

**CETESB**

**COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL**

---

**DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E 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 Reguerra Garcez  
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros  
05489-200 - SÃO PAULO - BRASIL

**Avaliação dos níveis de fluoretos  
atmosféricos no Município de  
Santa Gertrudes  
Fevereiro/2003**

CLASS.	
AUTOR.	
FOMBO	037219

B207  
T723a(RCE1  
037219

**DOCUMENTO**

<i>Tipo</i>	<i>Data</i>	<i>Origem</i>	<i>N.º Página / V</i>	<i>N.º Mapas</i>
Relatório	21/01/03	EQQA	14	02

**TÍTULO DO DOCUMENTO**

Avaliação dos níveis de fluoretos atmosféricos no Município de Santa Gertrudes.

**AUTOR RESPONSÁVEL**

*Assinatura / Carimbo / Data*



**AUTORES / ENTIDADES OU UNIDADES A QUE PERTENCEM**

Patricia da Silva Trentin - EQQA

**DOCUMENTO AUTORIZADO POR**

*Assinatura / Carimbo / Data*

*Carimbo* **Jesulino Romano**  
 Gerente do Depto. De Qualidade Ambiental  
 Reg. 01.2636-3 CRO 0018458

**DOCUMENTO REVISADO**

*Assinatura / Carimbo / Data*

*Carimbo* **Maria Helena B. Martins**  
 Gerente do Setor de Amostragem  
 e Análise do Ar  
 Reg. 01.3927-6 CRO 04215991

**CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA**

- Externa       Interna  
 Reservada

**PALAVRAS CHAVES**

Fluoretos - Santa Gertrudes - indústrias cerâmicas

**CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO**

**DISTRIBUIÇÃO INTERNA**

*Áreas / N.º de Cópias*

Biblioteca (2), EQQA, CPc-P

**USO DA BIBLIOTECA**

*Classificação de Assunto*

*N.º Documento*

*Visto / Carimbo / Data*

**TÍTULO DO DOCUMENTO**

Avaliação dos níveis de fluoretos atmosféricos no Município de Santa Gertrudes.

**RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi realizar um monitoramento dos níveis de fluoretos atmosféricos no Município de Santa Gertrudes, cidade que têm um grande número de indústrias cerâmicas instaladas em sua área. Essa atividade industrial é reconhecidamente emissora deste poluente para a atmosfera, na forma de fluoretos gasosos e particulados.

Os fluoretos são agentes fortemente fitotóxicos, causando diversos tipos de danos à vegetação. Em altas concentrações na atmosfera, podem também causar danos à saúde humana.

Neste trabalho foram realizadas medições de taxas e concentração de fluoretos. As taxas foram medidas utilizando-se amostradores passivos localizados em 9 pontos do município, no período entre julho e dezembro de 2002.

As concentrações foram medidas utilizando-se um amostrador de tubo de difusão, em um local da cidade, por 10 dias úteis consecutivos, no mês de outubro de 2002.

Os valores de taxas observados em alguns pontos são elevados, sendo comparáveis aos de outros estudos realizados no Estado de São Paulo, onde foram comprovados danos à vegetação local.

O valor médio de concentração encontrado para fluoretos gasosos foi de  $1,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sendo que a faixa foi de  $0,42$  a  $2,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Face aos resultados, recomenda-se um programa de controle das fontes nesta região, para garantir a redução da emissão deste poluente na atmosfera.

**OBSERVAÇÕES****USO DA BIBLIOTECA**

Local

Série

## 1. INTRODUÇÃO

No Município de Santa Gertrudes, estão instaladas 17 indústrias cerâmicas. Além de argila, feldspato e areia, matérias-primas básicas usadas na fabricação de produtos de cerâmica, usam-se diversos outros minerais, sais e óxidos como fundentes, dentre os quais apatita  $[Ca_5(F,Cl,OH)(PO_4)_3]$ , fluorita ( $CaF_2$ ) e criolita ( $Na_3AlF_6$ ), cujo processamento provoca a emissão de fluoretos para a atmosfera<sup>1</sup>. Os fluoretos podem se apresentar na atmosfera sob a forma de fluoretos gasosos ou particulados.

Os fluoretos são fortes agentes fitotóxicos, causando danos às plantas que vão desde alterações metabólicas, lesões foliares, redução no crescimento e desenvolvimento, até prejuízos ao ecossistema como um todo<sup>2</sup>. Os efeitos dos fluoretos gasosos são mais agressivos que os dos fluoretos particulados, pois os primeiros são mais prontamente absorvidos pela vegetação.

Em altas concentrações na atmosfera, os fluoretos também podem causar danos à saúde humana, podendo provocar, por exemplo, fluorose e osteosclerose, além de irritação do trato respiratório, olhos e pele. Há relatos de efeitos nos pulmões de crianças em concentrações superiores a  $200 \mu gF/m^3$ , no caso de fluoretos gasosos, e  $300 \mu gF/m^3$ , no caso de fluoreto particulado.<sup>3</sup>

## 2. OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi mapear a região do Município de Santa Gertrudes em termos das taxas de fluoretos na atmosfera e avaliar os níveis de concentração de fluoretos na atmosfera, com o intuito de fornecer subsídios para as ações de controle das fontes nesta região.

## 3. METODOLOGIA

### 3.1. Locais e períodos de amostragem

Os locais de amostragem de fluoretos foram definidos de forma representativa, considerando a localização das indústrias cerâmicas. Assim, escolheram-se 5 pontos na área urbana da cidade e 4 pontos na área dos lagos. Na seleção dos locais, além dos critérios técnicos, foram também consideradas condições como segurança dos equipamentos, etc.

Os locais de amostragem para determinação das taxas de fluoretos estão indicados na Figura 1 pela letra T (T1 a T9), e suas localizações exatas bem suas coordenadas estão indicados na Tabela 1. As amostragens foram realizadas em períodos integrados de cerca de 15 dias cada, iniciando-se em julho e finalizando-se em dezembro de 2002.

As determinações de concentração foram realizadas somente em um ponto, indicado na Figura 1 pela letra C. As amostragens foram realizadas durante 10 dias úteis consecutivos, todas no mês de outubro de 2002. Cada amostragem foi feita em triplicata, por cerca de 24 horas cada, totalizando 30 amostras.

Figura 1. Localização dos pontos de amostragem de fluoretos no Município de Santa Gertrudes.

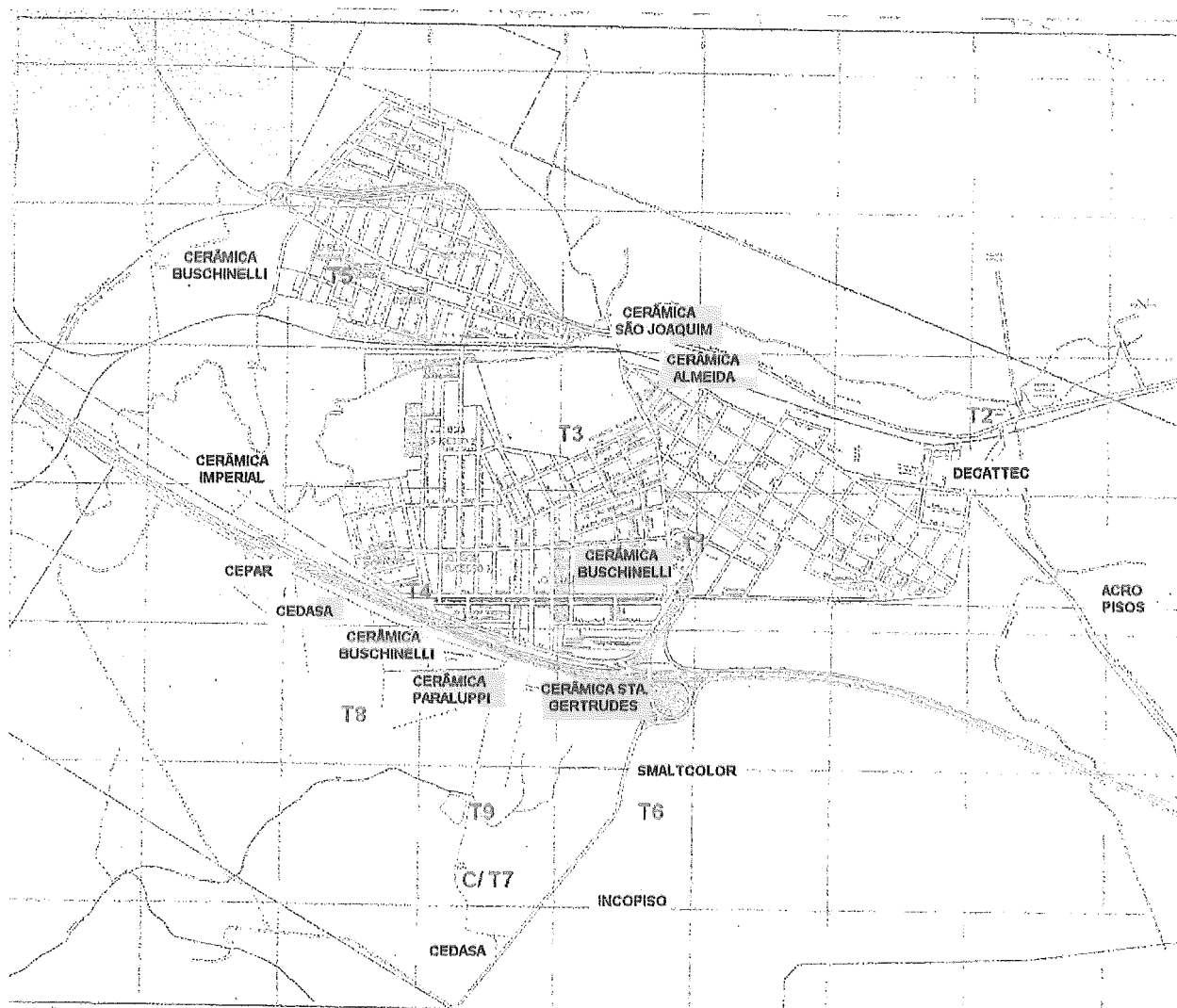


Tabela 1. Endereços e coordenadas dos pontos de amostragem no Município de Santa Gertrudes.

PONTO	ENDEREÇO	COORDENADAS
T1	Av. Rêmolo Tonon, esquina c/ R. São Marcos (Maternidade)	23K 0239397 UTM 7514349
T2	R. Constante Peruche s/n (Estação de Tratamento de Água)	23K 0240609 UTM 7514774
T3	Rua São Pedro esquina c/ R. Santo Antonio (Recanto Flafer)	23K 0238980 UTM 7514632
T4	Rua Santa Isabel, 911 (Bairro Iporanga)	23K 0238455 UTM 7514165
T5	Avenida 7, 123 (Bairro Indaiá 3)	23K 0238200 UTM 7515309
T6	Estrada Municipal Santa Gertrudes-Iracemápolis km 0,5 (próximo à Cerâmica Smaltcolor)	23K 0239174 UTM 7513302
T7	Estrada Municipal Santa Gertrudes-Iracemápolis km 1,0 (Chácara Pedro Fiorio)	23K 0238811 UTM 7513070
T8	Lago (próximo à Cerâmica Paraluppi)	23K 0238346 UTM 7513645
T9	Estrada Atílio Pascon s/n – Chácara Maria Janete (Pesqueiro)	23K 0238665 UTM 7513379

### 3.2. Amostragem e Análise

#### 3.2.1. Taxas de fluoretos na atmosfera

As taxas de fluoretos correspondem à massa de fluoreto gasoso por unidade de área em um período de tempo determinado. Assim, os valores de taxas de fluoretos são expressos em  $\mu\text{gF}^-/100\text{cm}^2 \cdot 30 \text{ dias}$ . Os resultados obtidos nestas medições fornecem um parâmetro relacionado à média de concentração no período, não sendo capaz de detectar picos de emissão. Este método é bastante indicado para o mapeamento espacial/temporal em relação à determinado poluente, não requerendo energia elétrica e podendo ser utilizado em locais de difícil acesso e sem infraestrutura adequada para instalação de outros tipos de monitores.

Para a avaliação das taxas, utilizam-se filtros de papel impregnados com trietanolamina dispostos em placas de petri. O sistema fica exposto ao ambiente e os fluoretos fixados no reagente de impregnação são extraídos em solução tampão e analisados potenciométricamente, utilizando-se eletrodo de íon seletivo.

### 3.2.2. Concentrações de fluoretos na atmosfera

Para a determinação das concentrações de fluoretos atmosféricos, utiliza-se um amostrador de tubo de difusão, que, basicamente, consiste em um tubo de vidro impregnado internamente com solução de bicarbonato de sódio para a coleta do fluoreto gasoso e, na saída deste, um filtro de celulose para a coleta do fluoreto particulado. Tanto o tubo de difusão quanto o filtro de celulose são extraídos em solução tampão e analisados potenciometricamente, empregando-se eletrodo de íon seletivo. Os resultados de concentração são expressos em  $\mu\text{gF}/\text{m}^3$ .

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Taxas de fluoretos na atmosfera

Na Tabela 2, são apresentados os resultados das taxas de fluoretos obtidos nos diversos locais de amostragem.

Tabela 2. Taxas de fluoretos ( $\mu\text{gF}/100\text{cm}^2.30\text{dias}$ ) medidas nos pontos T1 a T9, no período compreendido entre julho e dezembro de 2002.

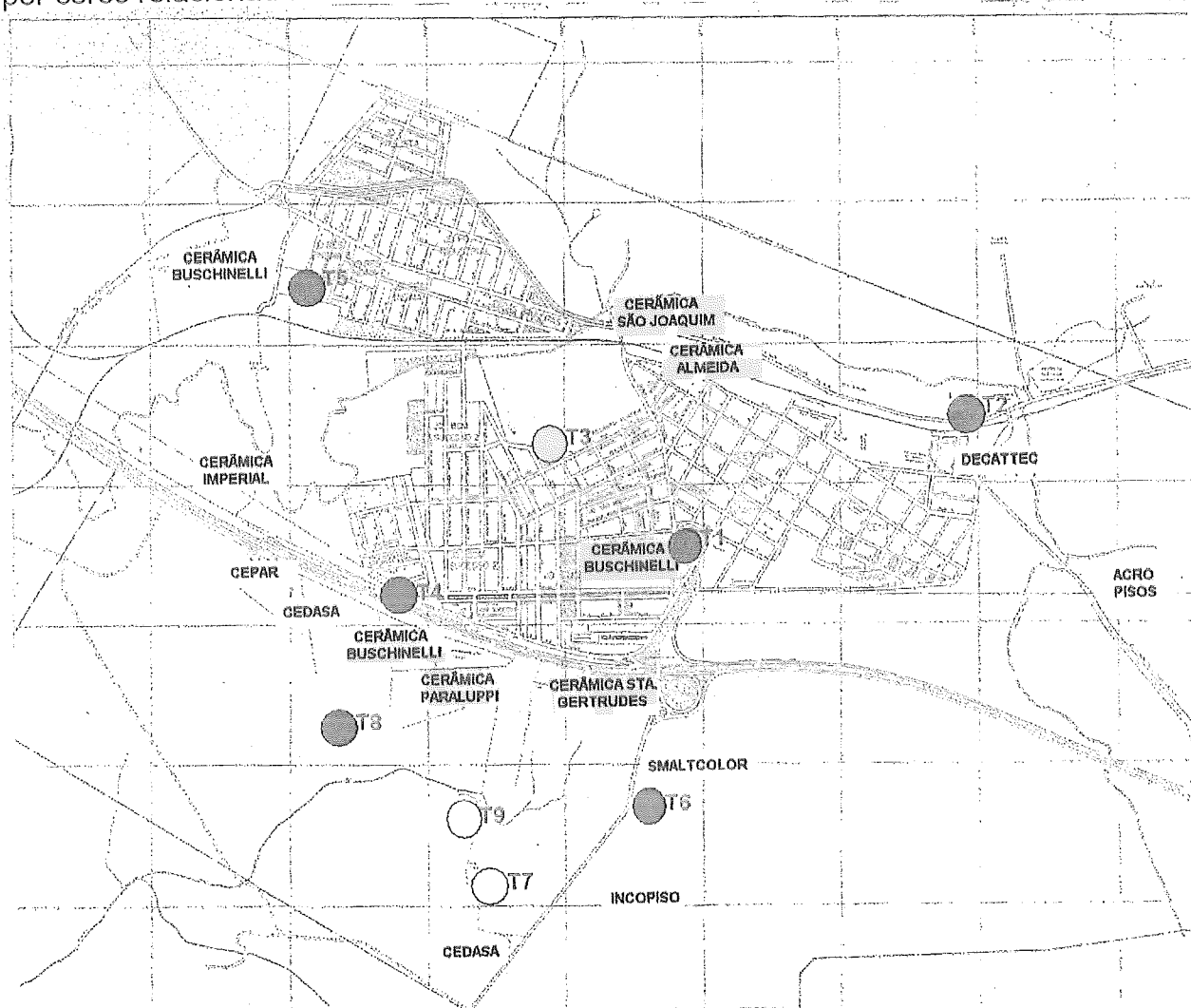
Período de coleta	Taxa de Fluoretos ( $\mu\text{gF}/100\text{cm}^2.30\text{dias}$ )								
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
11/07-30/07	367	168	549	913	422	757	486	691	515
30/07-16/08	252	109	337	545	543	872	712	908	610
16/08-30/08	293	66	433	731	352	1138	1237	1850	958
30/08-13/09	840	199	697	1295	453	1138	951	856	-
13/09-30/09	513	231	963	1365	479	990	645	804	780
30/09-11/10	486	224	600	925	456	921	1027	1201	1116
11/10-28/10	722	291	1302	1962	675	1222	850	1236	920
28/10-13/11	597	327	1357	2121	418	1170	811	1028	874
13/11-03/12	362	207	663	1042	305	1076	886	1273	1053
<b>Média</b>	<b>492</b>	<b>202</b>	<b>767</b>	<b>1211</b>	<b>456</b>	<b>1032</b>	<b>845</b>	<b>1094</b>	<b>853</b>
<b>Máxima</b>	<b>840</b>	<b>327</b>	<b>1357</b>	<b>2121</b>	<b>675</b>	<b>1222</b>	<b>1237</b>	<b>1850</b>	<b>1116</b>

- não amostrado

Como forma de facilitar a visualização das regiões monitoradas, em termos das taxas medidas nos períodos de amostragem, adotou-se uma classificação em que as médias se situam em faixas representadas na Figura 2 por círculos coloridos, da seguinte maneira:

- faixa 1: taxas maiores que 1000  $\mu\text{gF}/100\text{cm}^2 \cdot 30\text{dias}$ ;
- faixa 2: taxas entre 500 e 1000  $\mu\text{gF}/100\text{cm}^2 \cdot 30\text{dias}$ ;
- faixa 3: taxas entre 200 e 500  $\mu\text{gF}/100\text{cm}^2 \cdot 30\text{dias}$ ;
- faixa 4: taxas menores que 200  $\mu\text{gF}/100\text{cm}^2 \cdot 30\text{dias}$ .

Figura 2. Classificação dos pontos de amostragem de fluoretos em Santa Gertrudes, por cores relacionadas a faixas de taxas, expressas em  $\mu\text{gF}/100\text{cm}^2 \cdot 30\text{dias}$ .



Como pode-se verificar, os maiores valores médios de taxas foram observados, respectivamente, nos pontos T4 (R. Santa Isabel), T8 (Lago) e T6 (Estrada Sta- Gertrudes-Iracemópolis km 0,5), sendo que, no ponto T4 foram observados os dois maiores valores de todo o estudo (2121 e 1962  $\mu\text{gF}/100\text{cm}^2.30\text{dias}$ ). Estes altos valores podem ser explicados em parte, pela grande proximidade destes pontos às áreas industriais da cidade.

Os pontos T7 (Chácara Pedro Fiorio), T9 (Pesqueiro) e T3 (Recanto Flafer), indicados na Figura 2 em amarelo, embora tenham apresentado valores médios de taxas ligeiramente inferiores aos pontos mais altos, apresentaram alguns valores individuais da mesma ordem de grandeza dos valores médios destes pontos (por exemplo, no ponto T3 observou-se um valor de 1357  $\mu\text{gF}/100\text{cm}^2.30\text{dias}$  no mês de novembro).

Os pontos T1 (Maternidade) e T5 (Av 7, 123) apresentaram valores médios um pouco mais baixos, da ordem de 500  $\mu\text{gF}/100\text{cm}^2.30\text{dias}$  e o ponto T2 (ETA) apresentou os valores mais baixos de todo o estudo, sendo sua média da ordem de 200  $\mu\text{gF}/100\text{cm}^2.30\text{dias}$ .

Na Tabela 3, são apresentadas faixas de valores detectados em outras localidades, para comparação com as taxas encontradas neste estudo.

Tabela 3. Taxas de fluoretos na atmosfera, expressas em  $\mu\text{gF}/100\text{cm}^2.30\text{dias}$ , obtidas em estudos realizados em Cubatão<sup>4,5,6,7</sup>, Cajati<sup>8</sup>, Alumínio<sup>9</sup>, Paulínia<sup>11,13</sup> e Cordeirópolis<sup>12</sup>.

Local	Estação	Período	Taxa média	Faixa de valores de taxas encontrados
Cubatão	Vale do Mogi	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
	Paranapiacaba	ago/85 a nov/85	284	113 a 517
		jun/87 a out/87	42	13 a 65
		nov/92 a ago/93	24	9 a 57
Cajati	Nunes Paiva	nov/92 a ago/93	1832	977 a 3230
Alumínio	A. Albuquerque	jun/92 a nov/93	80	8 a 143
	Horto Florestal		148	20 a 274
Paulínia	Myia	mai/92 a ago/93	940	657 a 1357
		jun/01 a set/01	1751	208 a 3011
Cordeirópolis	CECAF (frente)	ago/01 a dez/01	204	112 a 261
	UNICER		89	69 a 124
	Igreja		115	85 a 154
	ARTEC		510	240 a 1263
	Sgobin		180	104 a 230
	Hortênsia		287	221 a 401
	Jd. Modolo			

Nos pontos T4, T6 e T8 os valores médios são considerados bastante elevados, sendo comparáveis a valores de taxas de fluoretos encontrados em Cubatão (Vale do Mogi)<sup>4,5,6,7</sup>, Alumínio (A. Albuquerque)<sup>9</sup> e Cordeirópolis<sup>12</sup> (CECAF). Salienta-se porém, que no caso de Cordeirópolis as medidas foram realizadas na área interna da indústria cerâmica. Nos estudos de Cubatão e Alumínio, estes níveis de fluoretos atmosféricos foram relacionados à danos causados na vegetação.

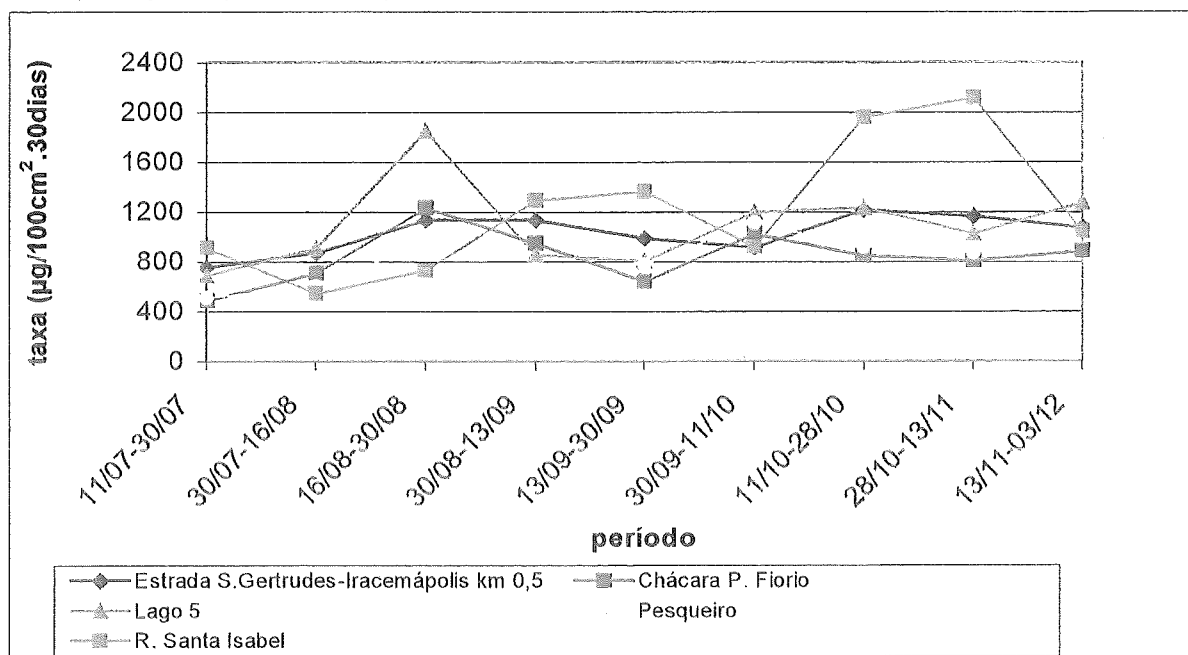
Os pontos T3, T7 e T9 também apresentaram valores médios elevados, comparáveis ao estudo realizado em Paulínia (Myia)<sup>11</sup> entre junho e setembro de 2001, onde os níveis atmosféricos também foram relacionados à danos na vegetação.

Os pontos T1 e T5 apresentaram valores médios comparáveis aos obtidos em estudo em Cordeirópolis<sup>12</sup>, na estação Sgobin, embora neste local os valores máximos tenham sido um pouco maiores.

Mesmo no ponto T2, onde foram encontradas as menores taxas deste estudo, os resultados são ligeiramente superiores aos encontrados em monitoramento realizado em Paulínia (Myia)<sup>13</sup>, entre maio de 1992 e agosto de 1993, onde foram detectadas injúrias à vegetação local. Cabe ressaltar, entretanto, que as injúrias observadas podem ter sido causadas por episódios agudos de poluição do ar que não são medidas por esta metodologia.

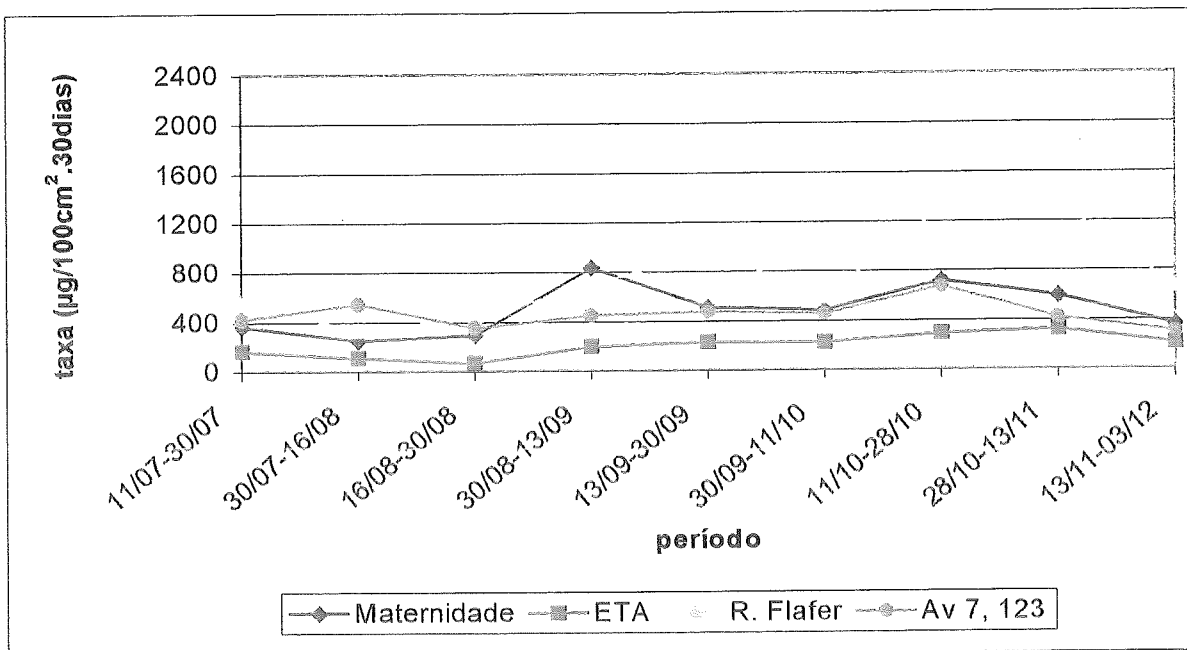
Para a avaliação dos perfis de taxas encontrados no local, optou-se por agrupar os dados dos pontos localizados na parte sul do Município (região dos lagos) e na parte norte do mesmo (área urbana), uma vez que os pontos localizados na parte sul tenderam a apresentar valores mais altos. As Figuras 3 e 4 mostram o perfil de taxas de fluoretos observado nestes pontos durante o estudo.

Figura 3. Perfil de taxas de fluoretos medidas nos pontos T4 (R. Santa Isabel), T6 (Estrada Sta-Gertrudes-Iracemápolis km 0,5), T7 (Chácara Pedro Fiorio), T8 (Lago) e T9 (Pesqueiro) no Município de Santa Gertrudes, entre julho e dezembro de 2002.



Os valores de taxas de fluoretos encontrados nestes pontos não apresentaram grandes variações no período do estudo, com exceção aos pontos T8 (Lago) e T4 (R. Santa Isabel), que apresentaram picos de concentração em agosto e outubro/novembro, respectivamente.

Figura 4. Perfil de taxas de fluoretos medidas nos pontos T1 (Maternidade), T2 (ETA), T3 (Recanto Flafer) e T5 (Av 7, 123) no Município de Santa Gertrudes, entre julho e dezembro de 2002.



Como se pode observar na Figura 4, de uma forma geral, os pontos localizados na área norte do município apresentaram valores da mesma ordem de grandeza, exceções feitas aos pontos T3 (Recanto Flafer), que apresentou um aumento dos valores no final do mês de outubro e início do mês de novembro (com máxima de 1357  $\mu\text{g}/100\text{cm}^2.30\text{dias}$ ) e ao ponto T2 (ETA), ponto este que apresentou os menores valores medidos em todo o estudo.

#### 4.2. Concentrações de fluoretos na atmosfera

Segundo a literatura<sup>14</sup>, os fluoretos gasosos, basicamente o HF, são mais agressivos à vegetação que os fluoretos sólidos. A dificuldade para estabelecer valores de referência deve-se, principalmente, à diferença de sensibilidade entre as espécies. De maneira geral, é aceito que nenhum ou pequeno dano ocorre em espécies sensíveis quando expostas a concentrações menores que  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . No entanto, algumas espécies toleram concentrações bem maiores. A Tabela 4 apresenta os valores máximos de concentração de HF às quais podem ser expostas espécies com diferentes níveis de resistência<sup>15</sup>. É importante ressaltar que esses valores foram determinados para espécies naturais de clima temperado, indicados aqui como referência.

Tabela 4. Valores máximos de concentração de HF para proteção da vegetação<sup>15</sup>.

Nível de resistência de espécies	Duração da exposição		
	24 horas	1 mês	7 meses
sensível	1,0 µg/m <sup>3</sup>	0,3 µg/m <sup>3</sup>	0,2 µg/m <sup>3</sup>
intermediário	2,0 µg/m <sup>3</sup>	0,6 µg/m <sup>3</sup>	0,4 µg/m <sup>3</sup>
menos sensível	7,5 µg/m <sup>3</sup>	2,5 µg/m <sup>3</sup>	1,2 µg/m <sup>3</sup>

Na Tabela 5, são apresentados os resultados de concentração de fluoretos gasosos e particulados obtidos no ponto C (Chácara Pedro Fiorio), nas amostragens realizadas entre os dias 14 e 30/10/2002. As amostragens foram realizadas em triplicata, e, considerando-se que as medidas apresentaram desvios pequenos entre si, os valores apresentados abaixo foram calculados tirando-se a média entre as 3 medidas.

Tabela 5. Concentrações médias de fluoretos gasosos e particulados medidas na Chácara Pedro Fiorio, em Santa Gertrudes, no período entre 14 e 30 de outubro de 2002.

Data	Fluoretos gasosos (µg/m <sup>3</sup> )	Fluoretos particulados (µg/m <sup>3</sup> )
14-15/10/02	1,65	0,13
15-16/10/02	2,32	0,16
16-17/10/02	1,28	0,23
17-18/10/02	0,42	<0,08
21-22/10/02	2,00	<0,08
22-23/10/02	0,74	<0,08
23-24/10/02	0,67	<0,08
24-25/10/02	1,88	<0,08
28-29/10/02	1,68	<0,08
29-30/10/02	1,84	<0,08
<b>Média</b>	<b>1,45</b>	<b>0,08</b>
<b>1.ª Máxima</b>	<b>2,32</b>	<b>0,23</b>
<b>2.ª Máxima</b>	<b>2,00</b>	<b>0,16</b>

Conforme pode-se observar, os valores de concentração de fluoretos gasosos estiveram numa faixa entre 0,42 e 2,32 µg/m<sup>3</sup>, sendo a média do período amostrado de 1,45 µg/m<sup>3</sup>. Embora as informações da literatura (Tabela 4) sejam referentes à vegetação de clima temperado, estes níveis de concentração podem ser considerados elevados, podendo ser danosos à vegetação, principalmente às espécies sensíveis e intermediárias. Dos 10 valores de medição diária aqui apresentados, somente 3 estão abaixo de 1,0 µg/m<sup>3</sup> (valor de referência de 24 horas para as espécies mais sensíveis).

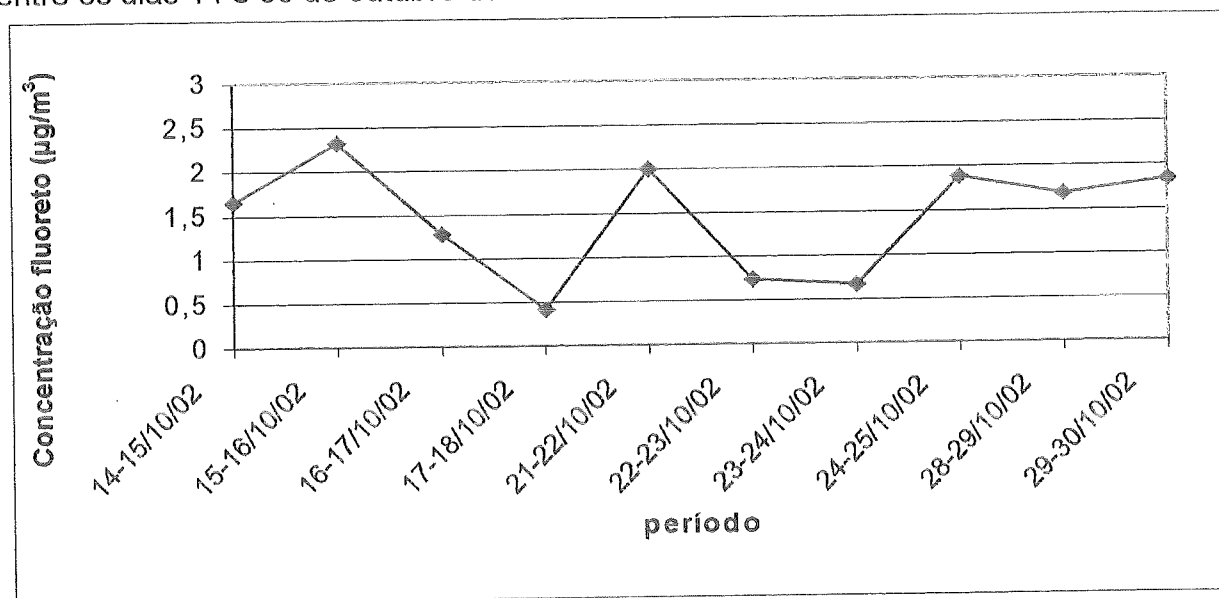
Cabe aqui salientar que este estudo foi de curto prazo e tomando como base os resultados destes 10 dias pode-se supor que, se o estudo fosse realizado pelo

período de 1 mês, também poderiam haver ultrapassagens dos valores de referência de 1 mês para as espécies sensíveis e intermediárias (Tabela 4).

Somado a isso, considera-se também que o estudo foi realizado no mês de outubro, ou seja, uma época do ano mais favorável à dispersão dos poluentes. Assim, supõe-se que, caso as medições tivessem sido realizadas no período de inverno, as concentrações encontradas poderiam ser maiores.

Na Figura 5 é apresentado o perfil de concentrações diárias de fluoretos gasosos no período do monitoramento. O perfil de concentrações de fluoretos particulados não foi apresentado, uma vez que quase todos os valores encontraram-se abaixo do limite de detecção do método ( $0,08 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Figura 5. Perfil de concentração diária de fluoretos gasosos em Santa Gertrudes, entre os dias 14 e 30 de outubro de 2002.



De forma geral, as concentrações de fluoretos gasosos variaram entre 1,5 e  $2,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , no período do estudo. Observou-se uma redução nas concentrações entre os dias 17 e 24 (exceção feita ao dia 20). Nestes dias, conforme dados da estação de monitoramento da qualidade do ar da CETESB, localizada em Paulínia, observaram-se condições meteorológicas favoráveis à dispersão de poluentes, como ventos fortes e umidades relativas altas (em alguns períodos com chuva).

Como fonte de comparação, apresenta-se na Tabela 6 os resultados de outros monitoramentos de fluoretos atmosféricos realizados nos municípios de Cubatão<sup>4,5,6,7</sup> e Cordeirópolis<sup>12</sup>.

Tabela 6. Concentrações de fluoretos gasosos ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) medidas no Município de Cubatão, entre os anos de 1985 e 1998 e no Município de Cordeirópolis, entre agosto e dezembro de 2001.

Local	Estação	Período	Concentração média ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1ª máxima ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2ª máxima ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Cubatão	Vale do Mogi	Setembro/1985	5,38	10,30	8,97
		Agosto/1987	2,38	5,20	3,22
		Jul-Set/1992	0,86	5,56	3,59
		Jul-Set/1998	1,41	3,58	3,13
Cordeirópolis	Jd. Modolo	Agosto/2001	0,20	0,65	0,26
	Serratheria	Dezembro/2001	0,73	2,90	1,92
	CECAF	Ago-Dez/2001	1,94	8,54	4,07

Pode-se observar que o valor médio encontrado em Santa Gertrudes é similar ao obtido no Vale do Mogi, no período de julho a setembro de 1998, embora os valores máximos encontrados em Cubatão tenham sido maiores. Entretanto, a amostragem em Cubatão foi realizada no período de inverno, onde as concentrações atmosféricas dos poluentes são normalmente mais elevadas.

O valor médio encontrado em Santa Gertrudes também é comparável ao obtido em Cordeirópolis, na estação CECAF, embora, novamente, os valores máximos tenham sido maiores que os de Santa Gertrudes. Entretanto, deve-se salientar que o ponto da CECAF está localizado na área interna da indústria, o que pode explicar as altas máximas encontradas.

## 5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Em vista dos resultados obtidos no monitoramento de fluoretos atmosféricos no município de Santa Gertrudes entre os meses de agosto e dezembro de 2002, pode-se concluir que:

- Com relação às taxas, foram detectados valores altos em vários pontos do município. Em alguns pontos os valores podem ser considerados bastante elevados, sendo comparáveis à outros estudos realizados no Estado de São Paulo, onde foram comprovados danos à vegetação local. Salienta-se, entretanto, que a técnica da taxa fornece somente uma média de concentração no período, não sendo capaz de detectar picos de emissão;
- Segundo informação técnica nº 01/03 do Setor de Ecossistemas Terrestres (EQSE)<sup>16</sup>, foram detectadas injúrias foliares em todas as plantas bioindicadoras de fluoretos expostas nos mesmos pontos deste monitoramento, o que reforça a

constatação da presença generalizada de fluoretos gasosos na atmosfera da região;

- Com relação às medições de concentração, os valores de fluoretos gasosos estiveram na faixa de 0,42 a 2,32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , sendo que o valor médio foi de 1,45  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Estes valores podem ser considerados elevados, sendo, segundo a literatura, danosos à espécies vegetais sensíveis e intermediárias. É conveniente lembrar, entretanto, que os valores de referência utilizados foram baseados em espécies vegetais de clima temperado, e são aqui citados apenas como referência;
- Ainda com relação à concentração, deve-se salientar que o estudo foi de curto prazo (10 dias) e realizado no mês de outubro, período em que normalmente as condições de dispersão atmosférica são mais favoráveis. Assim, pode-se supor que se o estudo fosse realizado no período de inverno, os resultados poderiam ser maiores;
- Tanto no caso das taxas como no caso das concentrações, os valores obtidos em Santa Gertrudes foram, de maneira geral, comparáveis aos obtidos no município vizinho de Cordeirópolis, o que destaca o problema de poluição atmosférica por fluoretos advindo do pólo cerâmico da região.

Assim, em razão dos resultados obtidos neste estudo, recomendam-se ações de controle das fontes no município, visando reduzir as emissões deste poluente para a atmosfera.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SHREVE, Norris R., BRINK Jr., JOSEPH A.. *Indústrias de Processos Químicos*. 4ªed. Trad. de Horácio Macedo. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1980.
2. ARNDT U., FLORES, F., WEINSTEIN L.. *Efeitos do Flúor sobre as Plantas - Diagnose de Danos na Vegetação do Brasil*. Ed. Da Universidade-UFRGS, Porto Alegre, RS, 1995, 155p.
3. ENVIRONMENTAL CANADA. *National Ambient Air Quality Objectives for Hydrogen Fluoride*. Science Assessment Document. Ottawa; 1996. Disponível em [http://www.msc-smc.ec.gc.ca/saib/Docs/HF\\_sad.pdf](http://www.msc-smc.ec.gc.ca/saib/Docs/HF_sad.pdf).
4. CETESB. *Avaliação da Qualidade do Ar na Serra do Mar- 1ª Etapa- Levantamento no Vale do Mogi*. São Paulo, 1986
5. CETESB. *Serra do Mar - Poluição do Ar - 1987*. São Paulo, 1988.

6. CETESB. *Fluoretos na Atmosfera de Cubatão - FLUOCLUB/92*. São Paulo, 1993.
7. CETESB. *Fluoretos na Atmosfera de Cubatão - 1998*. São Paulo, 1999.
8. CETESB. *Avaliação dos Teores de Fluoreto e Sulfato na Atmosfera do Município de Cajati*. São Paulo, 1994.
9. CETESB. *Danos à Vegetação por Fluoretos Gasosos em Alumínio - SP*. São Paulo, 1993.
10. CETESB. *Revisão de Metodologia de Monitoramento Ativo de Fluoreto com o Bioindicador *Cordyliline terminalis**. São Paulo, 1998
11. CETESB. *Análise de Fluoretos Gasosos na Atmosfera e na Vegetação no Entorno da Indústria Galvani, Ind., Com. e Serviços Ltda - Paulínia*. Informação Técnica 01/2001/EQQA/EQSE. São Paulo, 2001.
12. CETESB. *Medições de Fluoretos na Atmosfera do Município de Cordeirópolis*. Informação Técnica 04/02/EQQA. São Paulo, 2002.
13. CETESB. *Estudo de Fluoretos nos Arredores da Indústria Galvani - Município de Paulínia*. SP, São Paulo, 1994.
14. WORLD HEALTH ORGANIZATION. *Environmental Health Criteria 36: Fluorine and Fluorides*. Genebra, 1984, 136p.
15. VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE (VDI 2310). *Maximum Immission Values to protect Vegetation; Maximum Immisssion Values for Hidrogen Fluoride, Part 3*. Dec. 1998.
16. CETESB. *Análise de Fluoretos Foliares em *Cordyliline terminalis* (Dracena) no Município de Santa Gertrudes/São Paulo*. Informação Técnica 01/2003/EQSE. São Paulo, 2003.(no prelo)

#### **Equipe de trabalho:**

Setor de Amostragem e Análise do Ar - EQQA  
Agência Ambiental de Piracicaba - CPc-P

#### **Relatório Elaborado por:**

Patricia da Silva Trentin

Data Aquis.: 21.02.03  
Indic.: Mens EQRA/012/03  
Clave: de 13.02.02  
Progr.: 19  
Data Tomba: 21.02.03