

DIRETORIA DE ENGENHARIA, TECNOLOGIA E QUALIDADE AMBIENTAL

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DO AR

DIVISÃO DE TECNOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR

SETOR DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE DO AR

**CETESB - Companhia de Tecnologia
de Saneamento Ambiental
Biblioteca Prof^o Dr.^o Lucas Nogueira Garcez
Av. Prof^o Frederico Hermann Jr., 345 - Pinheiros
e-mail: biblioteca@cetesb.sp.gov.br
05459-900 - São Paulo - Brasil**

**INFORMES TÉCNICOS
QUALIDADE DO AR
ETQA - 2004**

CLASS.	
AUTOR	
TOMBO	1704

8300
 C338q (RCET)
 001704

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

ALGEBRA LINEAR
 PROF. DR. JOSÉ CARLOS DE ALMEIDA
 1998

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICA

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


DOCUMENTO

Tipo Relatório	Data 21/02/2005	Origem ETQA	Nº Página/V.	Nº Mapas
-------------------	--------------------	----------------	--------------	----------

TÍTULO DO DOCUMENTO

INFORMES TÉCNICOS – QUALIDADE DO AR
ETQA - 2004

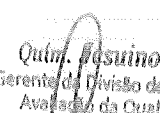
AUTOR RESPONSÁVEL

Assinatura/Carimbo/Data

 Quím. Maria Helena R. B. Martins
 Gerente do Setor de Amostragem
 e Análise do Ar
 Reg. 01.3927-0 CRQ 04215991


AUTORES/ENTIDADES OU UNIDADES A QUE PERTENCEM

ETQA – Setor de Amostragem e Análise do Ar

DOCUMENTO AUTORIZADO

POR:
 Assinatura/Carimbo/Data

 Quím. Masuino Romano
 Gerente da Divisão de Tecnologia de
 Avaliação da Qualidade do Ar
 Reg. 08.2638-3 - CRQ 0018458

DOCUMENTO REVISADO

Assinatura/Carimbo/Data

 Quím. Maria Helena R. B. Martins
 Gerente do Setor de Amostragem
 e Análise do Ar
 Reg. 01.3927-0 CRQ 04215991

CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

EXTERNA INTERNA
 RESERVADA

PALAVRAS CHAVES

Poluição do ar, chumbo, compostos de enxofre total reduzido, fluoretos, dióxido de enxofre, partículas inaláveis, partículas totais em suspensão
 Cubatão, Pindorama, Pirapora do Bom Jesus, São Lourenço da Serra, São Vicente

CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO

DISTRIBUIÇÃO INTERNA

Áreas / Nº de cópias
 ETQA, 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 2004, foram efetuados diversos Informe Técnicos relativos à qualidade do ar, visando auxiliar as ações de controle. O presente relatório é uma compilação destes informes e é composto por:

- 1- Informe Técnico 001/04/ETQA: Avaliação de Material Particulado nas Imediações da Empresa Saint Gobain Vidros S/A localizada em São Vicente
- 2- Informe Técnico 002/03/ETQA: Avaliação do Monitoramento de Chumbo na Poeira Sedimentável no Entorno da Indústria Frey & Stuchi Ltda.
- 3- Informe Técnico 003/04/ETQA/ESSE: Avaliação de Fluoretos na Atmosfera e na Vegetação na Região de Cubatão
- 4- Informe Técnico 005/04/ETQA: Monitoramento de Compostos de Enxofre Total Reduzido nos Municípios de Pirapora do Bom Jesus e São Lourenço da Serra

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	



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

INFORMAÇÃO TÉCNICA: 03/2004/ETQA/ESSE

Na Figura 4, o Ponto 4, localizado dentro da UGAV, apresentou valores bastante altos no início, que diminuíram ao longo do monitoramento. Já nos pontos localizados no Caminho do Mar, os valores não apresentaram grande variação no período. Observa-se também que o Ponto 1 (Vila Parisi) e o Ponto 4 (UGAV) tem perfis semelhantes.

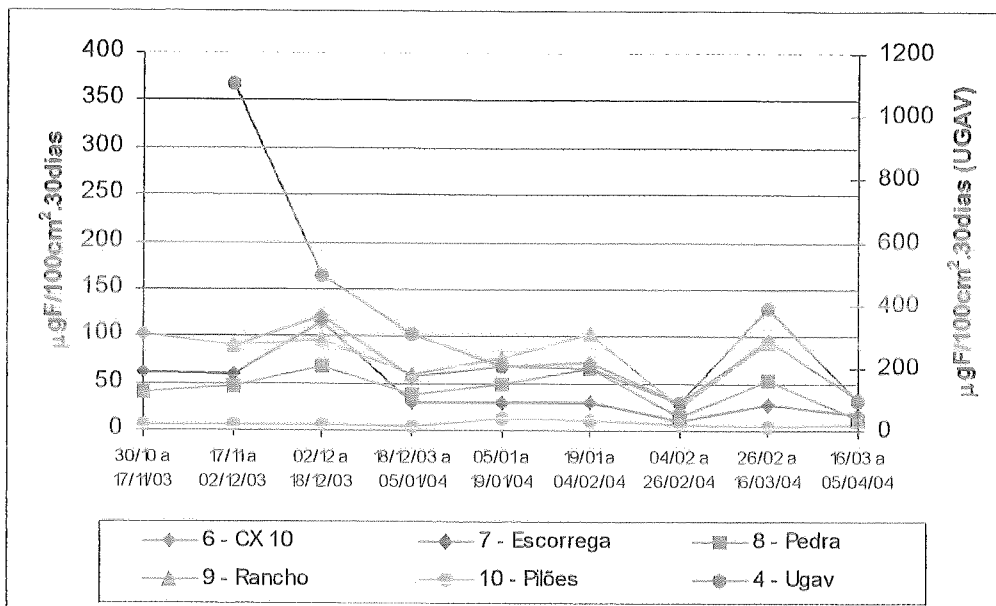


Figura 4 – Perfil das taxas de fluoretos obtidas no Caminho do Mar – Cubatão

Na Tabela 4 são apresentados os resultados de outros estudos em que foram realizadas medições de taxas de fluoretos na região de Cubatão⁶⁻⁹. Apesar desses estudos terem sido realizados em diferentes períodos do ano, pode-se observar que as taxas obtidas no Vale do Mogi, no presente estudo, foram ligeiramente inferiores às observadas no período de 1984 a 1987, época em que ocorreu severa degradação da vegetação da Serra do Mar⁶⁻⁸ e também às observadas em 2000. Já em Vila Parisi os valores estiveram entre os observados em 1984 e 1985.

Tabela 4 - Taxas de fluoretos na atmosfera do município de Cubatão obtidas em estudos anteriores, resultados expressos em µg F/100 cm².30 dias.

Período	Vale dos Pilões		Vale do Mogi		Vila Parisi	
	Taxa Média	Faixa de Valores	Taxa Média	Faixa de Valores	Taxa Média	Faixa de Valores
06/1984 a 09/1984			1090	895 a 1348	784	324 a 1250
08/1985 a 11/1985			2011	1237 a 3261	1617	1011 a 2605
06/1987 a 10/1987			1038	371 a 2143		
08/2000 a 09/2000	30	19 a 41	1252	1033 a 1470	945*	
12/2003 a 04/2004	7	4 a 12	817	339 a 1249	1000	486 a 1977

* taxa referente apenas ao período de 04/09 a 25/09



6. Conclusões

- Observaram-se valores de taxas de fluoretos bastante elevados nos Pontos 1, 3 e 5 instalados em Vila Parisi/Vale do Mogi, indicando a forte presença do poluente na região. Ressalta-se, que o monitoramento foi realizado no verão, onde as condições são mais favoráveis à dispersão de poluentes, maiores valores são esperados no inverno.
- Os valores de taxas observados na região de Vila Parisi/Vale do Mogi foram bastante superiores ao encontrados no Caminho do Mar.
- No Caminho do Mar, os maiores valores obtidos foram nos Ponto 6 e 9, localizados em altitudes de 130 e 510 metros, mas em locais da Serra do Mar onde a vegetação não é tão densa, com a presença de um dossel não tão fechado, estando assim mais expostos as emissões provenientes da região industrial de Cubatão.
- Os resultados observados, com a utilização dos bioindicadores, não ultrapassaram o valor adotado como referência para vegetação (20 µgF/g.ps), com exceção do ponto localizado dentro da UGAV, onde um dos indivíduos da tréplica apresentou valor acima de 20µgF-/g.ps, mas a média da tréplica ficou abaixo deste valor.
- O período de exposição foi caracterizado por alta pluviosidade, o que possibilita a lixiviação do fluoreto, podendo interferir nos resultados das análises da concentração foliar, subestimando sua concentração na atmosfera.
- Recomenda-se a continuação do monitoramento com bioindicadores em períodos de baixa pluviosidade (outono/inverno), quando as condições meteorológicas são mais desfavoráveis para dispersão do poluente, visto que algumas espécies presentes no Caminho do Mar apresentam concentração foliar de fluoreto acima do valor de referência.

7. Medidas de Controle Previstas

Alertada pelos trabalhos desenvolvidos pela área de apoio da CETESB, com relação a emissão de fluoretos gasosos na atmosfera do município de Cubatão, desde 1998, a Agência Ambiental de Cubatão já vem aplicando o denominado: "conceito bolha" para o referido poluente, quando da ampliação e/ou alteração das fontes potenciais de emissão de fluoretos existentes no município.

Durante estes seis anos, foram desenvolvidas ações junto ao Pólo Industrial de Cubatão visando melhorar/diminuir o incremento deste poluente na atmosfera, para isso, estão sendo comprometidas pela Agência Ambiental de Cubatão duas ações específicas que contribuirão de forma significativa na redução da emissão deste poluente na atmosfera, são elas:

1º) Desativação da Unidade de Sulfato de Cálcio da COPEBRAS Ltda., antiga GESPA.

Segundo informações do último inventário publicado pela CETESB, das emissões atmosféricas do Polo Industrial de Cubatão, esta fonte é responsável por 80% da emissão total de fluoretos no município, ou seja, as outras fontes existentes somadas correspondem apenas a 20% do total.

O prazo máximo previsto para desativação desta Unidade divulgado pela própria empresa, durante cerimônia noticiada inclusive na imprensa, realizada no dia 17/06/2004, que contou inclusive com a presença do Presidente da CETESB, Dr. Rubens Lara, é de 24 meses, contados à partir daquela data.



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

INFORMAÇÃO TÉCNICA: 03/2004/ETQA/ESSE

2º) Desativação das lagoas de resfriamento e decantação do fosfogesso gerado pela Unidade de Ácido Fosfórico da ULTRAFERTIL S.A.

Existe um Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta em fase final de discussão, onde está sendo estabelecido que num prazo de aproximadamente 24 meses, contados a partir da assinatura do documento, a empresa efetuará modificações no processo produtivo de Ácido Fosfórico, alterando a forma de transporte e disposição do resíduo denominado fosfogesso, que será recolhido diretamente através de caminhões e disposto em aterro industrial próprio.

Com esta medida evita-se toda a emissão de fluoretos gasosos provenientes das três lagoas de decantação e da lagoa de resfriamento. Ressalta-se que tais emissões, por tratarem-se de emissões fugitivas não são computadas no inventário de emissões atmosféricas publicado anualmente pela CETESB.

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

Téc. Amb. José Bezerra de Souza
Setor de Ecossistemas Terrestres
Reg. 01.4636-5

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



8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. CETESB. Revisão da metodologia de monitoramento ativo de fluoreto com o bioindicador *Cordyline terminalis*. Relatório Técnico. São Paulo, dezembro de 1998.
2. VAN DEN HEEDE, H. - Determination of fluoride in vegetation: A comparative study of four sample preparation methods. *Journal of the AOAC*, 1975. Vol. 58 (6):1135-1137.
3. PUSHNIK, J. C. & MILLER, G. W. - The influences of elevated environmental fluoride on the physiology and metabolism of higher plants. *Fluoride*, 1990. vol. 23 (1): 5-19.
4. FIALHO, R.C. – Acumulação foliar de fluoretos e seu significado ecológico em espécies arbóreas da Mata Atlântica, Cubatão – SP. Tese de Mestrado em Ecologia. Universidade de São Paulo, 1997.
5. CETESB. Taxa de Fluoreto - Método da Placa com Trietanolamina.
6. CETESB. Distribuição de Dióxido de Nitrogênio e Fluoretos Gasosos em Cubatão. São Paulo, 1985.
7. CETESB. Avaliação da Qualidade do Ar na Serra do Mar - 1ª Etapa Levantamento no Vale do Mogi. São Paulo, 1986.
8. CETESB. Poluentes Atmosféricos na Serra do Mar - Cubatão - Níveis de 1985 e 1987. São Paulo, 1988.
9. CETESB. Avaliação dos Fluoretos Gasoso na região de Cubatão - 2000. São Paulo, 2001.



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

INFORMAÇÃO TÉCNICA Nº05/2004/ETQA

DATA: 15/12/2004

ASSUNTO: Monitoramento de Compostos de Enxofre Total Reduzido nos Municípios de Pirapora do Bom Jesus e São Lourenço da Serra

SOLICITANTE: Centro de Vigilância Epidemiológica da Secretaria de Estado da Saúde
Ofícios CVE/DOMA Nº270/2004 e Nº610/2004

1. INTRODUÇÃO

Em atendimento à solicitação do Centro de Vigilância Epidemiológica (CVE) da Secretaria de Estado da Saúde, Divisão de Meio Ambiente (Ofícios CVE/DOMA Nº270/2004 e Nº610/2004), o Setor de Amostragem e Análise do Ar (ETQA) em conjunto com o Setor de Telemetria (ETQT) realizaram o monitoramento de compostos de enxofre total reduzido (ETR) na atmosfera do Município de Pirapora do Bom Jesus no período de 28 de abril a 01 de junho de 2004 e, posteriormente, de 9 de agosto a 13 de setembro de 2004. Visando comparar as concentrações de ETR em Pirapora com as concentrações em um local em que as fontes de emissão deste poluente são, em tese, irrelevantes, foi feito o monitoramento de ETR em São Lourenço da Serra, no período de 3 de junho a 25 de junho de 2004.

O estudo a ser desenvolvido pelo CVE visa, segundo o ofício recebido, investigar a taxa de sintomas respiratórios nos moradores de ambos os Municípios e detectar a possível associação de tais sintomas com a poluição atmosférica em Pirapora do Bom Jesus, decorrente da contaminação do rio Tietê.

Os resultados da primeira etapa do monitoramento foram apresentados na Informação Técnica Nº4/2004/ETQA e fazem parte do presente documento, onde constam os resultados de todo o estudo realizado em Pirapora do Bom Jesus e em São Lourenço da Serra.

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os compostos de enxofre reduzido podem ocorrer naturalmente no ambiente como resultado de degradação microbiológica de sulfatos, sob condições anaeróbias, e como resultado da decomposição bacteriológica de proteínas. Assim, a combinação de um ambiente anaeróbio com matéria orgânica contendo sulfato, como ocorre em corpos de água estagnada, resultará na produção de compostos de enxofre reduzido⁽¹⁾. Tais compostos, em especial o sulfeto de hidrogênio (H₂S), podem ser utilizados como indicador deste tipo de poluição.

A soma das concentrações destes compostos é denominada enxofre total reduzido (ETR), dentre os quais os mais comuns e abundantes são: sulfeto de hidrogênio (H₂S), metilmercaptana (CH₃SH), dimetil sulfeto ((CH₃)₂S) e dimetil dissulfeto (CH₃SSCH₃)⁽¹⁾. Dentre estes, o H₂S é o mais encontrado na atmosfera e, dependendo da temperatura e do pH, a relação mercaptana:H₂S em plantas de tratamento de esgoto fica, usualmente, entre 1:50 e 1:100⁽¹⁾.

Do ponto de vista toxicológico, indivíduos expostos a ETR relatam sintomas similares àqueles relatados por exposição a H₂S. Tais sintomas incluem: irritação de olhos, nariz e sistema respiratório, e dor de cabeça⁽¹⁾. De maneira geral, os ETR apresentam baixo limite de percepção de odor.

3. METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE

O monitoramento automático de ETR foi realizado de forma contínua durante todo o período de estudo. A utilização de um conversor térmico, associado a um analisador de SO₂ por fluorescência, permitiu a análise dos compostos de enxofre total reduzido presentes na atmosfera. Os resultados apresentados correspondem às médias horárias.

4. LOCAIS DE AMOSTRAGEM

As amostragens foram realizadas na área urbana de Pirapora do Bom Jesus, às margens de um trecho do rio Tietê, próximo à Barragem, onde se constata a presença de odor, e em São Lourenço da Serra, onde não se evidenciaram fontes significativas de poluição por ETR. As localizações relativas de ambos os sítios de amostragem é apresentada na figura 1.

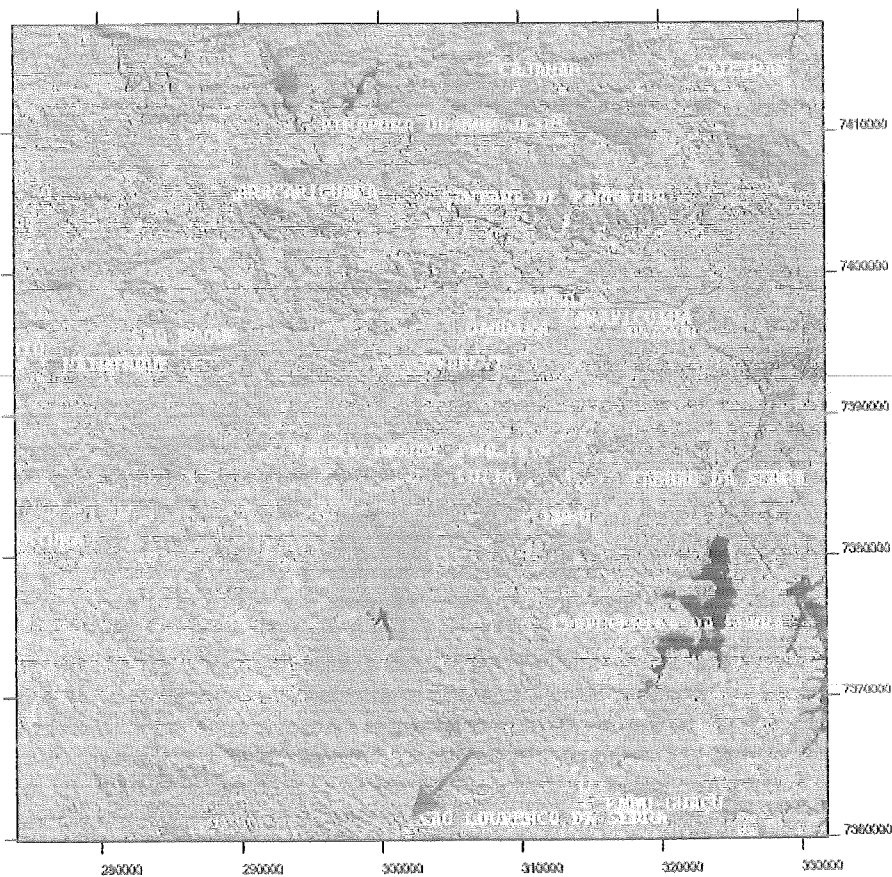


Figura 1 - Imagem Nata⁽³⁾ - localização dos Municípios de Pirapora do Bom Jesus e São Lourenço da Serra

4.1 - SÃO LOURENÇO DA SERRA

As amostras foram coletadas na Unidade Básica de Saúde, Rua João Alfredo de Moraes, 105, cujas coordenadas UTM são 23K0301682; 7360603. A altitude no local de amostragem é de cerca de 701m. As amostragens foram realizadas entre 03/06/2004 e 25/06/2004.

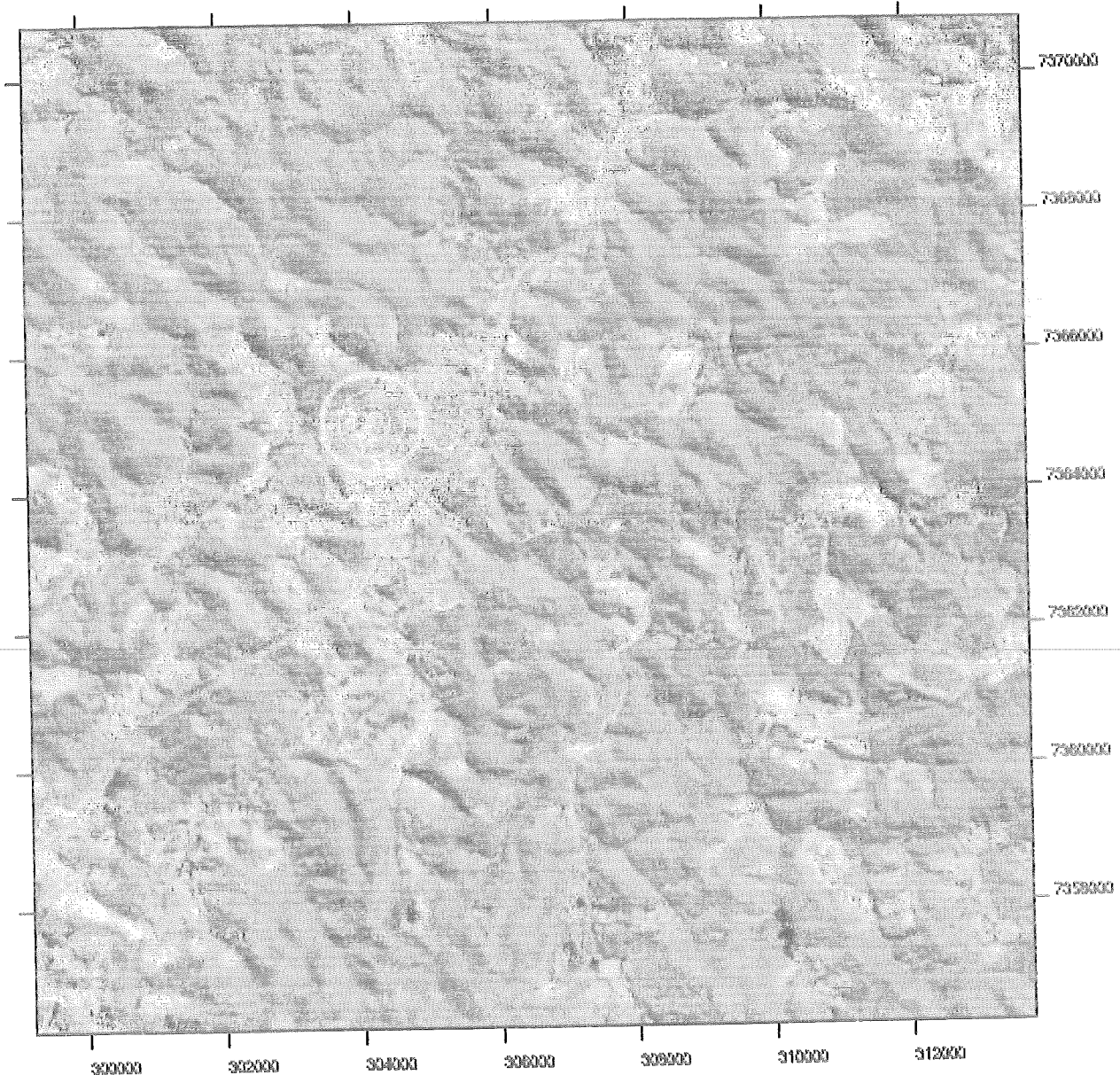


Figura 2 - Imagem Nata⁽³⁾ - São Lourenço da Serra

4.2 - PIRAPORA DO BOM JESUS

O amostrador foi instalado no Posto de Saúde (UMS Benedito Zeferino da Silva), à Av. Maria José de Oliveira Bueno, s/n, Vila Nova. As coordenadas UTM do local da amostragem são: 23K0295117; 7411283. A altitude no local é de 680m. As amostragens foram realizadas em duas etapas, no período de 28 de maio a 01 de junho de 2004 e de 09 de agosto a 13 de setembro de 2004.

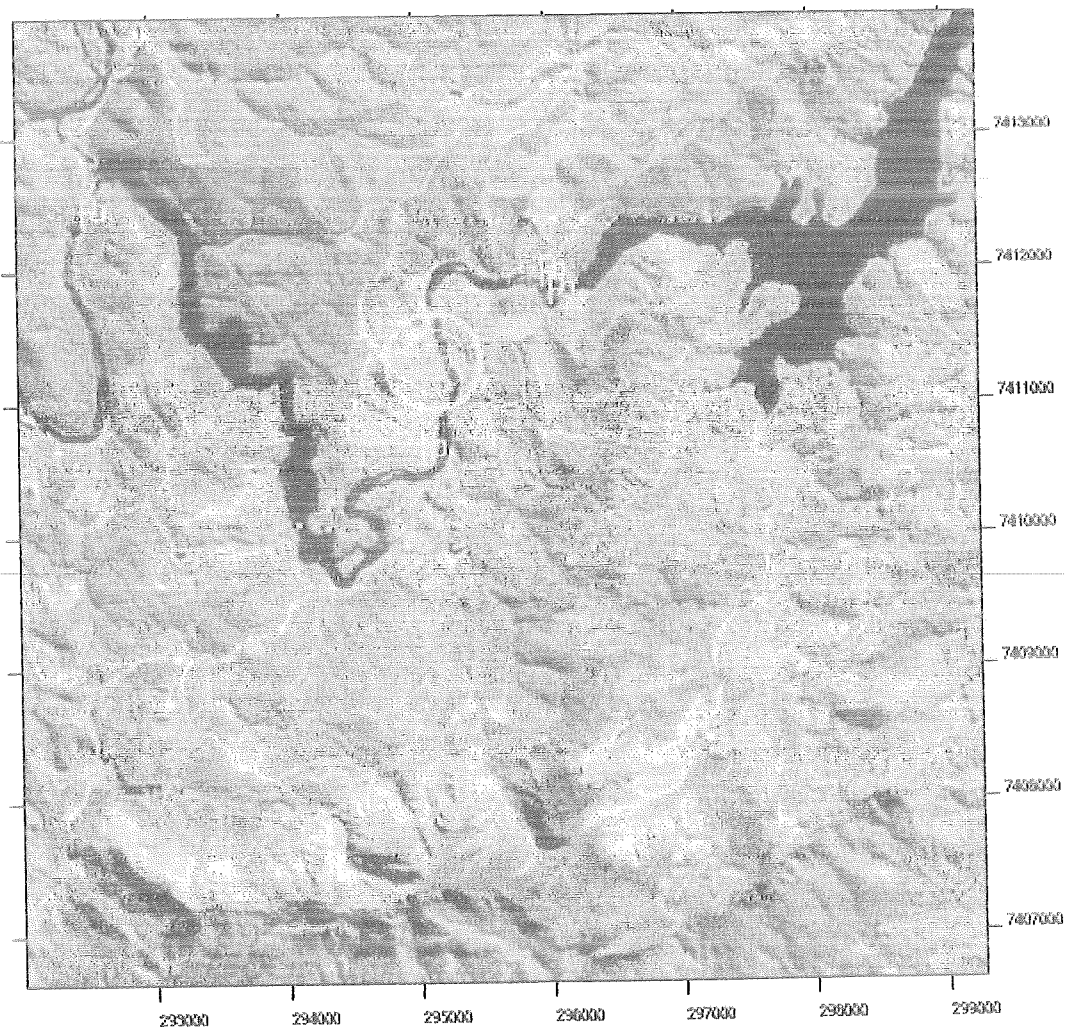


Figura 3 - Imagem Nata⁽³⁾ - Pirapora do Bom Jesus



5. RESULTADOS

Não existe na legislação brasileira padrão de qualidade do ar para ETR, assim, para interpretação dos resultados de concentração, foram consideradas informações encontradas na literatura.

Como valor de referência da qualidade do ar para ETR (calculado como sulfeto de hidrogênio), foi utilizada a concentração de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ - 29 ppb, por um período de 1 hora, que é o padrão de qualidade do ar estabelecido para Ontário - Canadá⁽⁴⁾, considerando o incômodo do odor. Para conversão da unidade $\mu\text{g}/\text{m}^3$ em ppb, utilizou-se 25°C e 760mmHg . A concentração utilizada na Califórnia como padrão de qualidade do ar apenas para o sulfeto de hidrogênio (30 ppb - $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$, média de 1 hora) foi definida com o objetivo de minimizar o incômodo causado pelo odor à população⁽⁵⁾. Os padrões para ETR e para o H_2S , isoladamente, são muito próximos.

O valor de referência apresentado pela Organização Mundial da Saúde (OMS)⁽⁶⁾ para Europa para o H_2S é de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (108ppb), média de 24 horas, visando a proteção da saúde.

Para o limite de percepção de odor, considerou-se o valor de 5 ppb, indicando o incômodo causado pelo gás sulfídrico. É importante considerar que além do H_2S , outros compostos de enxofre reduzido, como metil mercaptana, dimetil mercaptana e dimeitil dissulfeto, cujos limites de percepção de odor são ainda mais baixos⁽²⁾, podem estar presentes na atmosfera sendo todos quantificados como ETR. Entretanto, como não existe limite de percepção de odor para o ETR como um todo e sim para seus componentes individuais, e considerando-se que devido ao tipo de fonte o H_2S é o composto predominante no Município, será utilizado o limite de percepção de odor deste gás.

Um ponto importante a ser destacado é que o limite de percepção de odor é definido como a menor concentração do poluente no ar passível de ser detectada pela média da população saudável. Há vários fatores que afetam a sensibilidade ao odor, tais como, idade, estar resfriado ou com alergia, fadiga, desatenção, entre outros. Assim, mesmo para concentrações próximas do valor de referência, como é o caso do padrão de qualidade do ar para H_2S adotado na Califórnia, 30 ppb, ainda uma parcela considerável da população não detectaria o odor, conforme expresso na tabela 1.

Tabela 1 - Estimativas do percentual de pessoas sensíveis a diferentes concentrações de H_2S ⁽⁵⁾

Concentração de H_2S (ppb)	Pessoas capazes de detectar odor (%)
40	88
30	83
25	80
20	74
8	50

5.1 - SÃO LOURENÇO DA SERRA

Na figura 4, são apresentadas as concentrações horárias de ETR detectadas durante o período em que as medições foram efetuadas. Durante o período de monitoramento, não foi alcançada em nenhum momento a concentração adotada como valor de referência da qualidade do ar para ETR (29 ppb).

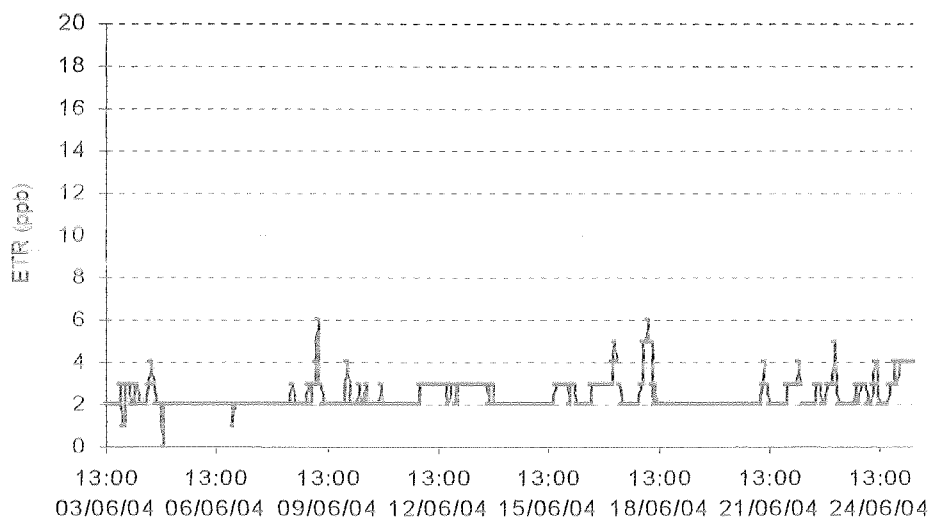


Figura 4 – Concentrações horárias de ETR – período: 03/06/04 a 25/06/04

A figura 5 mostra o perfil de concentração horária de ETR ao longo do dia. O gráfico elaborado com os resultados medidos no período de 03/06/2004 a 25/06/2004 mostra que as concentrações médias mantiveram-se muito baixas durante todo o período do monitoramento, não se observando variação significativa das concentrações em função do horário.

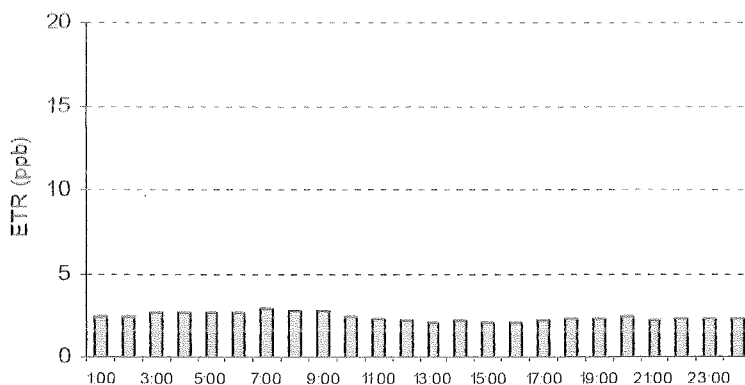


Figura 5 – Concentrações médias horárias de ETR – período: 03/06/04 a 25/06/04

A figura 6 apresenta as máximas concentrações de ETR observadas em cada horário durante o período de monitoramento. Nota-se que durante o estudo em apenas duas vezes foi ultrapassado o limite de percepção de odor para H₂S (5ppb). A concentração máxima horária detectada foi 6 ppb, alcançada em 09/06/2004 às 7h e em 18/06/2004 às 5h, estando portanto muito próximo do limite de percepção em questão.

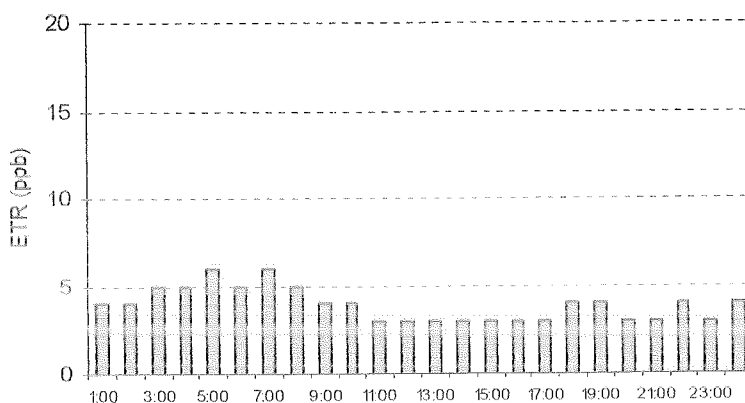


Figura 6 – Concentrações máximas horárias de ETR - período: 03/06/04 a 25/06/04

A tabela 2 apresenta as ultrapassagens do limite de percepção de odor para o H₂S (5 ppb), no período de 03/06/2004 a 25/06/2004.

Tabela 2 - Ultrapassagens do Limite de Percepção de Odor de H₂S (5 ppb), em São Lourenço da Serra

Período	Nº Total de Medidas	Ultrapassagem do Limite de Percepção de Odor	
		Nº	%
03/06/2004 a 25/06/2004	519	2	0,4

Observa-se, na tabela 2, que a presença de odor causado pelo gás sulfídrico foi irrelevante.

5.2 - PIRAPORA DO BOM JESUS - 1ª ETAPA DO ESTUDO (PERÍODO DE 28/04/2004 A 01/06/2004)

Na figura 7, são apresentadas as concentrações horárias de ETR detectadas no período de 28/04/2004 a 01/06/2004. Neste período, foi freqüente a detecção de concentrações médias de 1 hora superiores a 29 ppb.

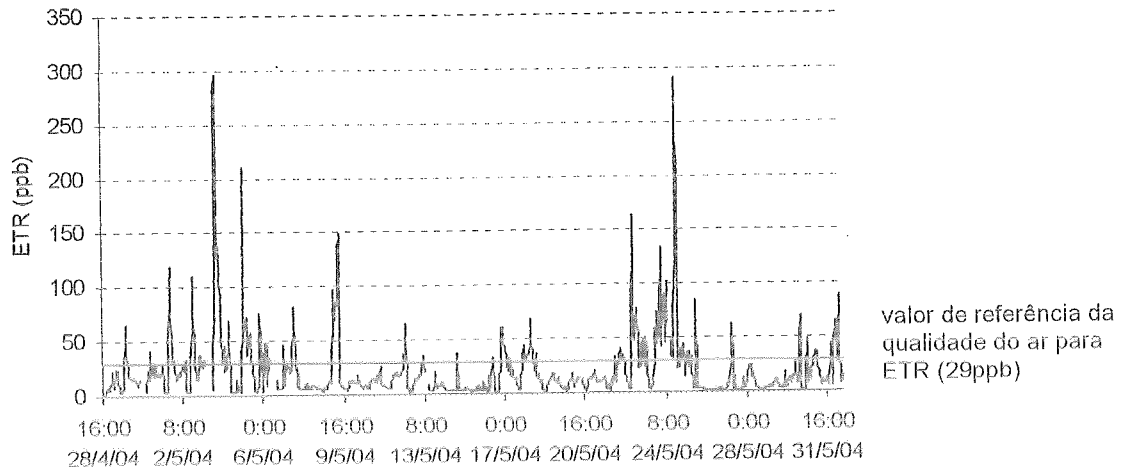


Figura 7 – Concentrações horárias de ETR – período: 28/04/04 a 01/06/04

A figura 8 mostra o perfil de concentração horária de ETR ao longo do dia. O gráfico elaborado com os resultados obtidos no período de 28/04/2004 a 01/06/2004 mostra que a concentração média manteve-se alta principalmente durante a noite e madrugada, quando há maior ocorrência de estabilidade atmosférica e ventos fracos, sendo observado um valor médio máximo de cerca de 36 ppb às 19 horas. No decorrer da manhã e durante a tarde, as concentrações médias diminuíram, atingindo um valor mínimo entre as 12 e 17 horas. No período da tarde, geralmente, a altura da camada de mistura é mais alta, e com maior ventilação, propiciando melhores condições para a dispersão. O perfil da figura 8 é produto, além das condições meteorológicas, do regime de operação da barragem de Pirapora.

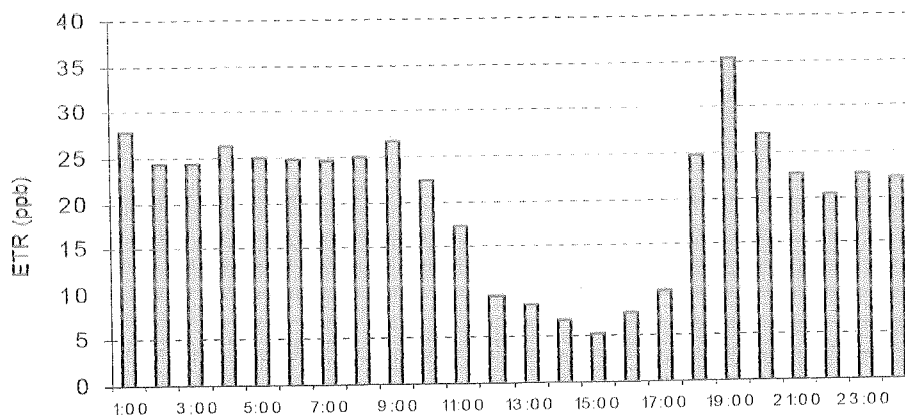


Figura 8 – Concentrações médias horárias de ETR– período: 28/04/04 a 01/06/04

A figura 9 apresenta as máximas concentrações de ETR observadas em cada horário durante o período de monitoramento. Nota-se que em todos os horários, durante o estudo, foram detectadas concentrações maiores que 29 ppb. As concentrações máximas horárias detectadas foram 294 ppb e 290 ppb, nos dias 03/05/2004, às 20h, e 24/05/2004, às 18h, respectivamente.

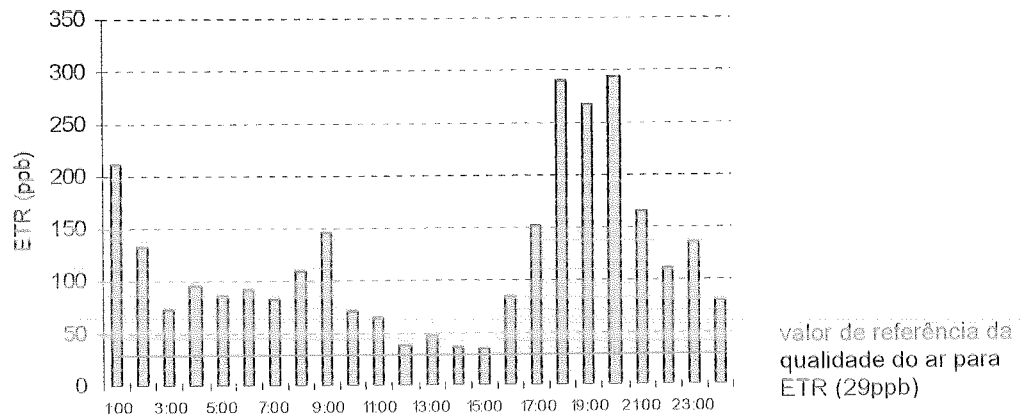


Figura 9 – Concentrações máximas horárias de ETR – período: 28/04/04 a 01/06/04

Na tabela 3 são apresentadas as freqüências relativas por faixa de concentração de ETR. Observa-se que a maior parte das concentrações horárias esteve entre 5 e 29 ppb e que em 2,3% do tempo as concentrações foram superiores a 100 ppb.

Tabela 3 - Freqüência Relativa de ETR por Faixa de Concentração

Faixa de concentração	Freqüência (%)
até 5 ppb	29,4
> 5 e ≤29 ppb	48,6
> 29 e ≤100 ppb	19,7
>100 e ≤200 ppb	1,8
valores acima de 200 ppb	0,5

A tabela 4 apresenta as ultrapassagens do limite de percepção de odor para o H₂S (5 ppb) durante a primeira etapa do monitoramento, no período de 28/04/2004 a 01/06/2004.

A presença de odor causado pelo ETR foi bastante significativa, correspondendo a cerca de 71% das horas amostradas nesta etapa do monitoramento, quando se considera o limite de percepção de odor do gás sulfídrico.

Tabela 4 - Ultrapassagens do Limite de Percepção de Odor de H₂S (5 ppb)

Período	Nº Total de Medidas (horas)	Ultrapassagem do Limite de Percepção de Odor (horas)	
		Nº	%
28/04/2004 a 01/06/2004	782	552	71

A tabela 5 apresenta as ultrapassagens do valor de referência da qualidade do ar para ETR (29 ppb) ⁽⁴⁾. Concentrações superiores a este valor foram ultrapassadas em 22% do tempo amostrado.

Tabela 5 - Ultrapassagens do valor de referência da qualidade do ar para ETR (29 ppb)

Período	Nº Total de Medidas (horas)	Ultrapassagens do Padrão (horas)	
		Nº	%
28/04/2004 a 01/06/2004	782	172	22

Embora tenha sido medido ETR e não apenas H₂S, o valor de referência da OMS para H₂S de 150 µg/m³ (108 ppb), média de 24 horas, não foi ultrapassado em nenhuma ocasião nesta etapa de monitoramento.

5.3 - PIRAPORA DO BOM JESUS - 2ª ETAPA DO ESTUDO (PERÍODO DE 09/08/2004 A 13/09/2004)

Na figura 10, são apresentadas as concentrações médias horárias de ETR detectadas na segunda etapa, de 09/08/2004 a 13/09/2004. Os valores detectados foram, de maneira geral, mais elevados do que na primeira etapa do monitoramento realizado neste local.

Nesta etapa do monitoramento, foram alcançadas concentrações superiores a 550 ppb em 2% do tempo. O valor de 550 ppb representa o limite superior de detecção até onde foi testado o método de análise, sendo que para concentrações acima de 550 ppb considerou-se este último valor.

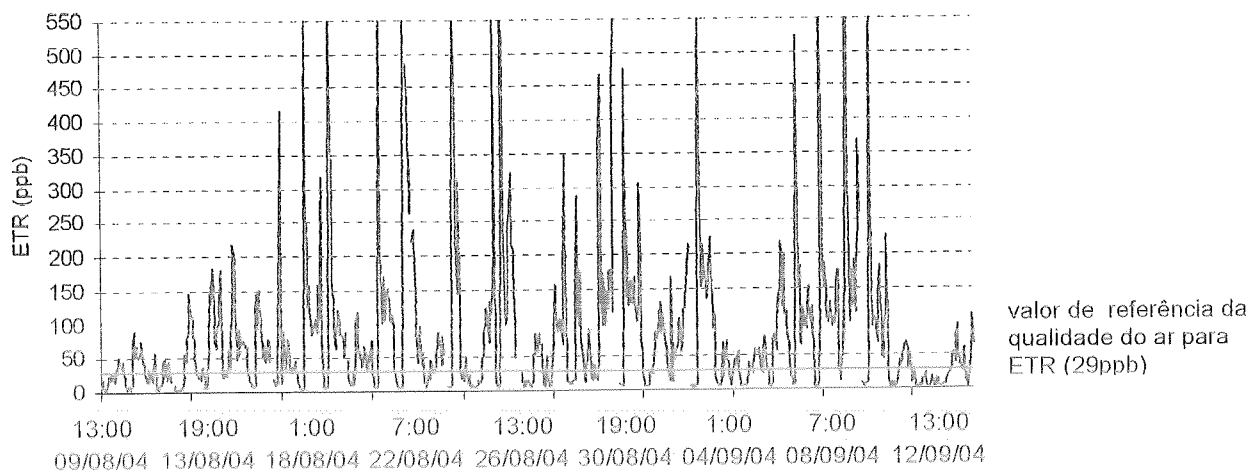


Figura 10 – Concentrações horárias de ETR – período: 09/08/04 a 13/09/04

A figura 11 mostra o perfil das médias horárias de ETR ao longo do dia. O gráfico elaborado com os resultados obtidos no período de 09 de agosto a 13 de setembro de 2004 mostra que a concentração média manteve-se alta principalmente durante a noite e madrugada, quando há maior ocorrência de estabilidade atmosférica e ventos fracos. As máximas concentrações médias foram observadas às 19h e às 20h, devendo-se levar em conta que, para o cálculo das médias, para concentrações superiores a 550 ppb, foi considerado este valor. Sabe-se que tais médias seriam em alguns casos maiores se fossem utilizados os valores de concentração detectados, os quais não são, porém, conhecidos com exatidão.

No decorrer da manhã e durante a tarde, as concentrações médias diminuem, atingindo um valor mínimo entre as 12 e 17 horas. Este perfil é bastante semelhante ao observado na primeira etapa do monitoramento e em outros estudos realizados anteriormente pela CETESB ^(7,8), o que pode ser um indicio de que condições meteorológicas bem como o regime de operação da barragem de Pirapora podem ser fatores preponderantes nas variações observadas ao longo do dia.

É importante considerar que, embora os perfis de concentração média tenham sido semelhantes em ambas as etapas, os valores de concentração média foram muito mais altos na segunda etapa, entre 3 e 4 vezes, em geral. Concentrações superiores a 550 ppb foram registradas em vários dias entre 18h e 20h, além de três ocorrências, uma às 9h, outra às 11h e às 21h, durante esta etapa do monitoramento. A ocorrência de maiores concentrações pode estar também associada ao período de estiagem observado nos meses de agosto e setembro.

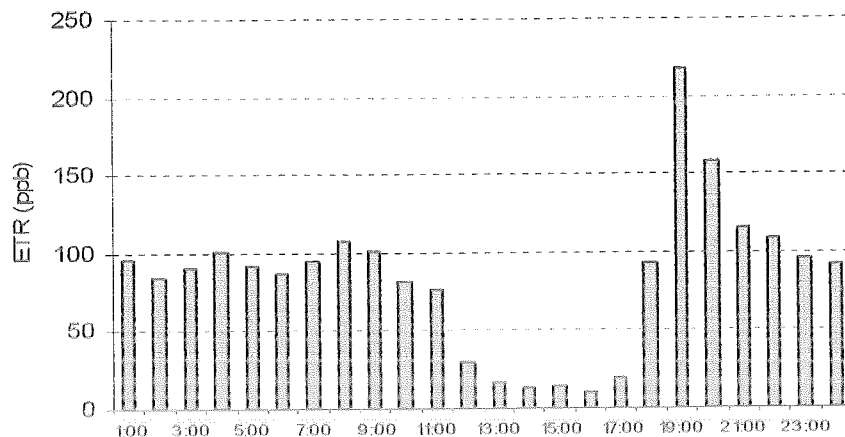


Figura 11 – Concentrações médias horárias de ETR – período: 09/08/04 a 13/09/04

A figura 12 apresenta as máximas concentrações de ETR observadas em cada horário durante o período de monitoramento. Nota-se que em todos os horários, durante o estudo, foram detectadas concentrações maiores que 29 ppb. Concentrações horárias superiores a 550 ppb foram detectadas nos dias 17, 18, 20, 21, 23, 25 e 30 de agosto e nos dias 2, 7, 8 e 9 de setembro.

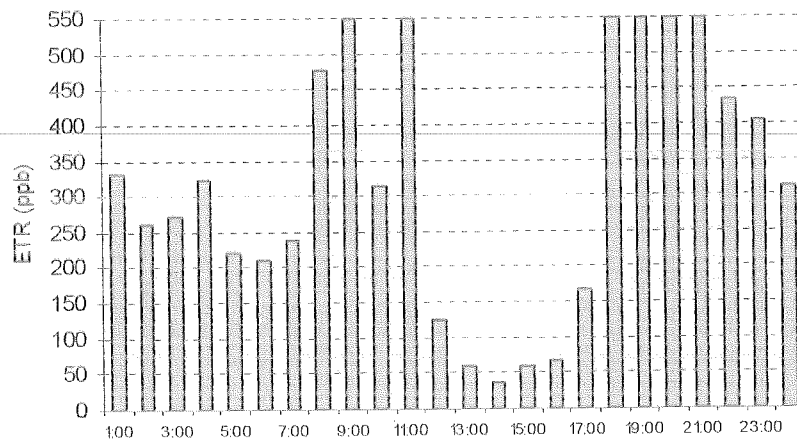


Figura 12 – Concentrações máximas horárias de ETR – período: 09/08/04 a 13/09/04

Na tabela 6, são apresentadas as freqüências relativas por faixa de concentração de ETR.



Tabela 6 - Frequência Relativa de ETR por Faixa de Concentração

Faixa de concentração	Frequência (%)
até 5 ppb	11,5
> 5 e ≤29 ppb	26,4
> 29 e ≤100 ppb	34,0
>100 e ≤200	19,5
valores acima de 200 ppb	8,6

Na maior parte do tempo, as concentrações horárias estiveram entre 29 ppb e 100ppb, sendo que em 2% do tempo as concentrações foram maiores que 550ppb.

A tabela 7 apresenta as ultrapassagens do limite de percepção de odor para o H₂S (5 ppb) na segunda etapa do monitoramento.

Tabela 7 - Ultrapassagens do Limite de Percepção de Odor de H₂S (5 ppb)

Período	Nº Total de Medidas (horas)	Ultrapassagem do Limite de Percepção de Odor (horas)	
		Nº	%
09/08/2004 a 13/09/2004	829	734	89

A presença de odor causado pelo ETR é bastante significativa, correspondendo a 89% das horas amostradas no período monitorado, quando se considera o limite de percepção de odor do gás sulfídrico.

A tabela 8 apresenta as ultrapassagens do valor de referência da qualidade do ar (29 ppb) para ETR⁽⁴⁾. Concentrações superiores a esta foram encontradas em 62% do tempo amostrado durante o inverno (2ª etapa), portanto, com uma frequência significativamente maior do que a registrada no período do outono (1ª etapa), quando o valor de referência foi superado em 22% do período monitorado.

Tabela 8 - Ultrapassagens do valor de referência da qualidade do ar para ETR (29 ppb)

Período	Nº Total de Medidas (horas)	Ultrapassagens do Valor de Referência (horas)	
		Nº	%
09/08/2004 a 13/09/2004	829	515	62

Embora tenha sido medido ETR e não apenas H₂S, o valor de referência para H₂S de 150 µg/m³ (108ppb) média de 24 horas, adotado pela OMS para proteção da saúde, foi utilizado para comparação com as médias diárias uma vez que pelo tipo de fonte de ETR existente no



município de Pirapora, o H_2S deve ser o composto predominante. Entretanto esta comparação deve ser utilizada apenas como um indicativo das altas concentrações diárias. Na primeira etapa da estudo este valor não foi ultrapassado, entretanto na segunda etapa este valor foi ultrapassado em 10 dos 35 dias de monitoramento, a saber, nos dias 18, 21, 23, 25 e 30 de agosto e em setembro nos dias 2, 6, 7, 8 e 9. A máxima média diária, igual a 177 ppb, ocorreu em 30/08/2004 e a segunda máxima, de 169 ppb, em 21/08/2004. Entretanto, é importante considerar que as médias diárias foram calculadas a partir das médias horárias, limitando-se o valor máximo a 550ppb, que representa o limite superior de detecção testado para o método de análise. Ou seja, é possível que haja ocorrências de médias diárias superiores a 108 ppb em outros dias além dos mencionados. Além disso, também as máximas diárias poderiam corresponder a concentrações maiores que as calculadas.

Apenas para comparação na figura 13 são apresentadas as freqüências relativas por faixa de concentração horária de ETR nas duas etapas do estudo realizado em Pirapora. A distribuição das freqüências mostra que as ultrapassagens do valor de referência para ETR (29 ppb) ocorreram principalmente na segunda etapa do monitoramento, o valor de 100 ppb foi ultrapassado em 2% do tempo, na primeira etapa, e em 28% do tempo, na segunda etapa, sendo importante ressaltar que 2% dos dados corresponderam a concentrações superiores a 550 ppb. Ou seja de maneira geral as concentrações da 2ª etapa foram bem mais elevadas do que as observadas na 1ª etapa do estudo.

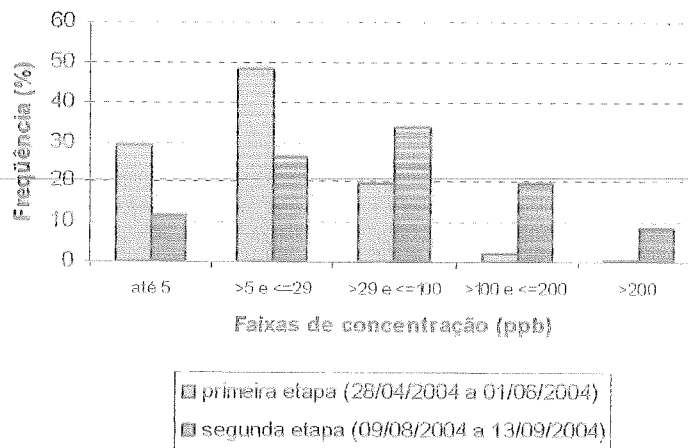


Figura 13 – Frequência relativa por faixa de concentração horária de ETR

5.4 - COMPARAÇÃO COM ESTUDOS ANTERIORES

Para comparação, são apresentados resultados de outros monitoramentos realizados neste município. O primeiro estudo mencionado foi realizado de outubro de 1992 a agosto de 1993, porém, para comparação, foram selecionados os meses de abril a agosto de 1993, por corresponderem à mesma época do ano do estudo atual. Em 1998, o período de monitoramento foi de 19 de janeiro a 25 de abril, sendo apresentados para comparação os resultados obtidos em fevereiro, março e abril por estarem mais próximos da época do ano em que foi realizada a primeira etapa do presente estudo. Deve-se ressaltar que nestes dois estudos o parâmetro medido foi H_2S .



Tabela 9- Frequência de Ultrapassagem de Concentração de Compostos de Enxofre Reduzido (5ppb e 100ppb), em porcentagem.

Parâmetro	Ano	Período	Ultrapassagem do limite de percepção de odor - 5ppb (%)	Ultrapassagem do valor de 100ppb* (%)
H ₂ S	1993	abril	58	7
		maio	60	11
		junho	55	4
		julho	41	5
		agosto	50	12
	1998	fevereiro	27	1
		março	23	1
abril		43	7	
ETR	2004	28abr a 01jun/2004	71	2
		08ago a 13set/2004	89	28

* 100ppb - utilizado como valor de comparação em estudos anteriores

Deve-se acrescentar que embora nos estudos anteriores estivesse sendo medido apenas o sulfeto de hidrogênio, em maio de 1993⁽⁶⁾, 11% das medidas ultrapassaram o valor de 100 ppb e, em agosto de 1993, 12% das medidas foram superiores a este valor. De fevereiro a abril de 1998⁽⁶⁾, estas ultrapassagens variaram entre 1 e 7%, sendo este último valor correspondente ao mês de abril.

Quanto ao limite de percepção de odor de 5 ppb, observa-se que o mesmo foi ultrapassado em 60% do tempo em maio de 1993 e em 50% em agosto deste mesmo ano.

6. CONCLUSÃO

Em Pirapora do Bom Jesus, a degradação da qualidade das águas do Rio Tietê gera a emissão para a atmosfera de compostos de enxofre total reduzido em níveis que provocam a deterioração da qualidade do ar. Este fato é evidenciado pelas altas concentrações atmosféricas de ETR encontradas no município.

Os níveis de concentração de ETR encontrados em Pirapora do Bom Jesus mostram que a população esteve freqüentemente exposta ao incômodo causado pelo odor, durante o período de monitoramento. De maneira geral, na primeira etapa do monitoramento em Pirapora as condições meteorológicas foram favoráveis à dispersão dos poluentes atmosféricos, tendo ocorrido chuvas no período. Já na segunda etapa, com condições meteorológicas mais desfavoráveis à dispersão e prolongados períodos de estiagem, foram encontrados níveis de ETR muito maiores do que na etapa anterior.




Durante o monitoramento em São Lourenço da Serra as concentrações mantiveram-se muito baixas, raramente alcançando o limite de percepção de odor para o sulfeto de hidrogênio. Nesta ocasião, as condições meteorológicas foram favoráveis à dispersão, tendo ocorrido chuvas no período.


7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nebraska Department of Environmental Quality - Technical Basis for a TRS Ambient Air Quality Standard, May 1997
2. Sullivan, R.J. - Air Pollution Aspects of Odorous Compounds, 1969
3. Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SMA): Janela Eletrônica – Núcleo de Pesquisas em Tecnologia Avançada para Monitoramento e Proteção Ambiental (NATA)
4. Ontário Ministry of the Environment - Summary of Point of Impingement Guidelines, and Ambient Air Quality Criteria (AAQCs), September 2001
5. The Perception of Hydrogen Sulfide Odor in Relation to Setting an Ambient Quality Standard - Final Report Prepared for California Air Resources Board - ARB contract A4-046-33, April 1985
6. WHO - Air Quality Guidelines - Second Edition, Chapter 6.6, Hydrogen Sulfide. Regional Office for Europe, Copenhagen, Denmark, 2000
7. CETESB. Efeitos das Regras Operacionais do Sistema Tietê Alto - Zona Metropolitana, no Tietê Médio Superior e no Reservatório Billings. Informe Nº5, de 10/05/93
8. CETESB. Medições de H₂S no Município de Pirapora do Bom Jesus – Junho/98


Maria Helena R. B. Martins
Gerente do Setor de Amostragem
e Análise do Ar
nº Reg. 01-3927-0


Maria Cristina Neuscheffer de Oliveira
Químico
Reg. 01.5869-9

De acordo,


Quím. Jesuino Romano
Gerente da Divisão de Tecnologia de
Avaliação da Qualidade do Ar
Reg. 01.2636-3



COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

INFORMAÇÃO TÉCNICA Nº 001/004/ETQA

DATA: 05.04.04

SOLICITANTE: Agência Ambiental de Santos - CBx-S

ASSUNTO: Avaliação de Material Particulado nas Imediações da Empresa Saint Gobain Vidros S/A Localizada em São Vicente SP

INTERESSADO: Saint Gobain Vidros S/A

1. INTRODUÇÃO

Atendendo à solicitação da Agência Ambiental de Santos (e-mail enviado em 16/09/2002) para monitoramento da qualidade do ar nas imediações da Saint Gobain Vidros S/A, o Setor de Amostragem e Análise do Ar (ETQA) realizou visita técnica à empresa em 16/10/2002.

Quando da visita, a fábrica estava em manutenção, com o forno "A" parado e o forno "B" (processo modificado utilizando oxigênio como comburente) operando com metade da capacidade.

Segundo a Agência Ambiental de Santos, a Saint Gobain está inserida no rol de atividades prioritárias de controle da poluição ambiental. Apesar das várias medidas de controle adotadas pela empresa, a Agência Ambiental de Santos registrou diversas reclamações espontâneas da população a partir de 2002.

Visando avaliar a procedência de tais reclamações, foi realizado um levantamento comunitário nos dias 26/03/2003 e 22/04/2003, constatando-se que, além dos incômodos causados pelas atividades da Saint Gobain, os moradores da região apontam problemas ambientais decorrentes do intenso tráfego de veículos na região¹.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

2.1. Matérias-primas empregadas na fabricação de vidro

A Saint Gobain produz vidro impresso utilizando como matérias primas, segundo informações da empresa: areia, barrilha, calcário, dolomita, feldspato, sulfato de sódio, grafite, hematita, óxido de cobalto, selênio e caco de vidro.

A mistura para fusão utilizada no processo empregado pela Saint Gobain apresenta uma perda ao fogo de cerca de 17%, resultando na emissão de CO₂, SO_x e material particulado, segundo informações fornecidas durante a visita realizada em 16/10/2002.

Visando avaliar a qualidade do ar nas imediações da empresa e tendo por base o tipo de matéria prima utilizada, bem como os efluentes gasosos do processo, optou-se por monitorar as concentrações de dióxido de enxofre (SO₂) e de material particulado em suspensão na atmosfera.



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

INFORMAÇÃO TÉCNICA Nº 001/004/ETQA

2.2. Material particulado

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 das partículas. 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 na atmosfera é ditada pelos processos que geram o aerossol, dentre os quais pode-se citar queima de combustíveis em fontes estacionárias, exaustão de veículos automotores, ressuspensão da poeira de rua, queima de biomassa, processos e operações industriais, etc. As partículas podem ainda formar-se na atmosfera a partir de gases como dióxido de enxofre (SO_2), 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 ar².

Partículas com diâmetro aerodinâmico inferior a $10 \mu\text{m}$, denominadas partículas inaláveis (MP_{10}), são de grande importância, já que são suficientemente pequenas para penetrar no trato respiratório, estando associadas a problemas de saúde, incluindo riscos maiores de doenças cardíacas e pulmonares. Além disso, as partículas inaláveis, podem criar problemas de visibilidade e incômodo.

As partículas totais em suspensão (PTS) correspondem ao material particulado com diâmetro aerodinâmico de até $50 \mu\text{m}$ em suspensão na atmosfera. Uma parte destas partículas é inalável e pode causar problemas de saúde, outra parte pode afetar desfavoravelmente a qualidade de vida da população, interferindo nas condições estéticas do ambiente e prejudicando as atividades normais da comunidade.

2.3. Dióxido de enxofre

O SO_2 é lançado na atmosfera principalmente através da queima de combustíveis fósseis tais como carvão, gás natural e óleos combustíveis. Veículos automotores movidos a diesel são um tipo importante de fonte de SO_2 na atmosfera.

Existem evidências de que o SO_2 em altas concentrações na atmosfera agrava as doenças respiratórias preexistentes e também contribui para o seu desenvolvimento. Sozinho, produz irritação no sistema respiratório e adsorvido em partículas pode ser conduzido mais profundamente, podendo produzir danos aos tecidos do pulmão³.

Além de danoso à saúde, o SO_2 , junto com os óxidos de nitrogênio (NO e NO_2), conforme descreve a literatura⁴, é um dos principais precursores da chuva ácida, associado à 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.



3. LOCAIS DE AMOSTRAGEM

3.1. Material particulado

Em 25/04/2003, com base nos resultados do levantamento comunitário, foram escolhidos os locais para instalação de amostradores de material particulado, a noroeste da empresa, no local com maior número de reclamações e na direção dos ventos de Sudeste, predominantes na Baixada Santista, de acordo com informações contidas no "Estudo de Dispersão Atmosférica - Fornos de Fusão de Vidro, Companhia Vidraria Santa Marina São Vicente - SP", de novembro de 2000⁵.

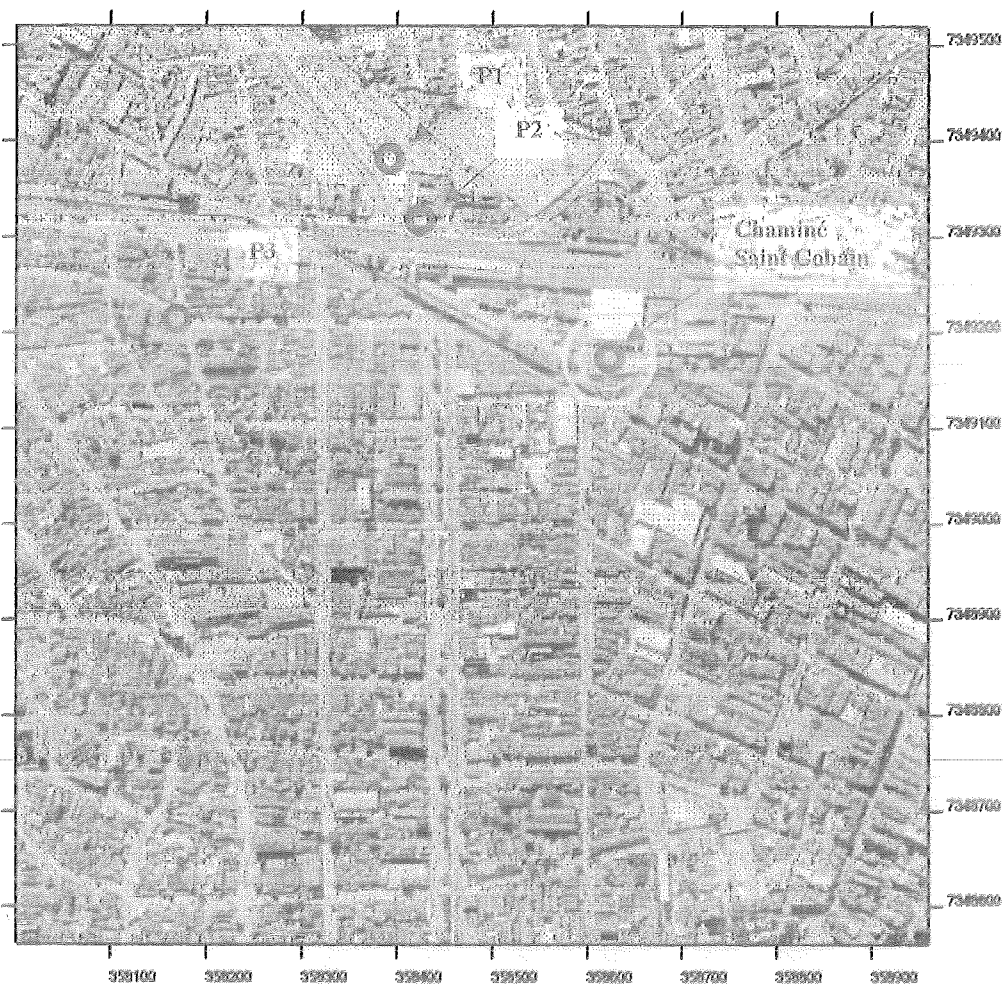
O local inicialmente escolhido foi a Associação de Justiça Popular, à Rua Vereador Lourival Moreira, cujas coordenadas UTM são: 23K-0358390/ 7349365. Este local dista aproximadamente 300 m da chaminé da indústria e fica a cerca de 60 m da Via Amarela.

Em 08/08/2003, foi selecionado mais um local para amostragem de material particulado, mais próximo à Linha Amarela, no pátio da EMEF Auguste de Saint Hillaire, visando avaliar a influência das emissões veiculares. As coordenadas UTM deste local são: 23K-0358425/ 7349319.

3.2. Dióxido de enxofre

As amostras de SO₂ foram coletadas na Associação de Justiça Popular e no pátio do Colégio Santa Rosa, à Rua Ipê, 29, cujas coordenadas UTM são 23K-0358157/ 7349221.

A localização dos pontos de amostragem em relação à chaminé da Indústria (cujas coordenadas UTM são 23K-0358623/ 7349175) é apresentada na Figura1.



- P1 - Associação de Justiça Popular (PTS, MP₁₀, SO₂)
- P2 - EMEF Auguste de Saint Hilaire (PTS, MP₁₀, SO₂)
- P3 - Colégio Santa Rosa (SO₂)

FIGURA 1 - localização dos pontos de amostragem de material particulado e dióxido de enxofre.

4. METODOLOGIA DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE

4.1. Material particulado

As amostras foram coletadas em filtros de teflon em amostrador de pequeno volume que opera com dois canais de amostragem totalmente independentes. A vazão de amostragem para partículas inaláveis é de 16,7 L/min e a faixa de vazão para coleta das partículas totais em suspensão é de 25 a 30 L/min. As amostras foram coletadas a partir da adequada seleção da cabeça de separação e da vazão de amostragem compatível com o tamanho das partículas.

A concentração foi calculada a partir da massa de amostra coletada, determinada gravimetricamente, e do volume de ar amostrado, obtido a partir da vazão média registrada graficamente durante o período de amostragem.

4.2. Dióxido de enxofre

O monitoramento de SO_2 foi realizado utilizando-se amostradores passivos desenvolvidos pela CETESB⁶. 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 (SO_2) reage. Os filtros são submetidos a uma extração com solução de peróxido de hidrogênio e o sulfato presente no extrato é analisado por cromatografia iônica.

5. PERÍODO DE AMOSTRAGEM

Inicialmente, foram realizadas 25 amostragens de partículas totais em suspensão (PTS) na Associação de Justiça Popular, no período de abril a julho de 2003. A partir de setembro e até 4 de dezembro de 2003, foram realizadas 9 amostragens em paralelo de PTS e MP_{10} na Associação de Justiça Popular e na EMEF Auguste de Saint Hillaire. As amostragens de material particulado foram realizadas por períodos de 24 horas, em dias com previsão meteorológica de não ocorrência de chuvas e ventos fortes, quando são esperadas concentrações mais altas dos poluentes atmosféricos.

As amostras de SO_2 foram coletadas em períodos consecutivos de aproximadamente um mês, sendo que a amostragem foi realizada de maio até dezembro de 2003.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações medidas de material particulado e SO_2 são comparadas aos padrões de qualidade do ar estabelecidos na legislação. Os padrões primários representam as concentrações que se ultrapassadas podem afetar a saúde da população. Podem ser



COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

INFORMAÇÃO TÉCNICA Nº 001/004/ETQA

entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazos⁷.

6.1. Material particulado

Na tabela 1 são apresentadas as concentrações de PTS medidas no período de 28 de abril de 2003 a 21 de julho de 2003, nas imediações da indústria Saint Gobain Vidros S/A, no Município de São Vicente.

Tabela 1 - concentrações de PTS medidas no período de abril a julho, nas imediações da Saint Gobain Vidros S/A.

Local Data	Associação de Justiça Popular PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
28/04/2003	62
29/04/2003	61
30/04/2003	86
01/05/2003	52
02/05/2003	30
03/05/2003	38
04/05/2003	37
05/05/2003	57
06/05/2003	34
07/05/2003	30
08/05/2003	64
09/05/2003	38
10/05/2003	39
11/05/2003	40
12/05/2003	47
13/05/2003	24
14/05/2003	37
23/06/2003	78
24/06/2003	89
25/06/2003	49
26/06/2003	80
27/06/2003	81
19/07/2003	79
20/07/2003	77
21/07/2003	86
Média geométrica	52
Máxima de 24 h	89



COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

INFORMAÇÃO TÉCNICA Nº 001/004/ETQA

A resolução CONAMA nº 03/90 estabelece os padrões primários de qualidade do ar para PTS: $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, média de 24 horas, e $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, média geométrica anual⁷. As concentrações diárias de partículas totais em suspensão no período de abril a julho de 2003 variaram de $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a um valor máximo de $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$, não atingindo, portanto, o padrão primário diário de qualidade do ar para este poluente.

Das 25 amostragens realizadas, em apenas 5 amostragens a concentração diária excedeu o valor de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sendo a média geométrica no período de amostragem de $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$, indicando que a média geométrica anual estabelecida como padrão primário provavelmente não seria ultrapassada, considerando-se que as amostragens foram realizadas em dias em que a meteorologia não previa chuvas ou ventos fortes.

Com o objetivo de avaliar o impacto potencial do material particulado coletado sobre a saúde, optou-se por coletar também partículas com diâmetro aerodinâmico inferior a $10 \mu\text{m}$, denominadas Partículas Inaláveis (MP_{10}).

Na tabela 2, são apresentadas as concentrações de PTS e de MP_{10} medidas no período de 22 de setembro a 4 de dezembro de 2003, no local inicialmente proposto, Associação de Justiça Popular, e também no pátio da escola EMEF Auguste de Saint Hillaire, por ser este um local mais próximo à Linha Amarela, uma via com intenso tráfego de veículos, nas proximidades da indústria Saint Gobain Vidros S/A.

Tabela 2 - concentrações de PTS e MP_{10} medidas no período de setembro a dezembro, nas imediações da St Gobain Vidros S/A.

Data	Associação de Justiça Popular		EMEF Auguste de Saint Hillaire	
	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MP_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MP_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
22/09/2003	89	57	100	64
23/09/2003	102	63	109	46
10/11/2003	*	*	70	46
11/11/2003	66	36	62	36
12/11/2003	134	83	135	84
26/11/2003	54	32	55	34
27/11/2003	43	30	36	31
02/12/2003	70	42	*	*
03/12/2003	58	36	62	40
04/12/2003	57	34	58	39
Média geométrica	71	-	71	-
Média aritmética	-	46	-	47
Máxima de 24h	134	83	135	84

* dados inválidos

Os valores de concentração diária de PTS, no período de setembro a dezembro de 2003, foram semelhantes em ambos os locais de amostragem, variando de $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $134 \mu\text{g}/\text{m}^3$, na Associação de Justiça Popular, e de $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a $135 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na EMEF



COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

INFORMAÇÃO TÉCNICA Nº 001/004/ETQA

Auguste de Saint Hillaire, mantendo-se durante o período de monitoramento abaixo do padrão primário diário estabelecido para este poluente ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Vale destacar que no período de 22/09 a 6/10 de 2003 a linha B1 do forno "B" esteve parada, segundo informações da empresa.

As médias geométricas foram iguais a $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nos dois locais de amostragem. As porcentagens de MP_{10} na PTS variaram de cerca de 50 a 70 % nas amostras coletadas na Associação de Justiça Popular e de aproximadamente 40 a 80% nas amostras coletadas na EMEF Auguste de Saint Hillaire.

As concentrações médias de partículas totais em suspensão foram maiores na segunda etapa do estudo, a partir de setembro de 2003.

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 aritmética anual⁷.

Como pode-se observar na Tabela 2, não houve ultrapassagem do padrão diário de qualidade do ar de MP_{10} em nenhum dos dias de amostragem, tendo sido detectados os valores máximos de $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$, na Associação e na EMEF, respectivamente, salientando-se que as amostragens foram realizadas em períodos mais desfavoráveis à dispersão dos poluentes.

As médias aritméticas foram de 46 e $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$, na Associação e na Escola, respectivamente, não atingindo o valor de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, estabelecido como padrão primário anual para este poluente. Considerando que as concentrações de PTS no período de abril a julho foram menores que as medidas entre agosto e dezembro, e supondo-se que se mantivesse a relação $\text{MP}_{10}/\text{PTS}$ encontrada no segundo período, seria de se esperar que as concentrações de MP_{10} de abril a julho fossem menores do que as observadas no segundo período de amostragem.

6.2. Dióxido de enxofre

A Tabela 3 apresenta os resultados do monitoramento de SO_2 , referentes ao período monitorado.

Tabela 3 - médias mensais da concentração de SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) nas imediações da Saint Gobain Vidros S/A, no Município de São Vicente.

Local	Associação de Justiça Popular	Colégio Santa Rosa
Mês		
maio	14	12
junho	13	12
julho	13	12
agosto	12	11
setembro	10	7
outubro	10	8
novembro	12	9
dezembro	13	9
média aritmética	12	10



A resolução CONAMA n°3/90 estabelece o padrão primário anual para o SO₂ de 80 µg/m³, concentração muito superior às médias detectadas nas imediações da Saint Gobain. Entretanto, deve-se destacar que foram medidos valores médios mensais, sendo que a metodologia de coleta utilizada não é apropriada para a detecção de episódios agudos.

As concentrações encontradas em São Vicente são comparáveis às medidas em Santos, no mesmo período, nos dois locais em que este parâmetro é medido, média de 10 µg/m³ e máxima de 13 µg/m³.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

7.1 Material particulado

- Os padrões diários de PTS e MP₁₀ não foram ultrapassados durante o período do estudo. As médias de MP₁₀ encontradas, 46 µg/m³ na Associação de Justiça Popular e 47 µg/m³ e na EMEF Auguste de Saint Hillaire estão próximas ao padrão anual de qualidade do ar para este poluente (50 µg/m³), embora correspondam a um período relativamente curto e as amostragens tenham sido realizadas em dias em que as condições meteorológicas eram mais desfavoráveis à dispersão dos poluentes. Ressalta-se que quando as amostras foram coletadas o Forno "A" da empresa estava com suas atividades paralisadas
- O fato de as concentrações de material particulado medidas nas proximidades da Linha Amarela diferirem muito pouco das concentrações detectadas na Associação de Justiça Popular, a cerca de 60 m da via, indica que o material coletado nestes locais, provavelmente, provém de fontes similares, sejam estas fontes estacionárias ou fontes móveis, ou ainda ressuspensão de poeira do solo.
- Estão previstas novas amostragens da chaminé do Forno "B" para início de maio. Caso os níveis de emissão do material particulado mantenham-se altos, sugere-se a redução dos mesmos visto que a empresa localiza-se em bairro populoso.

7.2 Dióxido de enxofre

- As concentrações médias de dióxido de enxofre estão bem abaixo do padrão anual para este poluente, devendo-se destacar que no caso do dióxido de enxofre foram determinadas as concentrações médias mensais, não sendo possível, devido à metodologia utilizada, detectar a ocorrência de episódios agudos de poluição.



COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

INFORMAÇÃO TÉCNICA Nº 001/004/ETQA

8. REFERÊNCIAS

1. CETESB. Agência Ambiental de Santos. "Relatório de Levantamento Comunitário Realizado Junto aos Moradores Vizinhos da Empresa Saint Gobain Vidros S/A" em 26/03/03 e 22/04/03.
2. Receptor Model Training Manual, Vol. II, Receptor Modeling and Data Interpretation, NEA, INC. November, 1982.
3. WORLD HEALTH ORGANIZATION, Environmental Health Criteria 8: Sulfur Oxides and Suspended Particulate Matter, Geneve, 1979.
4. Water Quality Bulletin, Acid Precipitation – Part 2, nº 3, V 8, 1983.
5. YAMAGATA, S. "Estudo de Dispersão Atmosférica - Fornos de Fusão de Vidro, Companhia Vidraria Santa Marina São Vicente - SP, Novembro, 2000.
6. CETESB. "Monitor Passivo de Dióxido de Enxofre - Construção e Teste de Validação", São Paulo, 1998.
7. CETESB. "Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo", 2002.

Quím. Maria Cristina Neuscheffer de Oliveira
Setor de Amostragem e Análise do Ar
Reg 01.5869-9

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



DATA: 14.06.2004

INTERESSADO: Frey & Stuchi Ltda.

ASSUNTO: Avaliação do Monitoramento de Chumbo na Poeira Sedimentável no Entorno da Indústria Frey & Stuchi Ltda.

SOLICITANTE: Agência Ambiental de São José do Rio Preto - CGd-S

1. HISTÓRICO

Localizada no município de Pindorama, no km 378 da Rodovia Washington Luis, a indústria Frey & Stuchi Ltda. teve suas atividades iniciadas em 1989 com a produção de lingotes de chumbo secundário através do reaproveitamento de placas de bateria e sucata.

A área ao redor da indústria é estritamente rural predominando pastagens e plantações diversas, principalmente cana-de-açúcar, limão, café e algumas hortaliças.

No período de junho de 1996 a abril de 1997, foi realizado estudo de chumbo na poeira sedimentável, no entorno e no pátio interno da indústria segundo Informe Técnico n.º 01/97/EQQA.

Entre 1999 e 2000, foi firmado junto ao Ministério Público, o Termo Compromisso de Ajustamento de Conduta Ambiental (TAC), no qual a Frey & Stuchi se comprometia em apresentar à agência local da CETESB, um plano de auto-monitoramento para o ar, entre outros meios considerados, com o parâmetro chumbo na poeira sedimentável, utilizando norma ou metodologia aceita pela CETESB. A avaliação deste plano foi objeto do Parecer Técnico n.º 16/2002/EQQA.

Em agosto de 2002, o Setor de Amostragem e Análise do Ar (ETQA), em conjunto com o Setor de Ecossistemas Terrestres (ESSE) e o Setor de Solos e Águas Subterrâneas (ESSS) realizou visita técnica à indústria e no seu entorno, onde um dos objetivos foi o monitoramento de chumbo na poeira sedimentável presente na atmosfera. A avaliação preliminar deste monitoramento faz parte do Parecer Técnico n.º 09/03/EQSS/EQSE/EQQA e a avaliação final é objeto do presente informe.

Segundo informações da Agência Ambiental de São José do Rio Preto, o monitoramento de chumbo na poeira sedimentável está sendo realizado pela própria indústria, entretanto, estes dados não foram enviados ao ETQA para avaliação.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Plano de amostragem

A escolha dos locais para amostragem de chumbo na poeira sedimentável, foi realizada com base nos dados de direção de vento da Estação Meteorológica de Catanduva, no período de 1996 a 1998, conforme processo n.º 01/1454, fl. 05. Segundo a rosa dos ventos, a predominância é de ventos de Leste com uma segunda componente de Sudeste.



Foram estabelecidos 8 pontos de amostragem (2 pontos dentro da indústria e 6 pontos no seu entorno) de forma a contemplar as direções de vento consideradas importantes para o monitoramento, levando-se também em conta a ocupação e uso do solo no entorno da indústria.

2.2 Período de amostragem

O monitoramento iniciou-se em setembro de 2002 sendo finalizado em setembro de 2003, portanto, com duração de 1 ano.

As amostragens foram realizadas pelo corpo técnico da Agência Ambiental de São José do Rio Preto (CGd-S), com posterior análise no ETQA e no EAAI (Setor de Química Inorgânica e Radioatividade).

2.3 Locais de amostragem

Conforme citado anteriormente, a escolha dos pontos de amostragem teve como prioridade a direção predominante do vento, bem como a ocupação e uso do solo.

A Tabela 1, apresenta os pontos de amostragem, com a descrição do local, as coordenadas geográficas, bem como a distância aproximada dos pontos em relação à indústria. A Figura 1, mostra o mapa com a localização dos pontos escolhidos.

Tabela 1 – Localização dos pontos de amostragem de chumbo na poeira sedimentável

LOCAL	DESCRIÇÃO DO LOCAL	COORDENADAS UTM (zona 22)	DISTÂNCIA DA FONTE (m)
Santa Ritinha (Ponto - P1)	Sítio	E 714475 N 7655578	1100
Limoeiro (Ponto - P2)	Atrás da indústria	E 713593 N 7655550	250
Bananeira (Ponto - P3)	Atrás da indústria	E 713441 N 7655389	100-150
Pasto (Ponto - P4)	Em frente à indústria	E 713387 N 7655668	80
Fundição (Ponto - P5)	Dentro da indústria, em frente ao galpão de fundição	E 713431 N 7655558	-
Refino (Ponto - P6)	Dentro da indústria, em frente ao galpão de refino	E 713395 N 7655582	-
Canavial (Ponto - P7)	Fora da indústria	E 713034 N 7655677	460
Escória (Ponto - P8)	Área destinada ao armazenamento da escória	-	150



INFORMAÇÃO TÉCNICA: 03/2004/ETQA/ESSE

Observa-se, nesta tabela, valores médios de taxa bastante elevados nos pontos 1, 3 e 5 localizados no bairro industrial de Vila Parisi/Vale do Mogi. No ponto 1 – Estação de Vila Parisi - o valor médio das taxas foi de 1000 $\mu\text{g}/100\text{cm}^2.30$ dias, sendo que no período de 17/11 a 02/12/03, a taxa aproximou-se de 2000 $\mu\text{g}/100\text{cm}^2.30$ dias. Esses pontos, por estarem instalados próximos à indústrias de fertilizantes, que tem um importante presença no parque industrial de Vila Parisi, estão mais sujeitos às emissões de fluoretos da região.

No caminho do Mar, onde estão instalados os Ponto 6 a 9, o que apresentou o maior valor de taxa média foi o Ponto 9 (78 $\mu\text{g}/100\text{cm}^2.30$ dias), seguido do Ponto 6 (75 $\mu\text{g}/100\text{cm}^2.30$ dias), valores bastante inferiores aos observados em Vila Parisi. Esses pontos, apesar de estarem localizados em altitudes diferentes, encontram-se em local da Serra do Mar onde a vegetação não é tão densa, estando mais sujeitos as emissões provenientes da região industrial de Cubatão.

O Ponto 4, instalado no morro atrás da UGAV, apresentou taxa média de 361 $\mu\text{g}/100\text{cm}^2.30$ dias mas, no período de 17/11 a 02/12/03, a taxa ultrapassou as 1000 $\mu\text{g}/100\text{cm}^2.30$ dias.

O Ponto 10, localizado no Vale dos Pilões, foi o que apresentou valores de taxas mais baixos, indicando que este ponto sofre pouca influência das emissões de fluoretos provenientes da região industrial de Cubatão.

As Figura 3 e 4 apresentam o perfil das taxas de fluoretos obtidos nos pontos localizados em Vila Parisi e Caminho do Mar, respectivamente.

Na Figura 3, destaca-se o Ponto 1 onde foram observados valores altos no início e no final do monitoramento e a grande variabilidade nos dados observada no período.

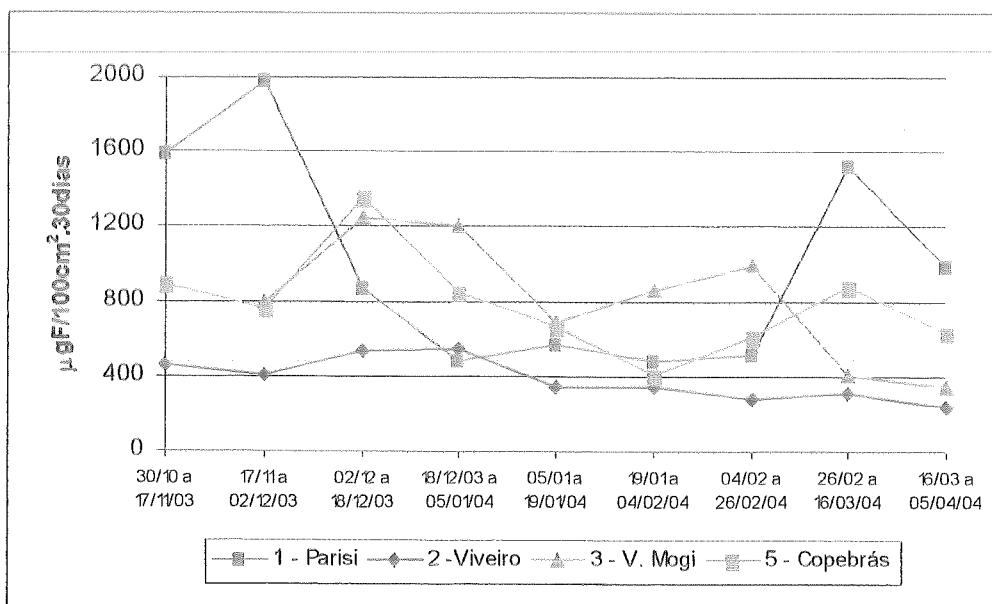


Figura 3 – Perfil das taxas de fluoretos obtidas em Vila Parisi – Cubatão.

Na direção Oeste da empresa, direção que contemplaria os ventos predominantes de Leste, não foi possível a instalação de um ponto na área externa, devido a presença de canalial. Entretanto, o ponto P5 - Fundição, que está localizado nos limites da empresa, é muito próximo da estrada que separa este canalial da Frey & Stuchi.

Vale lembrar que, os pontos P1, P2, P3, P4, P7 e P8 são pontos externos à indústria e os pontos P5 e P6 são pontos internos.

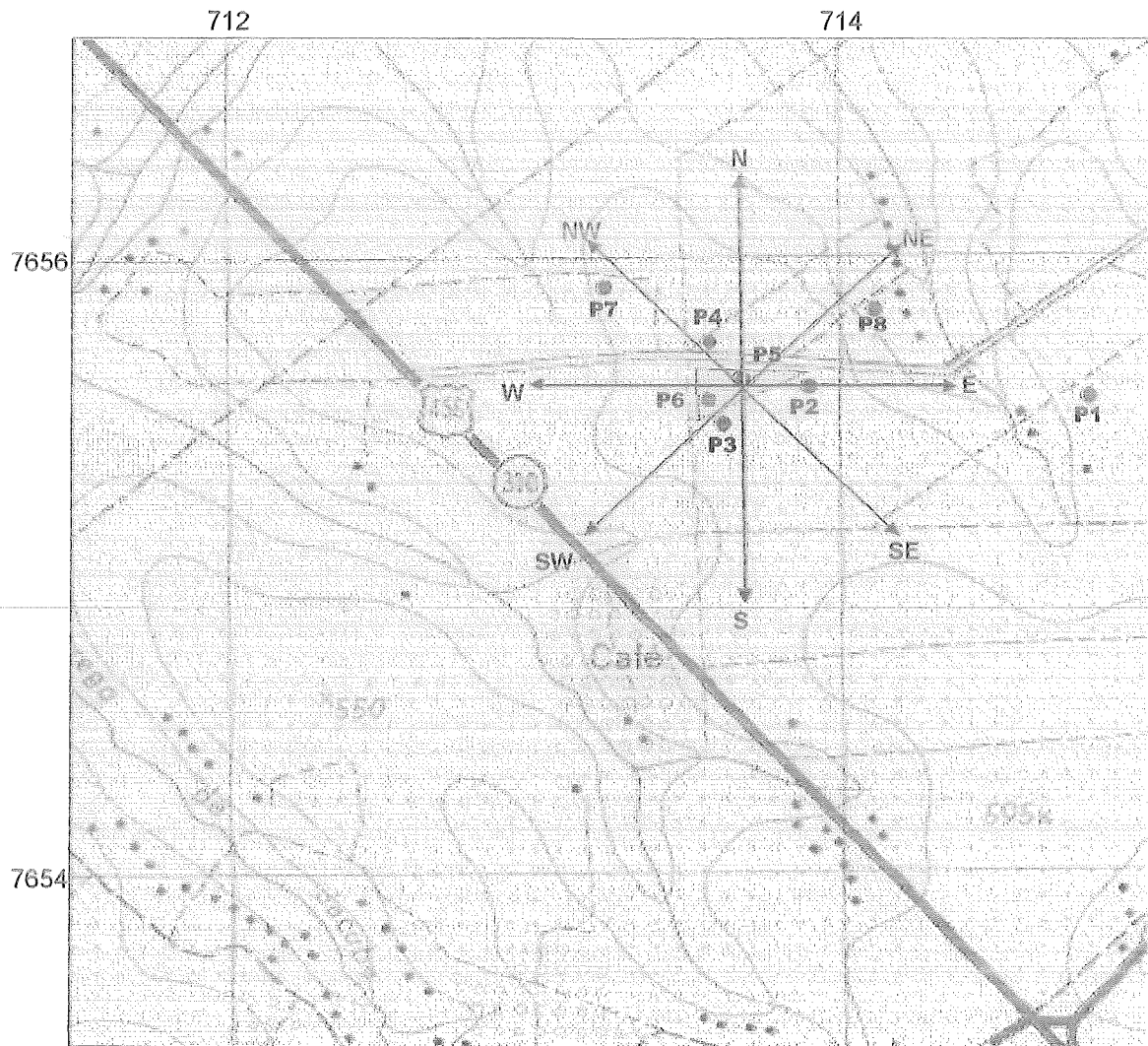


Figura 1 - Mapa com a localização dos pontos de amostragem

2.4 Método de coleta e análise

A metodologia seguida consiste na exposição, por um período de 30 dias, de um frasco de vidro contendo 500 mL de água com 5 mL de cloreto de zefirol (fungicida). O frasco é fixado a cerca de 3 m de altura do solo. Após a exposição, o frasco é retirado do campo e levado ao laboratório, onde é feita a extração do chumbo presente na amostra em ácido nítrico a quente, seguido de análise por espectrofotometria de absorção atômica.

3. Resultados e Discussão

Destaca-se, que no início do monitoramento, nos meses de setembro/02, outubro/02, novembro/02 e julho/03, os frascos coletores de amostras chegaram ao laboratório totalmente secos, devido ao forte calor verificado na região e ao período de estiagem.

Na Tabela 2, estão apresentados os resultados obtidos com o monitoramento de chumbo na poeira sedimentável, no período de setembro/2002 a setembro/2003.

Tabela 2 - Taxas de chumbo na poeira sedimentável no entorno da Indústria Frey & Stuchi

PERÍODO	Taxas de chumbo na poeira sedimentável (kg/km ² .30dias)							
	Santa Ritinha (P1)	Limoeiro (P2)	Bananeira (P3)	Pasto (P4)	Fundição (P5)	Refino (P6)	Canavial (P7)	Escória (P8)
05/09/2002	3	15	41	238	1312	2383	10	*
08/10/2002	3	9	85	**	641	604	13	43
07/11/2002	4	53	118	105	427	523	3	30
02/12/2002	4	31	**	**	834	969	19	142
09/01/2003	3	19	45	25	542	1017	10	37
07/02/2003	< LD	12	49	47	734	1868	11	53
14/03/2003	3	14	45	128	270	965	9	32
11/04/2003	< LD	21	25	171	425	370	13	68
12/05/2003	< LD	13	46	121	425	782	19	54
06/06/2003	< LD	13	28	111	245	401	16	44
04/07/2003	3	12	68	261	734	1506	24	36
08/08/2003	3	42	205	345	603	931	27	153
18/09/2003								
MÉDIA	3	21	69	155	600	1027	15	63

(*) – não houve amostragem

(**) – amostra perdida

(LD) = 2,5 kg/km².30dias

Para o cálculo das médias, quando o valor obtido se apresentou menor que o LD - limite de detecção do método - (2,5 kg/km².30dias), considerou-se a metade do valor do limite, ou seja, 1,25 kg/km².30dias.

A função principal da avaliação do parâmetro chumbo na poeira sedimentável, é observar a variação espacial e temporal deste elemento na atmosfera, de forma a possibilitar a caracterização das áreas que possam sofrer maior ou menor impacto das fontes emissoras pela sedimentação do mesmo, assim como a deterioração com o passar do tempo.

Não se dispõe de padrões para taxa chumbo na poeira sedimentável. Entretanto, em áreas urbanas, nos EUA⁽¹⁾, foram encontradas taxas na faixa de 3 a 12 kg/km².30dias. A literatura indica também, que valores entre 200 e 1500 kg/km².30dias, são encontrados nas proximidades de fundições⁽²⁾, sendo que estes valores diminuem para nível de *background* com o distanciamento da fonte entre 300 e 400 metros.

Para uma melhor avaliação, os resultados serão apresentados de forma separada em pontos externos e pontos internos.

A Figura 2, apresenta os resultados obtidos no período do monitoramento dos pontos externos, P1, P2, P3, P4, P7 e P8.

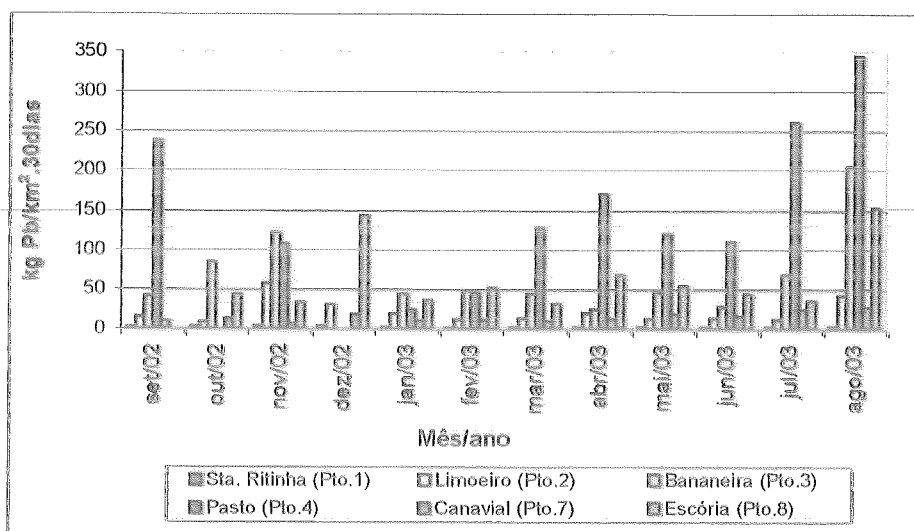


Figura 2 - Taxas de Chumbo na Poeira Sedimentável nos pontos externos à indústria Frey & Stuchi

Pela análise dos resultados constata-se que, de maneira geral, a maioria dos pontos externos estão acima dos valores encontrados em áreas urbanas americanas (3 a 12 kg/km².30dias). A única exceção foi ponto P1 - Sítio Santa Ritinha, onde as taxas estão muito próximas do limite de detecção do método (2,5 kg/km².30dias) e do limite inferior da faixa encontrada em área urbana dos EUA, citada. É válido lembrar que o ponto P1, ponto mais distante da indústria, cerca de 1100 m, está localizado a Leste da empresa, não estando, portanto, na direção dos ventos predominantes da região (Leste).

Destaca-se também o ponto P4 - Pasto, onde foram observados os maiores valores de taxa durante o período do monitoramento cuja média obtida foi de 155 kg/km².30dias. Seguido pelos pontos P 3 - Bananeira com média de 69 kg/km².30dias e o ponto P8 - Escória com média de 63 kg/km².30dias.

Em alguns pontos, como no P7 - Canavial e P2 - Limoeiro, devido ao distanciamento da fonte, era de se esperar que as taxas diminuíssem para valores mais compatíveis com os níveis de *background*, fato este, que não foi observado.

De maneira geral, observa-se um aumento das taxas de chumbo na poeira sedimentável no período de inverno, período do ano que é caracterizado pela diminuição das chuvas e das temperaturas, com ocorrência de períodos de calma, ou seja, grande estabilidade atmosférica com ausência de ventos por várias horas, bem como a ocorrência de inversões térmicas de baixa altitude, proporcionando condições mais desfavoráveis para a dispersão de poluentes na atmosfera⁽³⁾.

A Figura 3, apresenta os resultados obtidos no período do monitoramento dos pontos internos, P5 - Fundição e P6 - Refino.

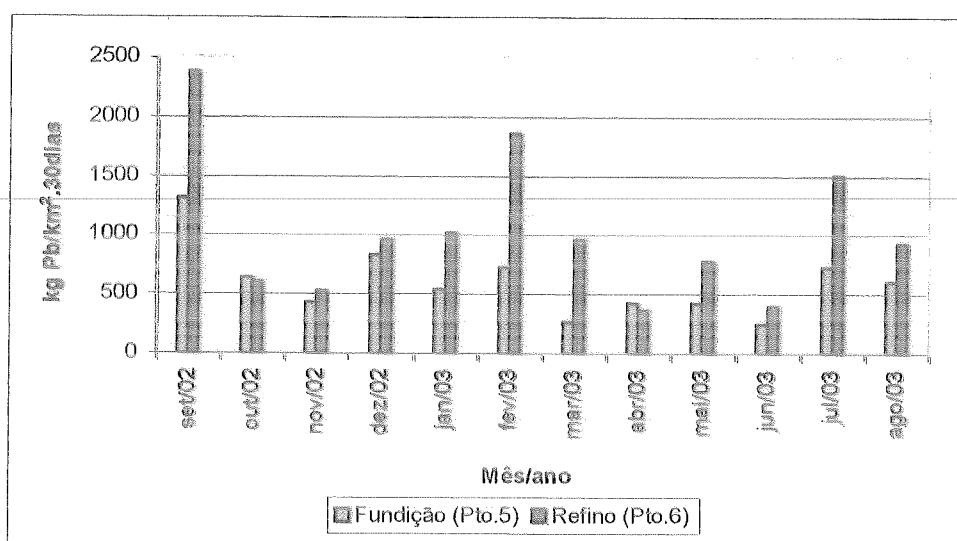


Figura 3 - Taxas de Chumbo na Poeira Sedimentável nos pontos internos à indústria Frey & Stuchi

Analisando-se a Figura 3, referente aos pontos internos à empresa, observa-se que no ponto P6 - Refino, foram encontrados alguns valores de taxa superiores à faixa citada pela literatura para locais próximos à fundições (200 a 1500 kg/km².30dias). No ponto P5 - Fundição, os valores obtidos se enquadram na faixa citada. Ressalta-se que, este ponto está bem próximo da estrada que separa um canavial dos limites da Frey & Stuchi; este canavial, situado a Oeste da empresa, estaria sob a influência dos ventos predominantes de Leste.



3.1 Comparação com outros estudos

Como fonte de comparação, citam-se alguns estudos realizados em outras empresas, onde também foi medido chumbo na poeira sedimentável tanto em pontos internos quanto externos às indústrias.

O primeiro estudo foi realizado na Indústria Tonolli S/A⁽⁴⁾, localizada no município de Jacareí, no período de junho a setembro de 2001. O segundo estudo foi efetuado na Indústria de Baterias Cral Ltda.⁽⁵⁾ situada no município de Bauru, cujo período de monitoramento foi de julho a setembro de 2001. O terceiro estudo também foi no município de Bauru, na Indústria Acumuladores Ajax Ltda⁽⁶⁾, no setor metalúrgico, nos períodos de julho a outubro de 1999, de janeiro a abril e setembro a novembro de 2000 e de junho a setembro de 2001. O quarto estudo foi realizado na Indústria Saturnia Sistemas de Energia Ltda. e na Indústria Enertec do Brasil Ltda.⁽⁷⁾ localizadas no município de Sorocaba, no período de março a setembro de 2003. Dos estudos citados, as indústrias Ajax e Tonolli também realizavam reaproveitamento de baterias.

Os resultados dos estudos estão apresentados na Tabela 3, para os pontos externos e na Tabela 4 para os pontos internos. Destaca-se que as distâncias das fontes são aproximadas servindo como indicativo e que os valores encontrados, além de relacionados à distância, também estão influenciados pelas direções predominantes de vento.

As indústrias Ajax (setor metalúrgico) e Tonolli estão, atualmente, com suas atividades paralisadas.



COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

INFORME TÉCNICO Nº 02/2004/ETQA

Tabela 3 - Taxas de Chumbo na Poeira Sedimentável (kg/km².30dias) no entorno das empresas

Faixa dos valores encontrados	< 100 m da fonte			> 100 a 300 m da fonte					>300 a 900 m da fonte					> 900 m da fonte			
	FREY & STUCHI P4 (80 m)	CRAL P5 (50 m)	TONOLLI P4 (60 m)	FREY & STUCHI P3 (150 m)	FREY & STUCHI P8 (150 m)	FREY & STUCHI P2 (250 m)	AJAX P6 (200m)	TONOLLI P2 (230 m)	FREY & STUCHI P7 (460 m)	AJAX P7 (400 m)	CRAL P6 (400 m)	CRAL P4 (500 m)	ENERTEC P1 (600 m)	SATURNIA P8 (700 m)	FREY & STUCHI P1 (1100m)	AJAX P4 (1000 m)	CRAL P3 (1500 m)
	25 -345	85 -256	33 -57	25 - 205	30 - 153	9 - 53	502-2311	24 - 35	3 - 27	246-511	10 -15	53 - 100	<LD - 3	<LD - 5	<LD - 4	32 - 123	6 -13

LD = 2,5 kg/km².30dias

Tabela 4 - Taxas de Chumbo na Poeira Sedimentável (kg/km².30dias) nos pontos internos das empresas

Faixa dos valores encontrados	FREY & STUCHI P5 e P6	TONOLLI P3	CRAL P1 e P2	AJAX P1, P2 e P3	ENERTEC P2 e P3	SATURNIA P5, P6 e P7
	245 - 2383	255 - 411	98 - 437	21 - 6009	<LD - 31	<LD - 10

LD = 2,5 kg.km².30dias



Observa-se na Tabela 3, que os valores encontrados nos pontos externos da Frey & Stuchi estão numa faixa intermediária de valores quando são comparados com os resultados de outras indústrias. Já, analisando-se a Tabela 4 observa-se que os resultados dos pontos internos à Frey & Stuchi foram maiores dos que os obtidos em outras indústrias, com exceção para os resultados encontrados na Ajax, setor metalúrgico.

4. Conclusão e Recomendações

Cabe considerar que as conclusões obtidas com a análise do conjunto de dados apresentados, referem-se exclusivamente ao período em que o parâmetro chumbo na poeira sedimentável foi monitorado, ou seja, de setembro de 2002 a setembro de 2003 .

Pela análise dos resultados apresentados neste informe, conclui-se que:

- os níveis de chumbo na poeira sedimentável encontrados no ponto P1 - Sítio Santa Ritinha estão muito próximos ao limite de detecção do método (2,5 kg/km².30dias) e do limite inferior da faixa encontrada em área urbana nos EUA (3 a 12 kg/km².30dias);
- no interior da indústria, nos pontos P5 - Fundição e P6 - Refino e no seu entorno próximo, destacando-se os pontos externos P4 - Pasto, P3 - Bananeira e P8 - Escória, os resultados indicam a ocorrência de deposição de chumbo por via aérea.

Uma vez que a contaminação do chumbo é cumulativa, recomenda-se, caso ainda não tenham sido adotadas, que sejam efetivadas medidas de controle das fontes de emissão atmosféricas, de forma a minimizar os efeitos da contaminação do solo e da vegetação por via aérea.


5. REFERÊNCIAS

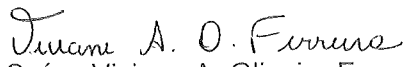
1. Air Quality Criteria for Lead – EPA 600/8-77-017 Environmental Protection Agency, USA.
2. Environmental Health Criteria 3 – Lead – World Health Organization, Geneve 1977.
3. CETESB - "Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo - 2003". São Paulo, 2004.
4. CETESB – Informe Técnico n.º 003/02/EQQA "Taxas de chumbo na Poeira Sedimentável – Tonolli do Brasil S/A" . Fevereiro/2002. São Paulo.
5. CETESB – Informe Técnico n.º 005/02/EQQA "Taxas de chumbo na Poeira Sedimentável – Baterias Cral Ltda." Maio/2002. São Paulo.
6. CETESB – Informe Técnico n.º 001/02/EQQA "Taxas de chumbo na Poeira Sedimentável – Acumuladores Ajax Ltda." Janeiro/2002. São Paulo.
7. CETESB – Parecer Técnico n.º 004/04/ETQA "Monitoramento de Chumbo na Poeira Sedimentável no entorno da Enertec do Brasil e na Saturnia Sistemas de Energia." Fevereiro/2004. São Paulo.



COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

INFORME TÉCNICO Nº 02/2004/ETQA


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


Quím. Viviane A. Oliveira Ferreira
Setor de Amostragem e Análise
do Ar
Reg. 01.4334-2



DATA : 10/09/2004
INTERESSADO : Agência Ambiental de Cubatão – CBx-C
ASSUNTO : Avaliação de Fluoretos na Atmosfera e na Vegetação na Região de Cubatão
SOLICITANTE : Agência Ambiental de Cubatão – CBx-C

1. INTRODUÇÃO

O Setor de Ecossistemas Terrestres – ESSE e o Setor de Amostragem e Análise do Ar – EQQA vem, desde meados dos anos 80, avaliando a qualidade do ar na região da Serra do Mar em Cubatão.

Dentre os poluentes mais importantes do ponto de vista de fitotoxicidade, destacam-se os fluoretos gasosos emitidos pelas indústrias de fertilizantes, que tem uma importante presença em Vila Parisi, no município de Cubatão, bem como por indústrias de alumínio, de cerâmica, de produção de gasolina de avião, entre outros.

A partir de 1983, a CETESB implantou, em Cubatão, o Programa de Controle da Poluição visando a redução das principais emissões poluidoras. No entanto, embora em menor escala, a presença de fluoretos ainda causa prejuízos na vegetação da Serra do Mar, induzindo o aparecimento de injúrias características desse poluente nas plantas e prejudicando a regeneração natural desse trecho da Mata Atlântica.

2. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi verificar em que condições se encontram as atuais emissões de fluoretos na região de Cubatão, através do monitoramento da qualidade do ar. Para isto, utilizaram-se como instrumentos de avaliação, plantas bioindicadoras de fluoretos, expondo-se indivíduos reconhecidamente sensíveis ao poluente em questão (*Cordyline terminalis*) e, paralelamente, expondo-se placas para medição de taxas de fluoretos.

3. LOCALIZAÇÃO

As amostragens de taxas de fluoretos gasosos e de bioindicadores foram realizadas nos seguintes pontos:



Nº Ponto	Localização	Amostrador
1	Estação Telemétrica Vila Parisi	Fluoreto
2	Viveiro Ultrafertil	Fluoreto
3	Entrada do vale do Mogi	Fluoreto
4	UGAV/Petrobrás	Fluoreto / Bioindicador
5	Copebrás	Fluoreto
6	Caminho do Mar (CM) – Caixa 10 (130 m)	Fluoreto / Bioindicador
7	Caminho do Mar (CM) – Escorregamento (160 m)	Fluoreto / Bioindicador
8	Caminho do Mar (CM) – Curva Pedra (250 m)	Fluoreto / Bioindicador
9	Caminho do Mar (CM) – Rancho (510 m)	Fluoreto / Bioindicador
10	Vale dos Pilões	Fluoreto / Bioindicador

Os valores entre parêntesis indicam a altitude dos pontos de coleta.

A Figura 1 apresenta a localização desses pontos.

O ponto 4 foi instalado no interior da UGAV/Petrobrás e o ponto 5 dentro do terreno da Copebrás mas junto à escarpa da Serra do Mar. O ponto instalado no vale dos Pilões foi utilizado como referência, por não ser influenciado pelas emissões de fluoreto.

A troca dos amostradores de fluoreto foi realizada por técnicos da Agência Ambiental de Cubatão e as amostras enviadas ao ETQA para análise.

4. CONCENTRAÇÃO DE FLUORETOS NA VEGETAÇÃO

4.1 Metodologia

Para avaliação dos efeitos dos poluentes na vegetação foram expostas plantas bioindicadoras de fluoretos (*Cordyline terminalis*) seguindo a metodologia de exposição de CETESB¹.

Foram realizadas três campanhas de exposição, com duração de 15 dias cada, mais especificamente entre 30/10 à 17/11/03, 17/11 à 02/12/03 e 16/03/04 a 05/04/04.

Após a exposição, os indivíduos foram encaminhados para o laboratório do ESSE, onde foram analisadas as concentrações foliares de fluoreto, de acordo com o método proposto por Van den Heede², modificado e comparados aos valores de fluoreto presentes nas folhas amostradas antes da exposição

4.2. Avaliação

Os resultados obtidos nas análises das amostras após os períodos de exposição, estão expressos na Tabela 1 e Figura 2, abaixo:

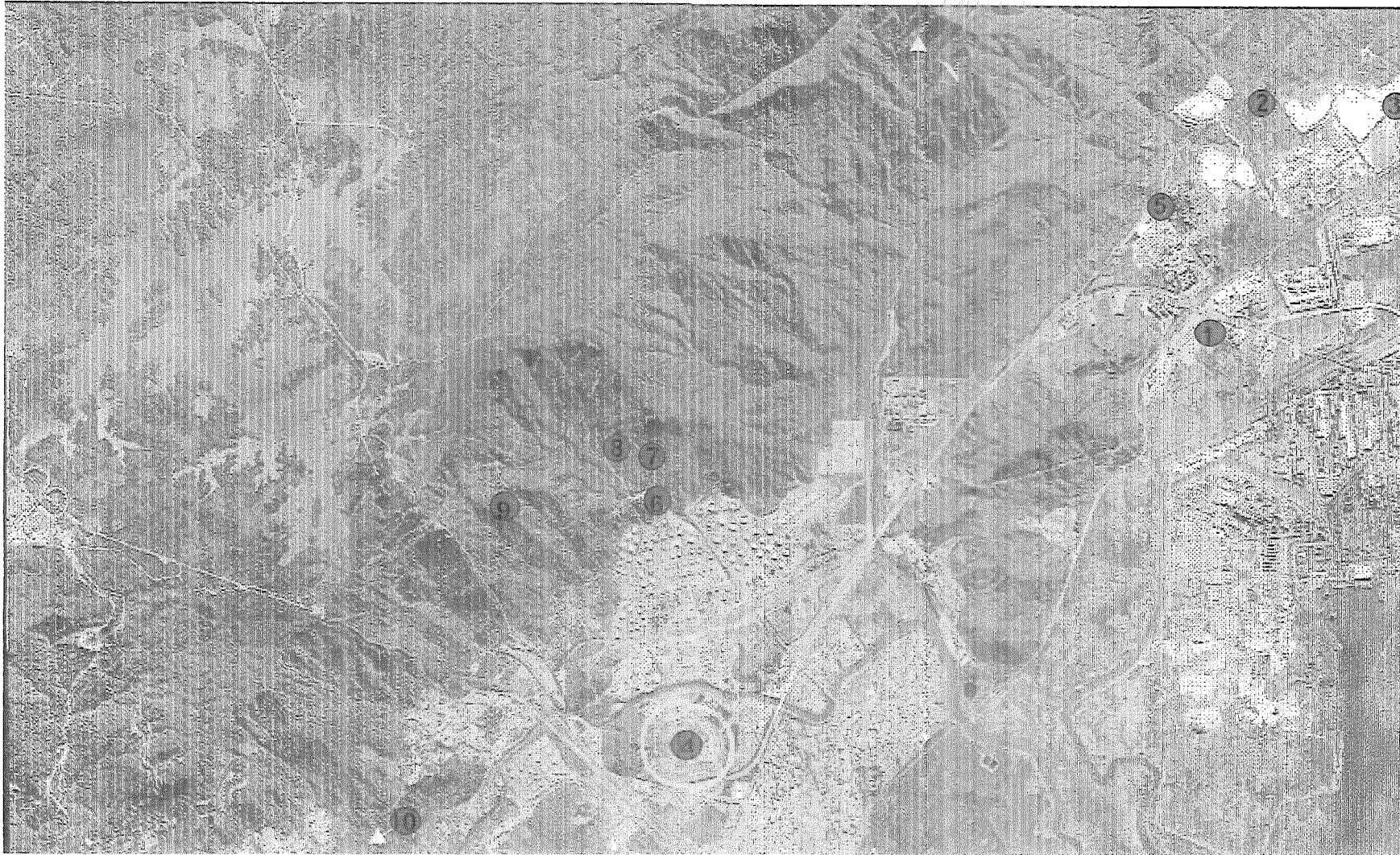
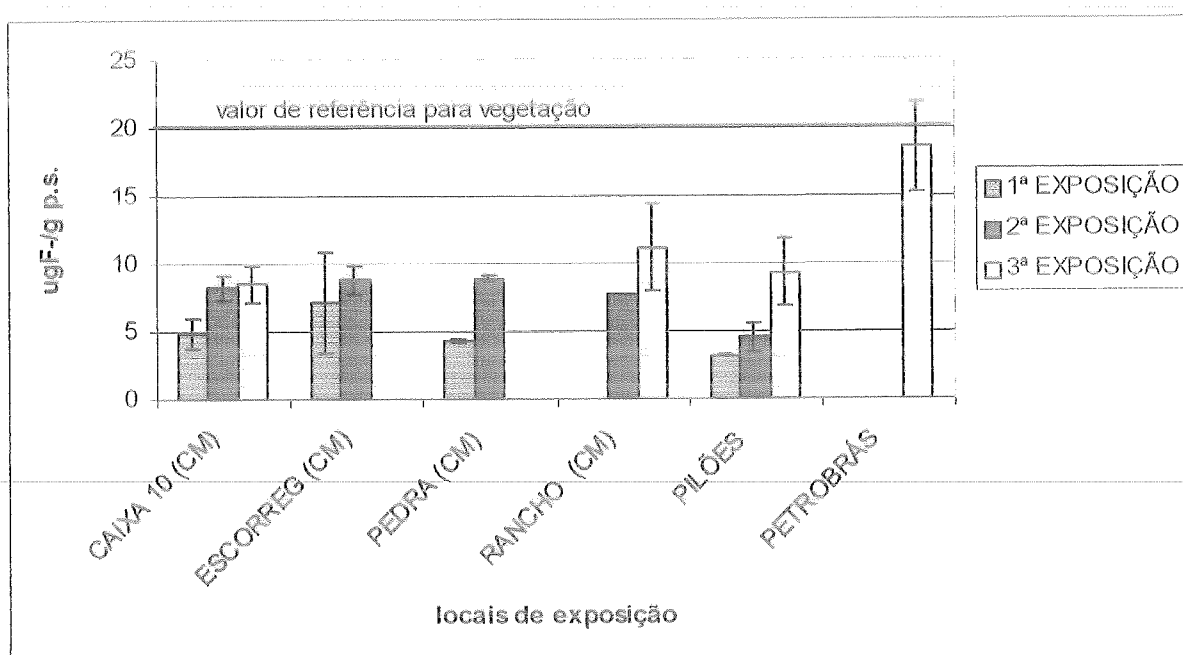


Figura 1 – Mapa de localização dos pontos de amostragem de fluoreto.

Tabela 1 – Concentração foliares de fluoretos em *Cordyline terminalis* (dracena) após os períodos de exposição.

LOCAL	ALTITUDE metros	1ª EXPOSIÇÃO	2ª EXPOSIÇÃO	3ª EXPOSIÇÃO
		($\mu\text{gF}/\text{g.ps}$)	($\mu\text{gF}/\text{g.ps}$)	($\mu\text{gF}/\text{g.ps}$)
Caixa 10 (CM)	130	4,87 \pm 1,19	8,24 \pm 0,89	8,53 \pm 1,4
Escorregamento (CM)	160	7,14 \pm 3,70	8,83 \pm 1,07	--
Curva Pedra (CM)	250	4,28 \pm 0,20	8,90 \pm 0,19	--
Rancho Maioridade (CM)	510	--	7,68 \pm 0,02	11,21 \pm 3,21
UGAV/ Petrobrás (CM)	56	--	--	18,54 \pm 3,26
Vale dos Pilões	--	3,21 \pm 0,01	4,54 \pm 1,06	9,33 \pm 4,48

-- ausência de dado

Figura 2 – Variação das concentrações foliares de fluoretos em *Cordyline terminalis* (dracena) após os períodos de exposição.

Conforme é possível observar, não foram obtidos valores de fluoretos foliares acima do valor adotado como referência de qualidade, com exceção do ponto da UGAV/Petrobrás, onde um indivíduo ultrapassou este valor. Pode-se notar que este ponto está justamente, localizado na encosta da Serra do Mar, próximo à emissão de fluoreto gasoso da empresa.

Há de se ressaltar que todos os períodos de exposição apresentaram altos níveis pluviométricos, o que pode sub-dimensionar os resultados, uma vez que o fluoreto é lixiviável das folhas.

Além destas amostragens, foi também realizada uma campanha onde amostrou-se espécies nativas presentes nas encostas do Caminho do Mar e no Vale dos Pilões, nos mesmos pontos de amostragem (Tabela 2). Tal campanha foi realizada em junho de 2003, no âmbito do monitoramento das emissões da UGAV, conforme exigência contida na Licença de funcionamento da citada empresa.

Tabela 2 – Concentrações foliares de fluoretos em espécies nativas presentes em diferentes locais da encosta do Caminho do Mar (Cubatão) - Junho/2003

LOCAL/ESPÉCIE		nº amostra	Concentração foliar µgF/g.PS (média)		
Caminho do Mar "Tibouchina"	Caixa 10 130m	1	39,9	±	7,3
		2			
		3			
	Escorregamento 160m	4	26,6	±	21,1
		5			
		6			
	Curva da pedra 250m	7	38,1	±	35,5
		8			
		9			
Caminho do Mar "Cecropia"	Caixa 10 130m	10	67,1	±	6,4
		11			
		12			
	Escorregamento 160m	13	24,6	±	4,0
		14			
		15			
	Curva da pedra 250m	16	22,2	±	13,3
		17			
		18			
Pilões "Tibouchina"	Pilões	19	8,0	±	0,9
		20			
		21			
Pilões "Cecropia"	Pilões	22	7,7	±	1,0
		23			
		24			

Pode-se notar que as concentrações de fluoretos nas folhas das espécies presentes no Caminho do Mar foram mais altas que às mesmas espécies presentes no Pilões e ainda que, de maneira geral, a maior concentração nas folhas foi detectada no ponto Caixa 10, sendo que todas as amostras do Caminho do Mar ultrapassaram o valor de referência adotado, ou seja, 20 µgF/g.PS. Tais resultados demonstram o aporte deste poluente no caminho do mar, em concentrações fitotóxicas.

Há de se considerar que tal amostragem foi realizada durante o período de inverno, diferentemente das demais amostragens citadas na Tabela 1.

Estudos anteriores⁴ demonstraram a sazonalidade de acumulação de fluoretos nas folhas de espécies nativas, em razão da menor pluviosidade e de condições meteorológicas desfavoráveis para dispersão de poluentes, podendo assim aumentar a acumulação e, conseqüentemente, os efeitos deste poluente na vegetação.



5. FLUORETOS NA ATMOSFERA

5.1. Metodologia de Amostragem e Análise

O sistema de coleta de amostras de fluoretos na atmosfera consiste de filtro de papel impregnado com trietanolamina disposto em uma placa de petri. Após exposição ao ambiente, os fluoretos fixados no reagente de impregnação são extraídos em solução aquosa e analisados potenciometricamente através de eletrodo de íon seletivo⁵.

Os amostradores passivos de fluoreto e os bioindicadores foram trocados a cada 15 dias, sendo que cada ponto tem duas placas em paralelo e três indivíduos de *Cordyline terminalis*.

As amostragens tiveram início em novembro de 2003 e se estenderam até abril de 2004.

5.2. Resultados e Discussão

As taxas de fluoretos correspondem à massa de fluoreto gasoso por unidade de área em um período de tempo determinado. Os resultados obtidos nestas medições fornecem um parâmetro relacionado à média de concentração no período, não sendo capaz de detectar picos de emissão.

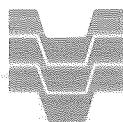
As taxas de fluoretos obtidas na atmosfera, nos 10 pontos de amostragem, no período de novembro de 2003 a abril de 2004 são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores de taxas de fluoretos na atmosfera, em $\mu\text{g}/100\text{cm}^2 \cdot 30$ dias.

Período de exposição	Pontos de monitoramento									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Parisi	Viveiro	Vale do Mogi	UGAV	Copebrás	Cx 10 130m	Escorreg. 160m	Pedra 250m	Rancho 510m	Pilões
30/10 a 17/11/03	1591	458	**	*	897	103	62	41	*	6
17/11 a 02/12/03	1977	405	793	1106	760	90	60	47	90	7
02/12 a 18/12/03	873	534	1249	491	1350	121	116	69	97	7
18/12/03 a 05/01/04	486	552	1208	308	848	57	30	39	60	4
05/01 a 19/01/04	565	346	689	208	669	69	29	50	78	12
19/01 a 04/02/04	486	342	856	199	413	72	30	66	103	11
04/02 a 26/02/04	514	278	991	90	617	29	10	14	25	6
26/02 a 16/03/04	1523	312	407	390	882	97	27	54	95	5
16/03 a 05/04/04	989	232	339	97	633	35	17	13	**	7
Média	1000	384	817	361	785	75	42	44	78	7

* período não amostrado

** amostra perdida



CETESB

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Fone: (0xx11) 3030-6000 - Fax: (0xx11) 3030-6402

Telex: 1183053 CETS - BR - CEP 05459-900

Site: www.cetesb.sp.gov.br

São Paulo - SP - Brasil