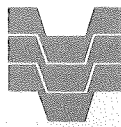


At

07 30
ET90E



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

P R O C O P

PROGRAMA DE CONTROLE DA POLUIÇÃO INDUSTRIAL

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcia
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Finheiros
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

ESTRATÉGIA DO PROGRAMA DE CONTROLE DE
DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO₂) NA REGIÃO ME
TROPOLITANA DE SÃO PAULO

CLAS.	
022799	



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

DIRETORIA

Werner Eugênio Zulauf
Diretor-Presidente

Antônio Alves de Almeida
Diretor Administrativo

Nelson Mansour Nabhan
Diretor de Engenharia

Nelson Vieira de Vasconcelos
Diretor de Controle

Nivaldo José Chiossi
Diretor de Planejamento Ambiental

Paulo Bezerril Júnior
Diretor Financeiro

Samuel Murgel Branco
Diretor de Pesquisa

ESTRATÉGIA DO PROGRAMA DE CONTROLE DE DIÓXIDO DE ENXOFRE (SO_2) NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

1. INTRODUÇÃO

Os altos níveis de dióxido de enxofre observados na Região Metropolitana de São Paulo motivaram o estabelecimento de um programa de controle desse poluente de forma a evitar efeitos à saúde da população. Esse programa visa o atendimento aos padrões de qualidade do ar estabelecidos.

A estratégia básica desse programa levou em consideração os seguintes aspectos principais:

- a. os padrões de qualidade do ar estabelecidos (qualidade do ar desejável);
- b. os níveis de dióxido de enxofre observados no ambiente (qualidade do ar atual);
- c. o inventário das fontes de emissão de dióxido de enxofre da Região Metropolitana de São Paulo;
- d. a redução necessária nas emissões;
- e. as alternativas existentes para o controle desse poluente e a sua viabilidade prática;
- f. o estabelecimento das fontes a serem controladas e o nível de redução necessário para cada fonte

2. EFEITOS ASSOCIADOS AO SO_2

2.1. Efeitos à saúde

A literatura científica tem indicado que o dióxido de enxofre é principalmente um gás irritante das vias respiratórias.

Estudos de laboratório tem demonstrado que o SO_2 produz constrição dos brônquios com conseqüente aumento da resistência ao fluxo de ar nas vias respiratórias.

absenteísmo ao trabalho, particularmente por pessoas idosas;

- e. a concentrações de aproximadamente $715\mu\text{g}/\text{m}^3$ de SO_2 (média de 24 horas) acompanhadas de material particulado, poderá ocorrer um aumento acentuado nas taxas de morbidade, para pacientes portadores de bronquite, com idade acima de 54 anos;
- f. a concentrações de aproximadamente $600\mu\text{g}/\text{m}^3$ de SO_2 (média de 24 horas), com concentrações de fumaça da ordem de $300\mu\text{g}/\text{m}^3$, poderá ocorrer um aumento dos sintomas em pacientes com doenças pulmonares crônicas;
- g. a concentrações de SO_2 na faixa de $105\mu\text{g}/\text{m}^3$ a $265\mu\text{g}/\text{m}^3$ (média anual) acompanhadas de concentrações de fumaça da ordem de $185\mu\text{g}/\text{m}^3$, poderá ocorrer um aumento na frequência de sintomas respiratórios e doenças pulmonares;
- h. a concentrações de cerca de $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ (média anual) acompanhadas de concentrações de fumaça de aproximadamente $100\mu\text{g}/\text{m}^3$, poderá ocorrer um aumento na frequência e na severidade de doenças respiratórias;
- i. a concentrações da ordem de $115\mu\text{g}/\text{m}^3$ (média anual), acompanhada de concentrações de fumaça de cerca de $160\mu\text{g}/\text{m}^3$, poderá ocorrer um aumento na mortalidade causada por bronquite e cancer do pulmão

Na Grande São Paulo já foi constatado um aumento na taxa de mortalidade associado a períodos de altos níveis de dióxido de enxofre e material particulado ocasionados por condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão de poluentes (inversão térmica e calmaria).

Um estudo da função ventilatória em escolares vivendo em áreas com diferentes níveis de poluição do ar na Grande São Paulo concluiu pelo aumento da resistência ao fluxo aéreo na população estudada da área mais poluída, na qual predomina a poluição por dióxido de enxofre e material particulado.

2.2. Outros efeitos do SO₂

O SO₂ na atmosfera pode formar partículas de ácido sulfúrico e sulfatos, as quais possuem na sua grande maioria tamanho (raio) na faixa menor que 1 microm, contribuindo conseqüentemente para a redução na visibilidade.

Efeitos aos materiais tais como corrosão de superfícies metálicas de materiais de construção e danos a certas fibras têxteis também são atribuídos ao dióxido de enxofre. A corrosão de superfícies metálicas é acentuada em atmosferas que possuem alta umidade, além da presença de concentrações altas de dióxido de enxofre.

O dióxido de enxofre também pode causar danos agudos e crônicos à vegetação. Dentre os efeitos pode-se citar o retardamento ou diminuição do crescimento e reprodução, pigmentação do tecido das folhas e amarelamento gradual das folhas ou clorose. Concentrações altas podem ocasionar ressecamento dos tecidos resultando no branqueamento ou escurecimento dos tecidos atingindo coloração marrom-avermelhada.

3. PADRÕES DE QUALIDADE DO AR

O Ministério do Interior, através da Portaria 231 de 27 de abril de 1976, estabeleceu os padrões de qualidade do ar para dióxido de enxofre, a serem observados em todo o território nacional.

O Governo do Estado de São Paulo, na legislação específica de poluição, também estabeleceu padrões de qualidade do ar para dióxido de enxofre, (artigo 29, Decreto 8468 de 08.09.76), iguais aos da Portaria 231. Além disso valores limites de dióxido de enxofre e combinações material particulado/dióxido de enxofre foram estabelecidos para fins de prevenção de episódios agudos de poluição do ar (artigos 46, 47 e 48 do Decreto 8468).

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

Os padrões de qualidade do ar estabelecidos para dióxido de enxofre são:

- a. $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ ou valor inferior - concentração média aritmética anual;
- b. $365\mu\text{g}/\text{m}^3$ ou valor inferior - concentração média de 24 horas consecutivas, não podendo ser ultrapassada mais de uma vez por ano.

No Plano de Emergência para Episódios Críticos de Poluição do Ar foram estabelecidos os seguintes valores limites para dióxido de enxofre e produto material particulado/dióxido de enxofre:

- a. Nível de atenção
 - . $800\mu\text{g}/\text{m}^3$ - concentração média de 24 horas consecutivas de dióxido de enxofre;
 - . 65.000 para o produto entre a concentração de dióxido de enxofre e a concentração de material particulado - ambas em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ média de 24 horas consecutivas.
- b. Nível de alerta
 - . $1600\mu\text{g}/\text{m}^3$ - concentração média de 24 horas consecutivas para dióxido de enxofre.
 - . 261.000 para o produto entre a concentração de dióxido de enxofre e a concentração de material particulado - ambas em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, média de 24 horas consecutivas.
- c. Nível de emergência
 - . $2.100\mu\text{g}/\text{m}^3$ - concentração média de 24 horas consecutivas para dióxido de enxofre.
 - . 393.000 para o produto entre a concentração de dióxido de enxofre e a concentração de material particulado - ambas em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, média de 24 horas consecutivas.

4. NÍVEIS DE SO_2 NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

A CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental mantém e opera na Região da Grande São Paulo seis estações manuais para amostragem dos poluentes dióxido de enxofre e material particulado em suspensão. Estas estações fornecem valores médios de 24 h e destes podemos determinar as médias anuais correspondentes. Cada estação é designada

nada pelo nome do subdistrito onde a mesma está localizada. Em 1981 a CETESB colocou em funcionamento a rede telemétrica de amostragem de ar com um total de 27 estações de amostragem, sendo 25 localizadas na Região da Grande São Paulo, as quais fornecem de minuto a minuto, dados de concentração de SO_2 . Cada estação é designada pelo nome do subdistrito onde a mesma está localizada.

O quadro 1 apresenta as médias anuais obtidas nas várias estações manuais de amostragem no período de 1974 a 1982.

O quadro 2 apresenta as médias obtidas nos anos de 1981 e 1982 nas estações automáticas.

O quadro 3 apresenta o número de dias em que o padrão de qualidade do ar, média de 24 horas, foi superado em cada ano do período considerado. O mesmo quadro apresenta a máxima concentração e a segunda máxima atingida em cada ano do período em estudo.

O quadro 4 apresenta o número de ultrapassagens dos níveis de atenção, alerta e emergência, por dióxido de enxofre, na Região Metropolitana de São Paulo.

Esses dados mostram que existe um problema grave de poluição por dióxido de enxofre nessa região devendo esta ocorrendo efeitos crônicos e agudos na saúde da população tendo em vista a ultrapassagem frequente dos padrões de qualidade do ar e inclusive o atingimento de níveis de atenção.

5. EMISSÃO DE SO_2 NA REGIÃO DA GRANDE SÃO PAULO

Através da utilização de fatores de emissão foram estimadas as emissões de dióxido de enxofre na Região da Grande São Paulo.

O dado básico para estas estimativas são as informações obtidas no inventário de fontes de poluição do ar da CETESB:

As emissões de SO_2 ocorrem em diferentes categorias de fontes, tais como: processos e operações industriais; queima de combustíveis em fontes estacionárias; queima de combustíveis em veículos e queima de resíduos sólidos.

O grande destaque das emissões recai sobre a queima de combustíveis em fontes estacionárias (cerca de 79% do total emitido), fato este ocasionado pela grande utilização de óleo combustível no Parque Industrial da Grande São Paulo, agravado pelo fato de significativa parcela desse óleo (cerca de 66% do total consumido) possuir elevado teor de enxofre em peso (cerca de 5%), o qual após a queima é transformado em sua quase totalidade em SO_2 .

O quadro 5 apresenta a estimativa de emissão de dióxido de enxofre na Região Metropolitana de São Paulo, por categoria de fonte.

O consumo de óleo combustível por tipo é apresentado a seguir:

ESTIMATIVA DE EMISSÃO DE SO_2 NA GRANDE SÃO PAULO,
 POR TIPO DE ÓLEO COMBUSTÍVEL PARA FONTES ESTACIONÁRIAS

Consumo de Combustível (t/ano)*	Emissão de SO_2 (t/dia)
Óleo tipo BPF	1.682.294
Óleo tipo BTE	617.678
Óleo tipo Diesel	138.110
Óleo tipo OC 4	63.318
Óleo tipo Mist.25	15.759
Óleo tipo mist.50	22.751
Óleo tipo mist.75	1.485

* Fonte: CNP - Pesquisa de Consumo de Combustíveis, 1980 - Dados de 1979 assumidos iguais para 1980.

Com base nos dados do inventário foi feita a classificação das fontes industriais de emissão de SO_x , utilizando o Método ABC.

Essa distribuição é mostrada abaixo:

CLASSIFICAÇÃO DAS FONTES INDUSTRIAIS DE SO_x
PELO MÉTODO ABC*

FAIXA DA CURVA	A	B	C	TOTAL
NÚMERO DE INDÚSTRIAS	189	428	1525	2142
% DO TOTAL DE INDÚSTRIAS	8	20	72	100
CONTRIBUIÇÃO NA EMISSÃO TOTAL %	80	15	5	100

*Fonte: GAOC/DIF - Pg.7 - Análise e interpretação de dados de poluição - Método ABC - Emissão de SO_x na Grande São Paulo - março/82.

6. REDUÇÃO NECESSÁRIA NAS EMISSÕES PARA ATINGIMENTO DO PADRÃO DE QUALIDADE DO AR

A redução necessária nas emissões foi obtida com a utilização do Modelo "Rollback" simples, também denominado Modelo Proporcional.

Esse modelo considera uma distribuição homogênea das emissões na região e que uma redução nas emissões corresponderia uma redução linearmente proporcional na concentração do poluente considerado no ar. Matematicamente esse modelo é expresso por:

$$C = B + K E$$

ONDE:

C = concentração no ar do poluente considerado

B = concentração de "background" do poluente considerado

E = emissão do poluente considerado

K = constante de proporcionalidade

De acordo com esse modelo, a redução necessária nas emissões (R) é obtida por:

$$R = 100 \left[\frac{f \cdot C_{\max} - PQA}{f \cdot C_{\max} - 3} \right]$$

sendo:

f = fator de crescimento das emissões

PQA = padrão de qualidade do ar

B = concentração de "background"

Para a Região Metropolitana de São Paulo a redução necessária nas emissões de SO₂ teve como base os dados relativos a 1980. Deve-se ressaltar que os dados de 1981 e 1982 sofreram influência da redução da atividade econômica do país nesses anos.

Utilizando-se os dados de 1980 temos:

$$C_{\max(1)} = 1.198 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ (1}^{\text{a}} \text{ m\AA{xima no ano)}}$$

$$C_{\max(2)} = 1.018 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ (2}^{\text{a}} \text{ m\AA{xima no ano)}}$$

Utilizou-se a 2^a concentração m\AA{xima pois \u00e9 permitida a ultrapassagem do padr\u00e3o uma vez por ano.

Para a concentra\u00e7\u00e3o de "background" utilizou-se o valor 25 \mu\text{g}/\text{m}^3.

Adotou-se crescimento zero (f=1) para as emiss\u00f5es, considerando-se a condi\u00e7\u00e3o de n\u00e3o permiss\u00e3o de novas fontes significativas de emiss\u00e3o de di\u00f3xido de enxofre na regi\u00e3o

Dessa forma a redu\u00e7\u00e3o necess\u00e1ria ser\u00e1:

$$R = 100 \left\{ \frac{1 \times 1.018 - 365}{1 \times 1018 - 25} \right\} = 65,8\%$$

Portanto, h\u00e1 necessidade de redu\u00e7\u00e3o de cerca de 66% nas emiss\u00f5es de di\u00f3xido de enxofre na Regi\u00e3o Metropolitana da Grande S\u00e3o Paulo para que seja atingido o Padr\u00e3o de Qualidade do Ar.

Ressaltamos que a redu\u00e7\u00e3o foi calculada em rela\u00e7\u00e3o aos valores di\u00e1rios por ser a condi\u00e7\u00e3o que exige a maior redu\u00e7\u00e3o.

7. ALTERNATIVAS DE CONTROLE PARA DI\u00d3XIDO DE ENXOFRE

7.1. Principais m\u00e9todos de controle existentes

Os principais m\u00e9todos para o controle de di\u00f3xido de enxofre em fontes estacion\u00e1rias s\u00e3o:

- a. diluição através de chaminés elevadas;
- b. utilização de combustíveis com baixo teor de enxofre;
- c. aplicação de equipamentos de controle de SO_2 nas fontes de poluição;
- d. substituição do óleo combustível por energia elétrica.

No que se refere às fontes móveis, a forma prática para o seu controle é a utilização de combustíveis com menor teor de enxofre.

A substituição de onibus diesel por onibus elétricos tem grande importância, principalmente nas áreas de maior concentração populacional.

7.2. Considerações sobre as principais alternativas existentes para o controle de dióxido de enxofre em fontes estacionárias:

- a. Diluição através de chaminés elevadas

A utilização de chaminés elevadas é uma técnica que visa a redução da concentração do poluente ao nível do solo, sem redução na emissão. A sua utilização portanto não reduziria os níveis de emissão do poluente ficando a concentração no ambiente dependente da distribuição espacial das fontes e das condições meteorológicas.

O cálculo da altura de chaminé necessária para as principais fontes de emissão de SO_2 na Região mostrou a inviabilidade da utilização da mesma nessas fontes.

- b. Utilização de combustíveis com baixo teor de enxofre

Considerando que cerca de 70% das emissões de dióxido de enxofre na Grande São Paulo são provenientes da utilização de óleo BPF, que possui alto teor de enxofre (cerca de 5% em peso) a substituição, por óleo de baixo teor de enxofre é uma alternativa que deve ser verificada.

A dessulfurização do óleo nas refinarias depende

de decisão a nível federal e foge à capacidade de atuação da CETESB.

O óleo de baixo teor de enxofre também pode ser obtido com a utilização de petróleo com baixo teor desse elemento, no entanto, nas condições atuais da economia brasileira, a tendência é a utilização de petróleo com teores altos de enxofre.

Ressalte-se que o óleo de baixo teor de enxofre (BTE) atualmente existente é disponível em quantidade limitada e somente para casos que requeiram a sua utilização.

A utilização desse óleo é intensificada nos meses de inverno, em caráter excepcional, visando prevenir efeitos agudos à saúde da população, tendo em vista a possibilidade de ocorrência de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes atmosféricos nessa época.

As condições atuais da balança de pagamentos e o tempo necessário para aparelhamento das refinarias existentes para dessulfurização do óleo dificultam a adoção dessa solução a curto prazo.

c. Utilização de equipamentos de controle de dióxido de enxofre nas fontes de poluição.

Trata-se de uma alternativa muito utilizada em outros países. Nesse caso, os gases efluentes de fontes de emissão de dióxido de enxofre são submetidos a processos físicos e/ou químicos que possibilitam a redução da emissão de SO_2 .

Os principais processos disponíveis para a dessulfurização de efluentes gasosos são:

- lavagem com solução de soda cáustica
- lavagem com solução de cal ou calcareo
- processo de lavagem alcalina dupla que utiliza soda cáustica na lavagem e regeneração do reagente através de reação do produto formado com hidróxido de cálcio
- lavagem com solução amoniacal

- processo a seco que utiliza a reação prévia do SO_2 com uma solução alcalina com formação de compostos de enxofre na forma de material particulado, com a posterior coleta dos mesmos em equipamentos adequados.

Na prática tem sido atingidas eficiências de controle acima de 80%, sendo a faixa mais usual entre 80 e 90%.

Deve-se ressaltar que a experiência brasileira é muito pequena na utilização de sistemas de dessulfurização de efluentes gasosos. Os resíduos formados podem tornar-se um problema de difícil solução. Os custos de operação e manutenção também são altos.

A escolha do processo a ser utilizado deve levar em consideração todos os aspectos envolvidos (eficiência de redução, custos, resíduos formados e sua disposição final, etc).

d. Substituição de óleo combustível por energia elétrica

Esta alternativa é, sob o ponto de vista de poluição, a mais eficaz pois elimina a emissão de poluentes atmosféricos e não causa poluição secundária.

No momento atual o Governo está incentivando a substituição do combustível derivado do petróleo por energia elétrica. Trata-se portanto de uma alternativa que tem influência positiva na balança de pagamentos do país, além de resolver totalmente o problema de poluição do ar no caso de queima de combustível.

A utilização de caldeira elétrica se apresenta como a alternativa mais eficaz para a solução de problemas de poluição por dióxido de enxofre, na maioria dos casos, pelos seguintes motivos:

- Elimina 100% da emissão, inclusive de outros poluentes tais como material particulado, óxidos de nitrogênio, hidrocarbonetos e monóxido de carbono.

- Não existe custo de operação e manutenção como equipamento de controle de poluição.
- Aproveita a disponibilidade de energia elétrica existente na região.
- Os custos de operação e manutenção de caldeira elétrica são menores que de caldeiras a óleo, permitindo um retorno rápido do investimento.
- Não apresenta os problemas de disposição de resíduos inerentes aos sistemas de dessulfurização de efluentes na fonte.
- A utilização de caldeira elétrica é mais adequada as características das fontes da Região da Grande São Paulo, (grande número de caldeiras de pequeno e médio porte).
- Utiliza-se energia nacional, reduzindo portanto importações de petróleo.

Por todas essas razões pode-se afirmar, sem cálculos aprofundados que a relação custo/benefício favorece a caldeira elétrica em relação as demais alternativas.

8. ESTRATÉGIA DE CONTROLE DE DIÓXIDO DE ENXOFRE ADOTADA PELA CETESB.

Considerando a redução necessária nas emissões de dióxido de enxofre (66%), as alternativas de controle existentes e disponíveis para aplicação a curto prazo, bem como as fontes de poluição do ar que poderiam ser controladas a curto prazo, a CETESB adotou a seguinte estratégia de controle:

8.1. Para fontes de poluição existentes

- a. Exigência do limite máximo de emissão de 20kg de SO_2 por tonelada de óleo combustível queimado, para empresas que emitam acima de 158kg/dia de SO_2 (91,5% do total).

Esse limite equivale a uma redução de 80% na emissão para o caso de queima de óleo BPF, permitindo que a redução seja atingida com a utilização de sistema

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

de dessulfurização na fonte, mudança para óleo BTE ou utilização de caldeira elétrica.

- b. Exigência de utilização de sistema de controle de poluição do ar que atenda a melhor tecnologia prática disponível para emissões de dióxido de enxofre provenientes de processos e operações industriais.

Essas medidas provocariam uma redução de 55,1% nas emissões correspondendo a uma emissão residual de 362t/dia de SO_2 , conforme mostrado no quadro 6.

8.2. Para novas fontes de poluição

O programa preventivo de controle de dióxido de enxofre estabelece a proibição da instalação de novas fontes de emissão desse poluente nos municípios considerados críticos ou seja: São Paulo, São Caetano do Sul, Santo André, São Bernardo do Campo, Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Taboão da Serra, Osasco e Guarulhos. Nos outros municípios da Grande São Paulo poderão ser permitidas novas fontes de dióxido de enxofre até o limite de 158kg/dia por empresa.

8.3. Medidas adicionais

As medidas acima não atingem a redução necessária para atendimento dos padrões de qualidade do ar, conforme modelo adotado. Dessa forma, medidas adicionais deverão ser tomadas de forma a possibilitar atingir a meta estabelecida. Entre essas medidas estão:

- a. O incentivo à utilização da energia elétrica em substituição ao óleo combustível. Para que a redução na emissão atinja 66% será necessário que todo o óleo diesel consumido em fontes estacionárias e 52,5% do óleo BPF sejam substituídos por energia elétrica, além da aplicação do limite de 20kg/t de óleo para 91,5% do restante do óleo consumido.
- b. Esforços devem ser feitos no sentido de reduzir a emissão de SO_2 por veículos sendo as principais alternativas as seguintes:
 - redução do teor de enxofre no óleo diesel

- substituição parcial de veículos a gasolina e a diesel por veículos a álcool.
- substituição parcial de onibus diesel por onibus elétricos

8.4. Prazo para o controle das fontes estacionárias existentes

A CETESB estima que a redução de 66% nas emissões de dióxido de enxofre seja atingida até dezembro de 1986. O atingimento dessa meta na atual crise econômica por que passa o país dependerá em grande parte da existência de linhas de financiamento para essa finalidade.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 9.1. CETESB - Mesquita, A.L.S.; Santos, J.C.D; Queiroz, L.A.
"Estratēgias Alternativas para o Controle de Dióxido de Enxofre na Região da Grande São Paulo" - 1981
- 9.2. "Air Quality Criteria for Sulfur Oxides" - AP-50-U.S.
Department of Health, Education, and Welfare - 1969.
- 9.3. CETESB - Mendes, Renē e Wakamatsu C.T. - "Avaliação de Efeitos da Poluição do Ar sobre a Saúde, através de Estudo da Mortalidade Diária na Grande São Paulo - 1973" - 1976.
- 9.4. Ribeiro, H.P. et all - "Estudo da Função Ventilatória em Escolares Vivendo em Áreas com Diferentes Níveis de Poluição do Ar" - 1976.

Quadro 1 MÉDIAS ANUAIS DE CONCENTRAÇÕES DE DIÓXIDO DE ENXOFRE NA REGIÃO DA GRANDE SÃO PAULO - ESTAÇÕES MANUAIS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

ESTAÇÃO	ANO	1974	1975	1976	1977	1978*	1979	1980	1981	1982
Aclimação		110	113	106	126	131	153	134	105	102
Campos Elíseos		120	126	121	147	143	169	147	130	118
Cerqueira César		76	82	72	84	94	111	106	87	**
Moema		64	64	63	79	89	94	99	81	76
Pç. República		99 ¹	115	103	111	118	139	125	101	95
Tatuapé		131	136	115	127	134	145	127	127	111
Vila Anastácio		101	94	82	92	98	105	103	96	**
Capuava Residencial		-	-	117	126	122	181	171	145	**
Capuava Industrial		276	189	193	170	131	169	158	248	**
Guarulhos		108	128	107	121	132	147	137	124	**
Osasco		83	83	72	73	83	99	100	90	**
São Caetano do Sul		121	129	122	115	113	135	113	96	**
Santo André		-	-	123 ²	107	100	123	108	93	**
Pinheiros		-	-	-	68 ³	72	75	77	70	64

1 média calculada a partir de agosto.

2 média calculada a partir de julho.

3 média calculada a partir de maio.

* A partir de julho/78 os dados de concentração de SO_2 foram corrigidos com interferência da NH_3 .

** Estações desativadas

Quadro 2 MÉDIAS ANUAIS DE CONCENTRAÇÕES DE DIÓXIDO DE ENXOFRE NA REGIÃO DA GRANDE SÃO PAULO - ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

EST A Ç Ã O	1981	1982
1. Parque D. Pedro	107	98
2. Santana	67	68
3. Moōca	96	97
4. Cambuci	141	150
5. Ibirapuera	54	52
6. Nossa Senhora do Ō	33	32
7. Sāo Caetano do Sul	100	99
8. Congonhas	99	111
9. Lapa	122	142
10. Cerqueira Cesar	87	96
11. Penha	39	46
12. Vila Formosa	44	45
13. Guarulhos	70	64
14. Santo Andrē - Centro	70	60
15. Diadema	53	57
16. Santo Amaro	56	55
17. Osasco	71	74
18. Santo Andrē - Capuava	172	123
19. Sāo Bernardo do Campo - Vila Paulicēia	50	46
20. Taboāo da Serra	35	31
21. Sāo Miguel Paulista	31	34
22. Mauā	41	39
23. Santana do Parnaība	10	13
24. S. Bernardo do Campo - Centro	58	52
25. Mogi das Cruzes	19	22

Quadro 3 NÚMERO DE DIAS EM QUE O PADRÃO DIÁRIO DE QUALIDADE DO AR PARA SO₂ FOI ULTRAPASSADO NA REGIÃO DA GRANDE SÃO PAULO E CONCENTRAÇÕES MÁXIMAS ATINGIDAS

ANO	NÚMERO DE ULTRAPASSAGENS DO PQAR DIÁRIO DE SO ₂	MÁXIMOS VALORES DIÁRIOS OBTIDOS (µg/m ³)	
		1. ^a máxima	2. ^a máxima
1974	41	1358	1059
1975	34	1150	822
1976	45	1316	1156
1977	16	726	638
1978	17	802	713
1979	59	1350	1024
1980	44	1198	1018
1981*	96	736	635
1982*	10	639	629

* Estações automáticas e manuais

Quadro 4 NÚMEROS DE ULTRAPASSAGENS DOS NÍVEIS DE ATENÇÃO, ALERTA E EMERGÊNCIA POR DIÓXIDO DE ENXOFRE E PRODUTO (SO₂ x MP) NA REGIÃO DA GRANDE SÃO PAULO

ANO	POLUENTE	NÚMERO DE ULTRA PASSAGENS DO PQAR	NÍVEIS		
			ATENÇÃO	ALERTA	EMERGEN CIA
1974	SO ₂	41	9	0	0
	Produto		27	0	0
1975	SO ₂	34	2	0	0
	Produto		66	0	0
1976	SO ₂	45	6	0	0
	Produto		80	0	0
1977	SO ₂	16	0	0	0
	Produto		45	0	0
1978	SO ₂	17	1	0	0
	Produto		44	0	0
1979	SO ₂	59	3	0	0
	Produto		146	0	0
1980	SO ₂	44	4	0	0
	Produto		59	0	0
1981*	SO ₂	96	0	0	0
	Produto		117	0	0
1982*	SO ₂	10	0	0	0
	Produto		34	0	0

* Estações automáticas e manuais

Quadro 5 DISTRIBUIÇÃO DAS EMISSÕES DE DIÓXIDO DE ENXOFRE NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO - POR TIPO DE FONTE (1980)

FONTE DE POLUIÇÃO	EMISSÃO (t/dia)	CONTRIBUIÇÃO (%)
Processos e operações industriais	24	3,0
Queima de combustíveis em fontes estacionárias	635	78,8
Incineração de resíduos sólidos	1	0,1
Veículos a gasolina	49	6,1
Veículos diesel	97	12,0
TOTAL	806	100

COMISSÃO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL
 - SÃO PAULO - SP - 1980

Quadro 6 EMISSÃO RESIDUAL DE SO₂ COM A APLICAÇÃO DA ESTRATÉGIA ADOTADA*

F O N T E	EMIÇÃO SEM CON- TROLE (t/dia)	EMIÇÃO RESIDUAL (t/dia)	REDUÇÃO (%)
Processos e operações industriais	24	4,8	80
Queima de combustíveis em fontes estacionárias			
. Óleo BPF	561	150	73,3
. Óleo BTE	41	41	0
. Óleo Diesel	12	9,2	23
. Óleo OC 4	8,4	4,6	45,2
. Óleo mistura 25	4,5	1,3	71,1
. Óleo mistura 50	5,4	1,8	66,7
. Óleo mistura 75	0,3	0,1	66,7
. Outros combustíveis	2	22	0
Queima de resíduos sólidos	1	1	0
Veículos a gasolina	49	49	0
Veículos diesel	97	97	0
T O T A L	806	362	55,1

*Estratégia adotada: Exigência de controle segundo a melhor tecnologia prática disponível nas emissões provenientes de processos e operações industriais e emissão máxima de 20kg de SO₂ por tonelada de óleo queimado, para fontes que emitem acima de 158kg/dia.

