EQQA (CETESB, 1994), confirmaram contaminação da vegetação e da atmosfera por fluoretos gasosos.

A presente informação técnica contém os dados obtidos de junho a setembro de 2001.

3. LOCALIZAÇÃO

As amostragens de taxas de fluoretos gasosos foram realizadas em 9 pontos, no entorno da GALVANI e o biomonitoramento realizado em 4 pontos, a saber:

| | |
|---|--------------------------------------|
| Ponto 1 – Tiziane (taxa e vegetação) | Ponto 6 – Próximo a Eucatex (taxa) |
| Ponto 2 – Sítio Myia (taxa e vegetação) | Ponto 7 – Sítio São José (taxa) |
| Ponto 3 – Fantinato (taxa e vegetação) | Ponto 8 – Bairro Betel (taxa) |
| Ponto 4 – Sítio São Benedito (taxa) | Ponto 9 – Próximo a Nutridata (taxa) |
| Ponto 5 – K & M (taxa e vegetação) | |

A Figura 1 representa a localização desses pontos.

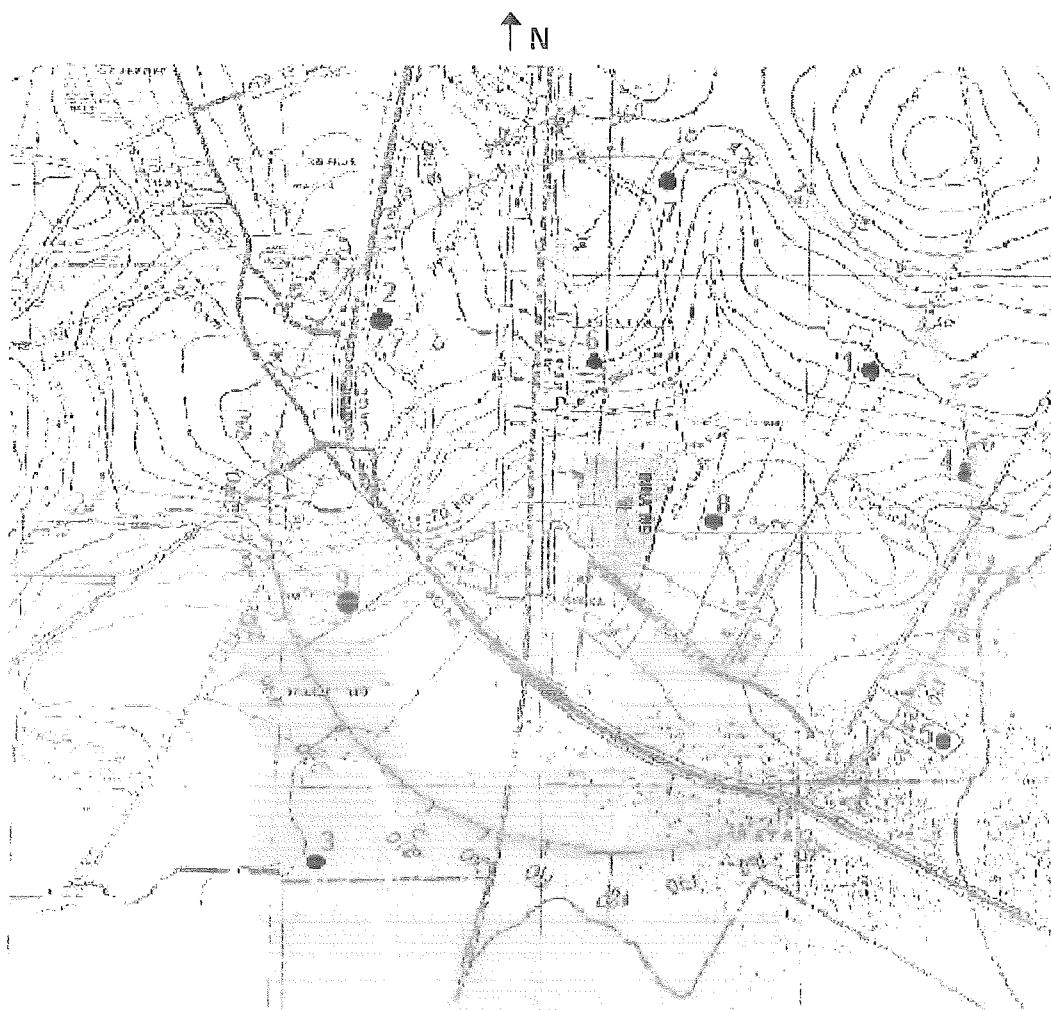


Figura 1 – Localização dos pontos de amostragem no entorno da GALVANI.

4. CONCENTRAÇÃO DE FLUORETOS NA VEGETAÇÃO

Foram escolhidos 4 pontos para amostragens, sendo que em cada um deles foi deixado um grupo de 3 plantas bioindicadoras da espécie *Cordyline terminalis*.

A exposição das plantas teve duração de 29 dias entre 20/06/01 e 19/07/01, e após este período foram encaminhadas para o laboratório do EQSE em São Paulo, onde foram analisados os teores foliares de fluoretos, em amostras compostas, através do método de Van den Heede (1975, modificado), conforme descrito em (CETESB, 1998).

As plantas expostas foram cultivadas na sede da CETESB em São Paulo em área isenta de contaminação por fluoretos, para serem utilizadas como valores de referência.

Os resultados obtidos nas análises são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Concentração foliar de fluoretos em plantas bioindicadoras expostas nas proximidades da indústria Galvani.

| Local de exposição | Concentração foliar de fluoretos gasosos µg F/g PS | |
|--------------------|---|-----------------------------|
| | Antes do período de exposição | Após o período de exposição |
| 1 | 10.7* | 14.5** |
| 2 | 12.6* | 67.6** |
| 3 | 13.2* | 27.3** |
| 5 | 14.1* | 27.3** |

* planta sem injúria foliar visível

** planta com injúria visível característica de fluoretos

Nas amostras dos pontos 2, 3 e 5, encontramos valores mais altos que o limite máximo considerado normal em vegetação para plantas de clima temperado, 20 µg F/g PS (PUSHNIK and MILLER, 1990) e utilizado pelo EQSE como referência de qualidade.

No caso da amostra do ponto 1 (Tiziane), o valor encontrado apesar de ser considerado dentro do limite de qualidade como normal, é possível verificar que houve uma exposição a fluoretos na atmosfera, visto que as plantas tinham uma concentração de fluoretos menor antes da exposição. Ressalta-se o fato deste ponto localizar-se fora do eixo preferencial de ventos, o que dificulta a chegada de poluentes e conseqüentemente a acumulação.

Nota-se ainda que, à medida que os locais de coleta vão se distanciando da potencial fonte de emissão, as concentrações de fluoretos nas espécies analisadas vão decaindo.

Um dos pontos de exposição (ponto 2 - Myia), já foi local de estudos anteriores realizados pelo EQSE com plantas bioindicadoras da espécie *Cordyline terminalis*, desta forma foi possível comparar os dados anteriores com os obtidos nesta última exposição (CETESB, 1996).

Tabela 2 – Concentração foliar de fluoretos em plantas bioindicadoras expostas em quatro campanhas diferentes no mesmo ponto de amostragem (ponto 2 - Myia)

| Concentração foliar de fluoretos gasosos µg F/g Os ponto 2 - Sítio Myia | |
|---|-------|
| 1991 | 103.9 |
| 1994 | 47.34 |
| 1995 | 40.16 |
| 2001 | 67.6 |

Observou-se que a concentração foliar de fluoretos obtidos na última campanha só são superados pelo valor obtido em 1991. Em relação aos valores obtidos em 94 e 95, a concentração atual de fluoretos nas plantas supera em cerca de 50% os valores obtidos anteriormente, sugerindo ter havido um aumento das emissões em relação as campanhas realizadas em 94 e 95.

Tabela 4 – Taxa de fluoreto gasoso em quatro campanhas diferentes no mesmo ponto de amostragem (ponto 2 - Myia).

| Período | Taxa de fluoretos gasosos µg /100cm ² .30 dias ponto 2 | |
|-----------------|---|--------|
| | Média | Máxima |
| Jun/92 a jul/93 | 148 | 274 |
| Nov/94 a dez/94 | 377 | - |
| Out/95 a nov/95 | 588 | - |
| Jun/01 a set/01 | 940 | 1357 |

Para efeito de comparação, na tabela 5 são apresentados os resultados obtidos em estudos realizados em Cubatão (CETESB, 1986) onde estão instaladas diversas indústrias de fertilizantes, Cajati (CETESB, 1994a) e Cordeirópolis (CETESB, 1993; 1998a). Observa-se, que os valores de taxas encontrados no presente estudo, no ponto 2 (sítio Myia), foram bastante elevados, sendo comparáveis as obtidas em Cubatão. Já as taxas médias encontradas nos pontos 6 (próximo a Eucatex) e 9 (próximo a Nutridata) foram maiores que as encontradas no monitoramento realizado em Cordeirópolis onde foram detectados níveis de contaminação tais que comprometiam a vegetação ali existente. Ressalta-se que estas injúrias podem ter sido causadas por episódios agudos de poluição do ar, que não são detectados por este tipo de metodologia onde são medidas as taxas médias. Nos demais pontos as taxas médias estiveram entre o valor obtido em Cajati, onde não se verificou danos visíveis à vegetação, e o obtido em Cordeirópolis.

Tabela 5 – Taxas de fluoretos na atmosfera, expressas em µgF/100cm²/30dias, obtidas em estudos realizados em Cubatão, Cajati e Cordeirópolis.

| Local | Estação | Período | Taxa média | Faixa de valores de taxa encontrados |
|---------------|-----------------------------------|-----------------|------------|--------------------------------------|
| Cubatão | Vale do Moji | ago/85 a nov/85 | 2011 | 1237 a 3261 |
| | | jun/87 a out/87 | 1038 | 371 a 2143 |
| | | ago/00 a set/00 | 1252 | 1033 a 1470 |
| Cajati | Nunes Paiva | Nov/92 a ago/93 | 24 | 9 a 57 |
| Cordeirópolis | Regiões agrícolas (vários locais) | Jun/93 a set 93 | 175 | 50 a 292 |
| | | Jun/01 a ago/01 | 151 | 39 a 250 |

5.2 Monitoramento de Fluoretos na Atmosfera realizado pela Galvani

Quanto aos resultados do monitoramento de fluoretos sólidos e gasosos apresentados pela Galvani e encaminhados para avaliação, temos as seguintes considerações a fazer:

- A partir de março de 2001 a empresa utiliza nas planilha de monitoramento de fluoretos (gasoso e particulado) a unidade ppm enquanto que no resumo das planilhas de monitoramento apresenta os mesmos dados em µg/m³, sendo que esta unidades diferem de um fator de 800.
- Nas planilhas de setembro de 2001, enviadas ao EQQA, a empresa apresenta no resumo das planilhas de monitoramento, item 2.2, os dados de fluoretos sólidos e

gasosos, mas comparando-se com a planilha de monitoramento observa-se que estes dados estão invertidos, os fluoretos gasosos, se referem aos sólidos e os sólidos aos gasosos. Nesta planilha os dados do ponto 2 (Myia) para fluoretos atingem $17,84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ valor este considerado muito elevado independente de ser gasoso ou sólido.

- Quanto aos valores de fluoretos gasosos (24 h) obtidos no ponto 2 (Myia), estação mais crítica em função da predominância da direção dos ventos, apresentados, considerando-se a unidade $\mu\text{g}/\text{m}^3$, observa-se, no período de maio a setembro de 2001, que a máxima observada em cada mês foi superior $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sendo que em setembro de 2001 atingiram $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A Tabela 1 apresenta os valores máximos de concentração de HF às quais podem ser expostas espécies com diferentes níveis de resistência¹. Esses valores foram determinados para espécies naturais de clima temperado e indicados aqui apenas como referência. Observa-se, na tabela, que os valores atuais diários praticados pela Galvani superam em muito o limite existente para espécies sensíveis e intermediárias. As médias mensais obtidas, no ponto 2 (Myia), também estiveram acima do limite permitido para 1 mês de exposição, chegando a atingir $1,49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ no mês de setembro de 2001, acima portanto do nível permitido para espécies intermediárias.

TABELA 1- Valores máximos de concentração de HF para proteção da vegetação¹.

| NÍVEL DE RESISTÊNCIA DAS ESPÉCIES | DURAÇÃO DA EXPOSIÇÃO | | |
|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--|
| | 1 DIA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 1 MÊS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 7 MESES ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (estação de crescimento) |
| SENSÍVEL | 1,0 | 0,3 | 0,2 |
| INTERMEDIÁRIO | 2,0 | 0,6 | 0,4 |
| MENOS SENSÍVEL | 7,5 | 2,5 | 1,2 |

- O EQQA vem constatando falhas e inconsistência dos dados apresentados pela Galvani referente ao monitoramento de fluoreto desde a primeira visita realizada a empresa em 07/10/1999, portanto há mais de 2 anos. Em Parecer técnico 05/2001/EQQA de 13/02/01 a CETESB constatou a falta de consistência e confiabilidade nos dados apresentados pela empresa, constatação esta que reiteramos no momento em função dos problemas relatados acima.
- Em reunião realizada em 18/04/2001, internamente na CETESB, foi sugerido que o monitoramento de fluoreto fosse realizado por Instituição com reconhecida capacidade técnica e tradição (folha 1331), fato este não acordado com a empresa até o momento.

¹ VDI 2310. Maximum Immission Values to Protect Vegetation; Maximum Immission Values for Hidrogen Fluoride. Part 3, Dec. 1998.

6. CONCLUSÕES

A. Concentração de Fluoretos na Vegetação

Em relação aos resultados obtidos através de análises do conteúdo foliar de fluoretos das espécies vegetais coletadas nas proximidades da indústria Galvani em 2001, temos a concluir que:

- nos pontos Sítio Myia, Fantinato e K&M, foram obtidos valores acima do que é considerado como referência de qualidade para a vegetação, sendo que o Sítio Myia foi o que obteve o valor mais alto de contaminação (tabela 1);
- todas as plantas apresentaram injúrias foliares características de contaminação por fluoretos gasosos;
- no ponto Tiziane o valor obtido esta dentro do índice de referência de qualidade. Porém, observa-se que a concentração de fluoretos aumentou durante o período de exposição, indicando presença de contaminantes na área.
- a concentração foliar de fluoretos obtidas nesta campanha de exposição no sítio Myia, supera os valores obtidos em 94 e 95 indicando ter havido um aumento das emissões de fluoretos gasosos.

B. Fluoretos na Atmosfera

Já em relação aos resultados de taxas de fluoretos gasosos na atmosfera obtidos nas proximidades da indústria Galvani no monitoramento realizado pela CETESB em 2001, conclui-se que:


- nos pontos Sítio Myia, Eucatex e Nutridata os níveis de fluoretos encontrados mostraram-se bastante elevados em relação aos demais pontos de amostragem, principalmente no ponto Sítio Myia;
- as taxas de fluoretos obtidas neste monitoramento, no sítio Myia (ponto 2) supera os valores obtidos nas demais campanhas, sendo que os valores de taxas aumentaram ao longo dos anos, indicando um aumento gradual de fluoretos gasosos na atmosfera;
- em termos de qualidade do ar, no que se refere ao fluoreto, pode-se dizer que não ocorreu qualquer melhora durante toda a década de 90.

Quanto ao monitoramento de fluoretos realizado pela empresa pode-se afirmar que:

- os resultados apresentados pela empresa são inconsistentes, as falhas e a falta de confiabilidade apresentadas neste parecer somam-se as constatadas no Parecer Técnico 05/2001/EQQA de 13/02/01;
- mesmo inconsistentes, os valores de fluoretos na atmosfera apresentados pela Galvani são bastante elevados, quando comparados a valores de referência determinados para espécies vegetais de clima temperado.
- em função do acima exposto conclui-se que existem fontes e vias de fuga dos poluentes na indústria Galvani que não estão efetivamente identificadas e controladas.


Biól. Márcio Rodrigues Lopes
Setor de Ecossistemas Terrestres
Reg. 01.5021-4

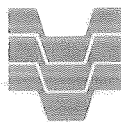

Quím. Cristiane F. Fernandes Lopes
Setor de Amostragem e Análise do Ar
Reg. 01.6365-6


Biól. Rodrigo Coelho Fialho
Gerente do Setor de Ecossistemas Terrestres
Reg. 01.5095-8


Quím. Maria Helena R. B. Martins
Gerente do Setor de Amostragem e Análise do Ar
Reg. 01.3927-0

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARNDT, U.; FLORES, F.E.V.; WEINSTEIN, L.H. Efeito do flúor sobre as plantas: diagnose de danos na vegetação do Brasil. Porto Alegre, Editora da Universidade / UFRGS, 1995. 155 p.
- CETESB. "Avaliação da Qualidade do Ar na Serra do Mar – Primeira Etapa: Levantamento no Vale do Mogi." São Paulo, 1986.
- CETESB. Processo SURCA 05/0213/8 folhas 7 a 27 . São Paulo, fevereiro 1988
- CETESB. Laudo Técnico DPTE, 1988.
- CETESB. Danos à vegetação por fluoretos gasosos em Paulínia S.P. Informação Técnica 005/92–DPTE. São Paulo, outubro 1992.
- CETESB – Avaliação dos Níveis de Fluoretos no Município de Cordeirópolis. São Paulo, 1993.
- CETESB – "Estudos de Fluoretos nos Arredores da Indústria Galvani, Município de Paulínia." São Paulo, 1994.
- CETESB – Avaliação dos Teores de Fluoreto e Sulfato na Atmosfera do Município de Cajati. São Paulo, 1994a.
- CETESB. Contaminação por fluoreto na vegetação pela Indústria Galvani Fertilizantes Ltda em Paulínia – SP. Informação técnica 001/96 –EQSE, 1996.
- CETESB. Revisão da metodologia de monitoramento ativo de fluoreto com o bioindicador *Cordyline terminalis*. Relatório Técnico. São Paulo, dezembro de 1998.
- CETESB. Avaliação dos níveis de fluoretos no município de Cordeirópolis. São Paulo, 1998^a
- CETESB. Contaminação da vegetação por fluoretos gasosos no entorno da Indústria Galvani Fertilizantes Ltda. – Paulínia – S.P. Parecer Técnico 010/99/EQSE , 1999.
- CETESB. "Avaliação dos fluoretos gasosos na atmosfera da região de Cubatão – 2000." São Paulo, 2001.
- PENDIAS, A. K. & PENDIAS, H. – "Trace elements in soils and plants. Florida, CRC Press, 1984, 315 p.
- PUSHNIK & MILLER. "The Influence of elevated fluoride on the physiology and metabolism of higher plants". **Fluoride** 23(1):5-19, 1990.



CETESB

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Fone: (011) 3030-6000 - Fax: (011) 3030-6402

Telex: 1183053 CETS - BR - CEP 05489-900

São Paulo - SP - Brasil