

**CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO**

**PROGRAMA DE PROTEÇÃO AO MEIO AMBIENTE**

**O IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO PELA  
POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA DA TIBRÁS**

Estudo realizado para a  
Secretaria Especial do Meio Ambiente (SEMA)

DETECOR - DIR. DE TECNOLOGIAS DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA  
AV. PROF. FREDERICO HERRMANN 12, 945 - CEP. 05459 - PINHEIROS  
SÃO PAULO - BRASIL

Camaçari - Bahia

1978

|        |       |
|--------|-------|
| CLASS. | 82    |
| AUTOR  | C333i |
| TOMBO  | 11531 |

**PROJETO DE CONTROLE E FISCALIZAÇÃO DA POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA  
NA REGIÃO METROPOLITANA DE SALVADOR**

**EQUIPE TÉCNICA:**

- Eng<sup>o</sup> Eduardo Cesana
- Bibl. Antonio Edilberto Costa Santiago

82  
C333i  
011531

**ESTAGIÁRIOS:**

- Ângelo de Assis Freitas
- Cristina Célia Silveira Brandão
- Sônia Braga dos Santos

**Datilografia:** Divaldo Bulhosa

**Desenho:** Dermeval Freire

**Fotografia:** Eduardo Cesana

C389i CENTRO DE PESQUISAS E DESENVOLVIMENTO: Programa de Proteção do Meio Ambiente, Camaçari. O impacto ambiental causado pela poluição atmosférica da TIBRAS; estudo realizado para a Secretaria Especial do Meio Ambiente, por Eduardo C. Cesana. Camaçari, 1978.32p. il.

1. Poluição do ar. 2. Dióxido de enxofre - Fabricação. 3. Dióxido de titânio - Fabricação. 4. Ácido sulfúrico - Fabricação. 5 TIBRAS - Aspectos ambientais. I. Cesana, E.C. II. Brasil. Ministério do Interior. Secretaria Especial do Meio Ambiente. III. Título.

|            |                   |
|------------|-------------------|
| CDU 614.71 | CDD 18.ed. 614.71 |
| 661.719    | 665.84            |
| 661.82     | 661.895           |
| 661.25     | 661.22            |

## SUMÁRIO

### INTRODUÇÃO

#### 1. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

##### 1.1 - *Principais Emissões Atmosféricas*

#### 2. CARACTERÍSTICAS TOXICOLÓGICAS DOS POLUENTES

##### 2.1 - *Toxidez do SO<sub>x</sub>*

##### 2.2 - *Toxidez do TiO<sub>2</sub>*

#### 3. IMPACTO AMBIENTAL

##### 3.1 - *Impacto na Atmosfera e no Ecossistema Terrestre*

##### 3.2 - *Efeito na Vegetação e em Equipamentos de Uso Comum*

##### 3.3 - *Problemas de Dispersão Atmosférica*

##### 3.4 - *Aspectos Sócio-Econômicos*

#### 4. PROGNÓSTICO DE IMPACTO AMBIENTAL CONSIDERANDO A HIPÓTESE DE AMPLIAÇÃO

#### 5. CONCLUSÕES

#### 6. RECOMENDAÇÕES

##### 6.1 - *Dos Padrões*

##### 6.1.1 - *Padrão Regional de Qualidade do Ar para SO<sub>2</sub>*

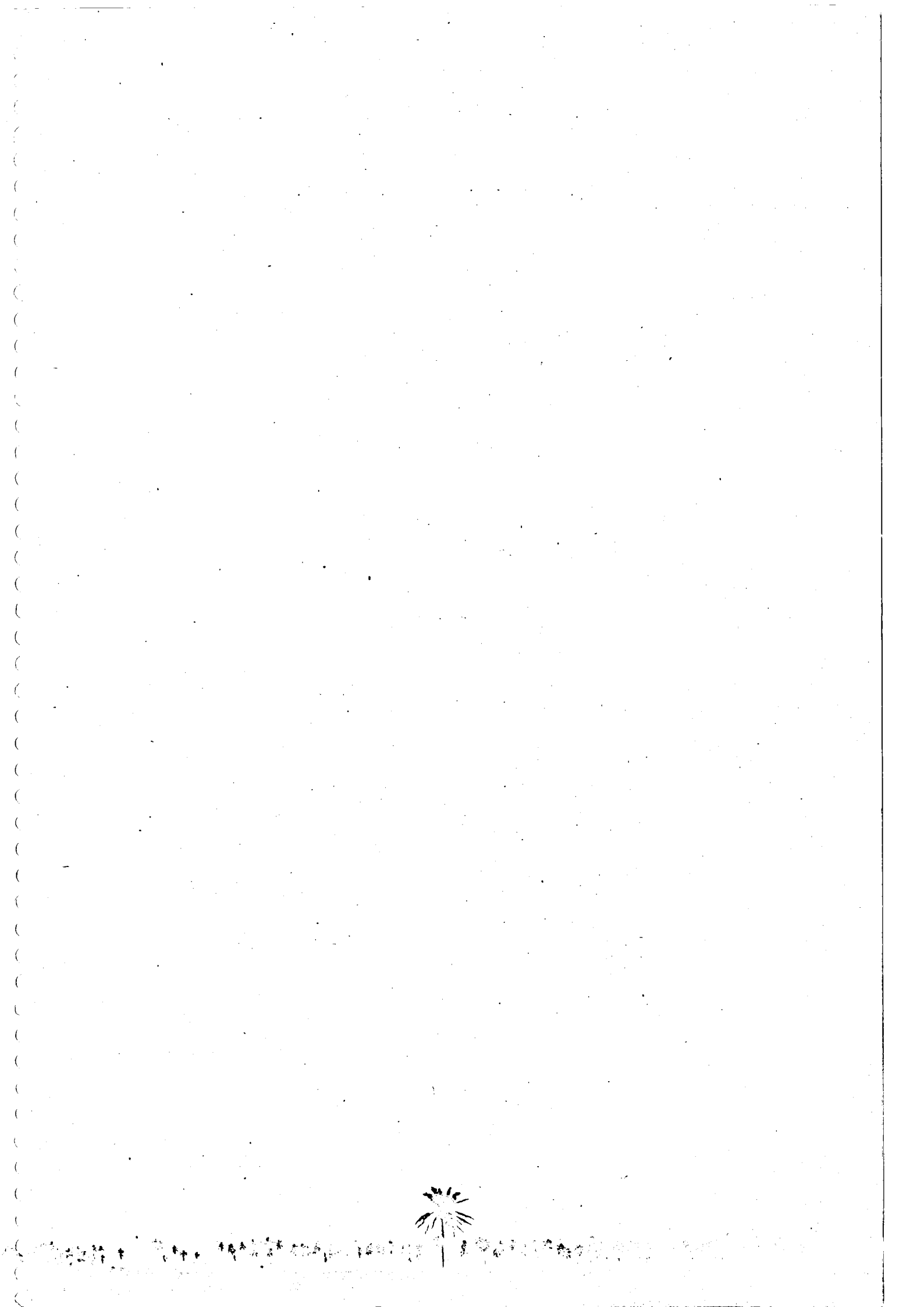
##### 6.1.2 - *Padrão Regional de Emissão para a Operação de Produção e/ou Recuperação de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>*

6.2 - *Do Método de Avaliação*

6.3 - *Da Fiscalização*

6.4 - *Das Pesquisas Futuras*

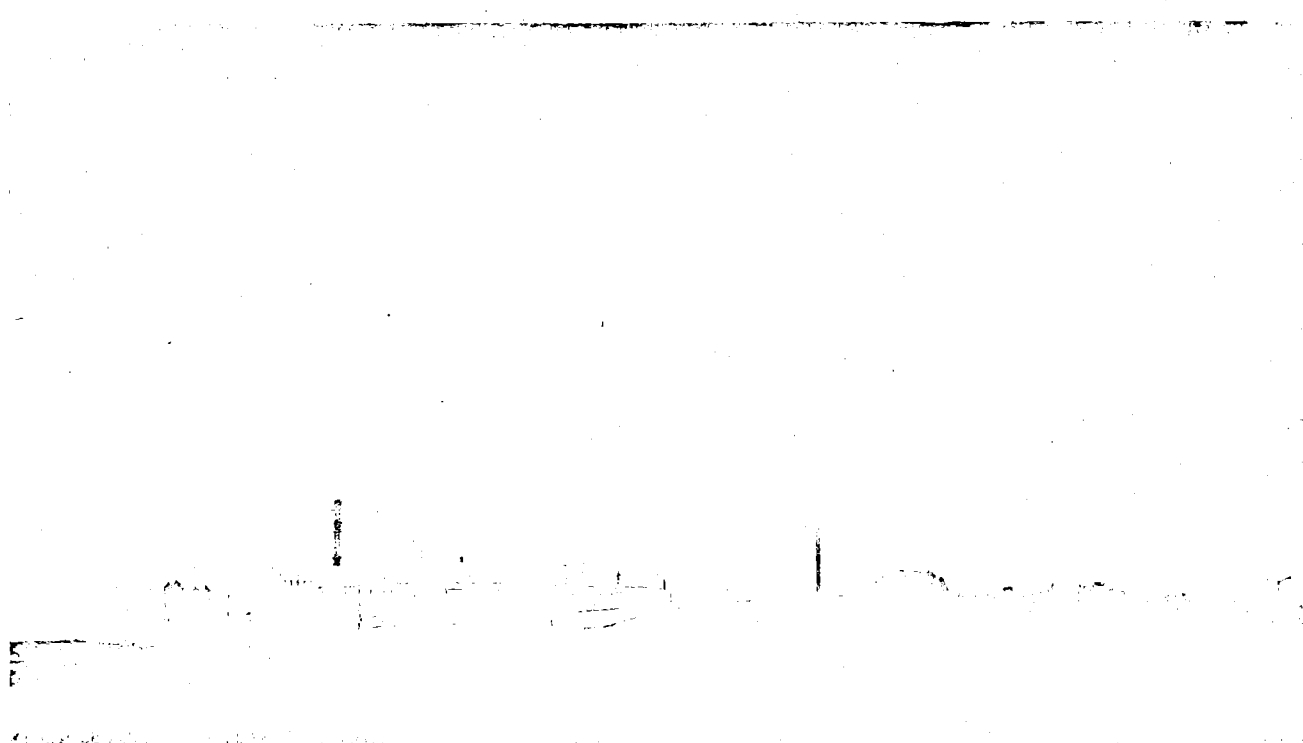
#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS



## INTRODUÇÃO

O objetivo deste trabalho, é a análise do impacto ambiental, causado pelas emissões atmosféricas da Títânio do Brasil S/A - TIBRÁS, e definição das medidas legais necessárias para um efetivo controle da poluição do ar na região costeira do Município de Camaçari, Estado da Bahia.

Na metodologia de análise foram utilizados cálculos aproximativos e foram efetuados levantamentos de campo, para diagnóstico da situação. As recomendações apresentadas, foram baseadas em estudos de especialistas internacionais.



TIBRÁS

13 pg. serô...  
 original b.c.1 de...  
 ...

## 1. DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO ATUAL

A Titânio do Brasil S/A (TIBRÁS), encontra-se operando no litoral do Município de Camaçari, Bahia, desde 1972 e, de acordo com o Plano Diretor da Orla Marítima de Camaçari, está situada entre o Parque Ecológico do Rio Capivara e o Parque Municipal das Dunas de Abrantes (ver Fig. 1).

A TIBRÁS, produz cerca de 26.000t/ano de dióxido de titânio, ( $TiO_2$ ) a partir da ilmenita, pelo processo sulfato e 146.000t/ano de  $H_2SO_4$ , pelo processo de simples absorção, a partir do enxofre. Cerca de metade da ilmenita, é importada como matéria-prima da Austrália, sendo a restante brasileira. O enxofre é importado da Venezuela e do Canadá principalmente.

A duplicação da produção para 50.000t/ano está prevista para o final de 1981, existindo, ainda, planos de ampliação para 70.000t/ano<sup>33</sup>.

### 1.1 - Principais Emissões Atmosféricas

As principais emissões atmosféricas da TIBRÁS, foram estimadas<sup>8</sup> em 460kg/h de dióxido de enxofre ( $SO_2$ ). Os problemas ambientais, decorrentes destas emissões são analisados a seguir:

- a) Os óxidos de enxofre ( $SO_x$ ) são emitidos, em sua maior parte, pelas unidades de produção de  $H_2SO_4$ , calcinação da polpa e geração de vapor<sup>8</sup>:



- b) O gás sulfídrico ( $H_2S$ ), principal substância odorífera emitida, é proveniente das reações secundárias da redução do minério de titânio. O material particulado, é proveniente das operações de redução de tamanho e classificação do minério e do produto final;
- c) Consideramos como principais emissões, as de  $SO_x$ , estimadas com base em cálculos aproximativos e com dados fornecidos pela Environmental Protection Agency (EPA)<sup>12,16</sup> e pela TIBRÁS<sup>35</sup> (ver tabela 1).

TABELA 1

PRINCIPAIS EMISSÕES DE  $SO_x$  DA TIBRÁS

| UNIDADE             | EMIÇÃO ESTIMADA    |
|---------------------|--------------------|
| $H_2SO_4$           | 288kg $SO_x$ /Hora |
| Utilidades          | 45kg $SO_x$ /Hora  |
| Calcinação          | 126kg $SO_x$ /Hora |
| Secagem da ilmenita | 1kg $SO_x$ /Hora   |

FONTE: CESANA, E.C. Caracterização das fontes de poluição do ar da Titânio do Brasil S/A (TIBRÁS)<sup>8</sup>

## 2. CARACTERÍSTICAS TOXICOLÓGICAS DOS POLUENTES

### 2.1 - *Toxidez do SO<sub>x</sub>*

Existe uma incerteza relativa a toxibilidade do SO<sub>2</sub>. Alguns autores<sup>11,14,24</sup> consideram que o SO<sub>2</sub> deve ser considerado mais como um indicador da presença de outros poluentes a ele associados, e relatam que o aerosol formado por trióxido de enxofre (SO<sub>3</sub>) e ion sulfato (SO<sub>4</sub><sup>-</sup>) é mais irritante e de efeitos mais pronunciados do que o SO<sub>2</sub>.

A exposição, por curta duração, de seres humanos, ao "mist" de ácido sulfúrico, pode causar dano temporário ou permanente aos pulmões e tubos bronquiais<sup>13</sup>. A exposição por longa duração, pode causar danos à pele, inflamação nos olhos, boca estômago e dentes. Os efeitos do "mist" de ácido sulfúrico, são agravados pela alta umidade, que é típica de regiões costeiras.

A Organização Mundial da Saúde (OMS), com base em estudos epidemiológicos, recomenda padrões de exposição ambiental e preservação da flora para SO<sub>2</sub> e que são apresentados no Anexo I.

### 2.2 - *Toxidez do TiO<sub>2</sub>*

De acordo com Schroeder<sup>31</sup>, os compostos de titânio não são tóxicos para os mamíferos. Seus derivados, quando ingeridos oralmente, são pouco absorvidos pelo trato intestinal, sendo quase todos excretados.

O titânio, pode ser encontrado nos pulmões das pessoas das cidades e a concentração no pulmão, tende a aumentar com a idade.

Muito embora o titânio seja considerado atóxico, deve-se considerar que o vanádio aparece sempre nos minérios de titânio, e o vanádio é inquestionavelmente tóxico. O aerosol formado por  $SO_x$  e vanádio pode ter uma atividade irritante elevada pois o vanádio é um tradicional catalizador da reação  $SO_2 \Rightarrow SO_3$ .

### 3. IMPACTO AMBIENTAL

#### 3.1 - *Impacto na Atmosfera e no Ecossistema Terrestre\**

O impacto ambiental, observado nas imediações da TIBRÁS, pode ser correlacionado com o  $SO_x$ , presente nas principais emissões atmosféricas da indústria<sup>8,15</sup>.

Os efeitos destes poluentes, podem ser observados nas proximidades das instalações da indústria e, notadamente, na comunidade de Areias, onde uma população de 540 habitantes se queixa de fumaça densa e irritante, que provoca tosse e queima da vegetação.

O  $SO_x$  é lançado pelas chaminés da indústria, e se constitui em uma forma primária de poluição.

O aerosol ácido, é uma forma de poluição secundária, decorrente das emissões de  $SO_x$ , e causa diversos efeitos diretos e indiretos na região.

---

\* O impacto dos efluentes líquidos, no ecossistema marinho, foi técnica e ecologicamente analisado pelo CEPED<sup>35</sup>, em 1974, que na ocasião desaconselhou a aprovação do projeto de expansão da TIBRÁS.

A precipitação ácida, é consequência da deposição úmida de gases e partículas através da chuva, e da maresia. Seu principal efeito é decorrente da formação de  $H_2SO_4$  por oxidação do  $SO_x^{11,28,30}$  (ver Fig.2).

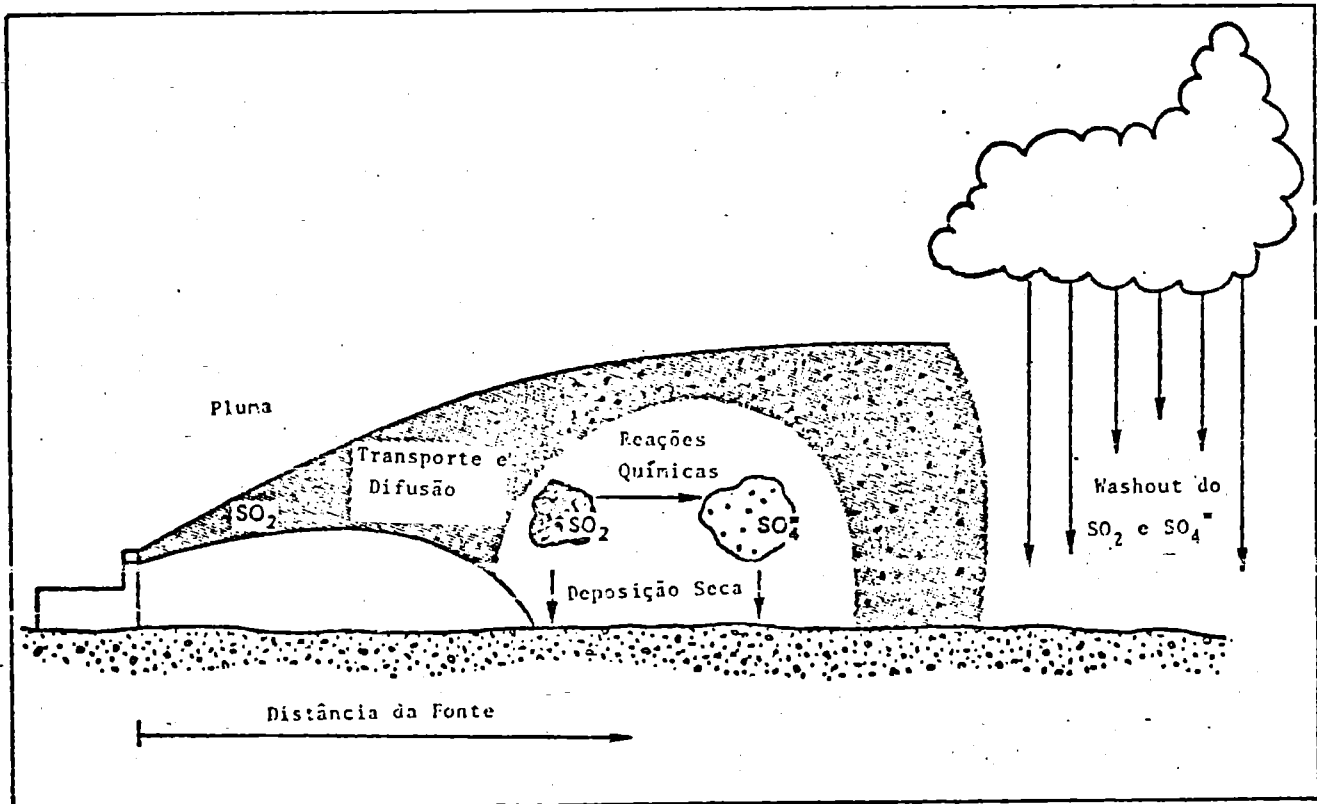


FIGURA 2 - Processos envolvidos na relação das emissões de  $SO_x$  para a qualidade do ar.

FONTE - BAAL, R.J. & ANDERSON, G.E. *Optimum site exposure criteria for  $SO_2$  monitoring*<sup>5</sup>.

### 3.2 - Efeitos na Vegetação e em Equipamentos de Uso Comum

O  $SO_2$ , penetra nas plantas através dos estomatos, deixando manchas características nas folhas<sup>10,21,27</sup>.

Na região de influência dos poluentes da TIBRÁS, pode-se verificar o amarelamento típico no topo das palmeiras e na vegetação rasteira (ver Fig. 3-4).

Pode-se verificar, também, a ação dos poluentes na degradação do asfalto, na altura do Km 19 da Estrada do Côco, Rodovia BA-099, onde se observa fragmentação do mesmo e lixiviação da superfície do solo (ver Fig. 5).

A redução da visibilidade, pode ser observada no Km 19 da Rodovia BA-099, quando, em determinadas condições atmosféricas, a pluma se aproxima do solo e provoca dificuldades ao tráfego de veículos.

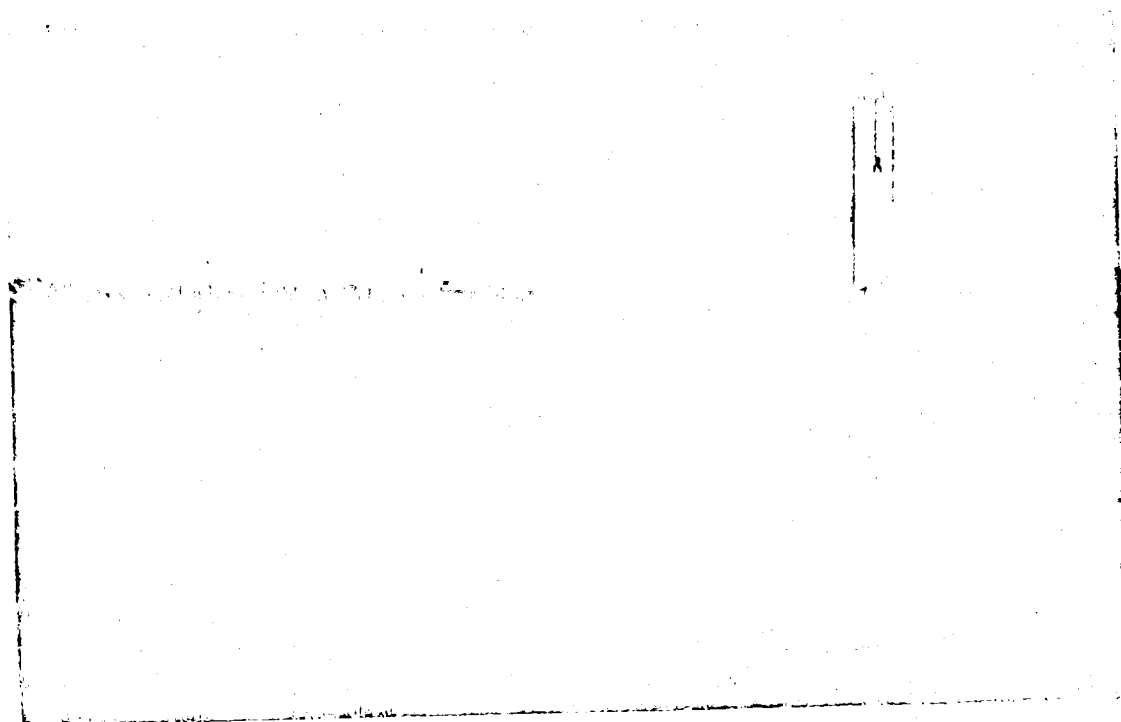


FIGURA 3 - Danos a vegetação no Km 19 da BA-099

### 3.3 - Problemas de Dispersão Atmosférica

A região , é dominada pelos ventos dos quadrantes SE e E, que fazem as emissões atmosféricas da TIBRÁS atingirem as áreas de: Areias, Cajirus e Repouso. Os efeitos da pluma são mais pronunciados na região de encontro do Rio Capivarinha com o Rio Capivara Grande (ver Fig. 6).

Num lançamento atmosférico, localizado em região costeira, como no caso da TIBRÁS, a brisa marítima pode influenciar o comportamento da pluma e pode dar origem a um fenômeno conhecido como "fumigação por brisa marítima"<sup>5, 23, 26</sup>.

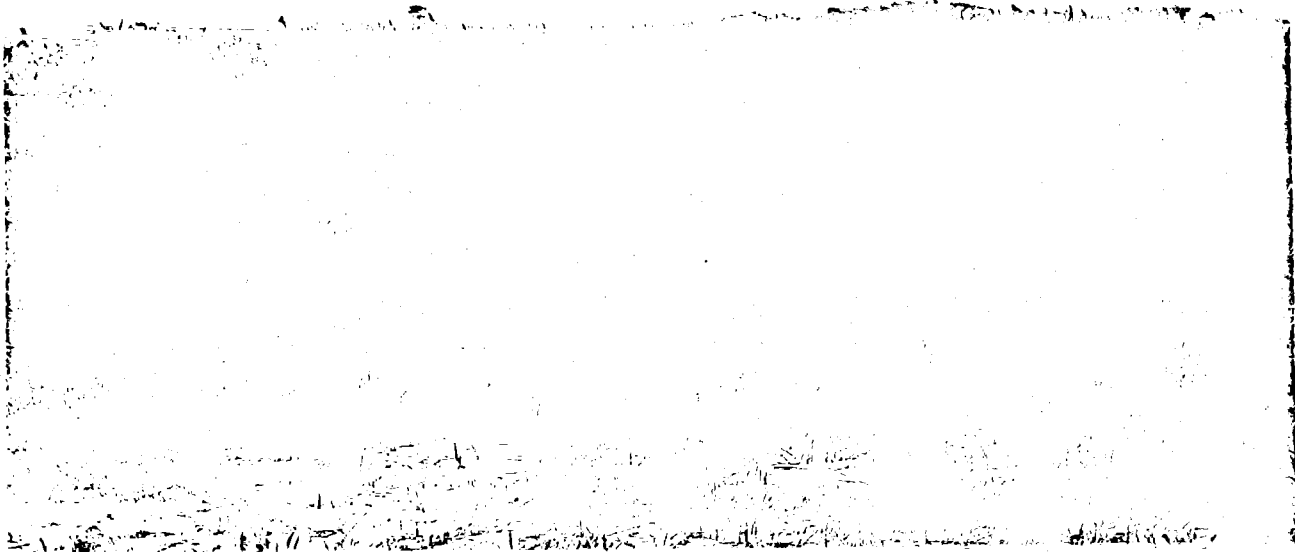


FIGURA 4 - Danos a vegetação no Km 19 da BA-099

Este fenômeno, ocorre quando a pluma, inicialmente estável, é convectivamente misturada para baixo, em consequência do ar em contato com a superfície do solo (ver Fig. 7).

O problema da dispersão, é agravado quando a superfície do terreno é irregular<sup>5</sup> (ver Fig. 8-9), pois durante os momentos de fortes ventos, pode ocorrer, "downwash" nos locais vento abaixo da TIBRÁS. O fenômeno de "downwash", traz a pluma para baixo e em concentrações e locais imprevisíveis.

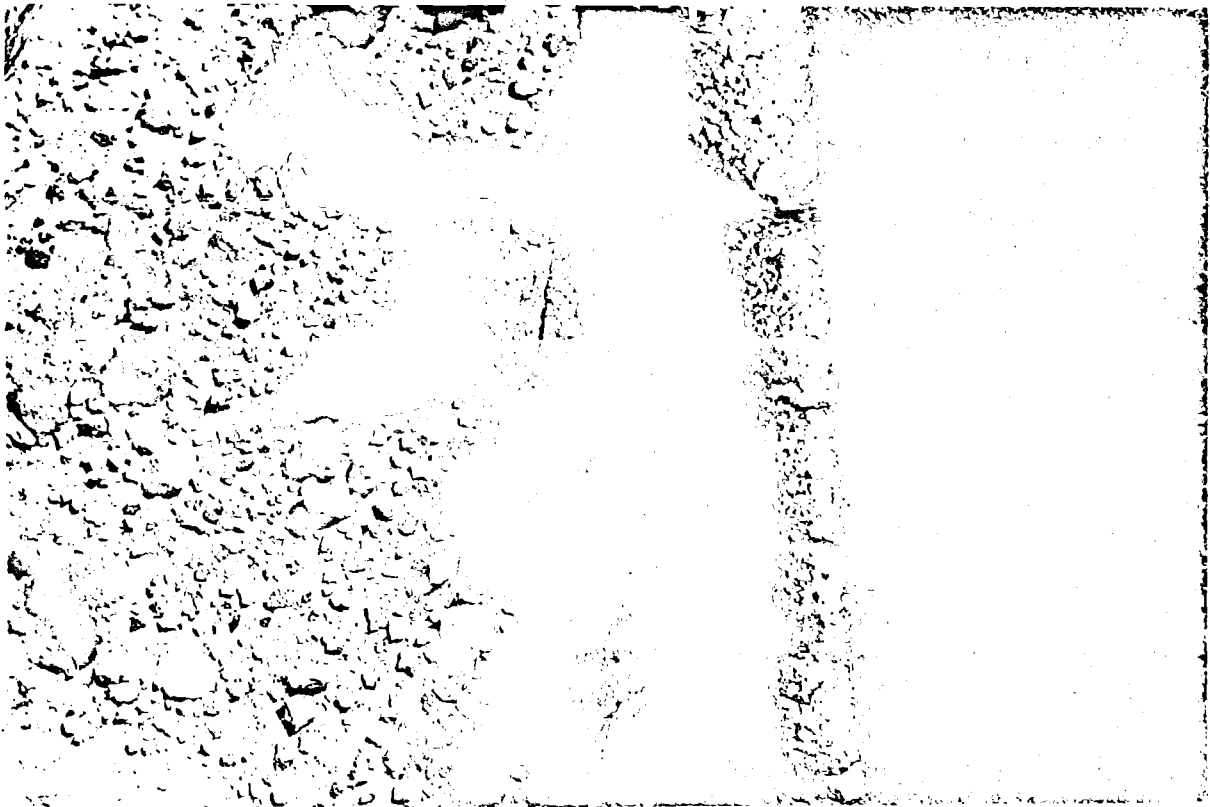
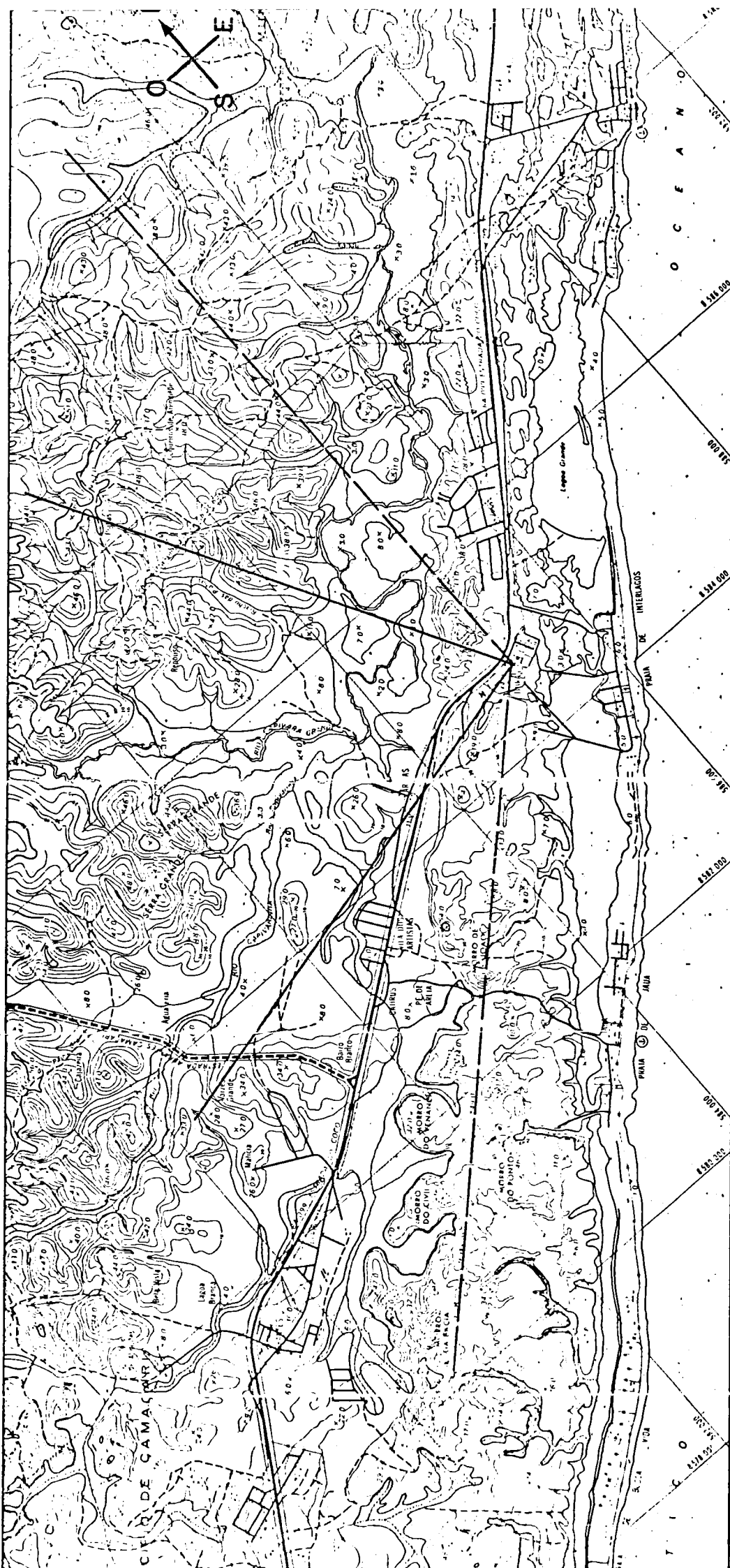


FIGURA 5 - Deterioração do Asfalto no Km 19 da BA-099



ESC. : 1 / 50 : 000

FIGURA 6 - ÁREA DE INFLUÊNCIA DAS EMISSÕES DA TIBRÁS

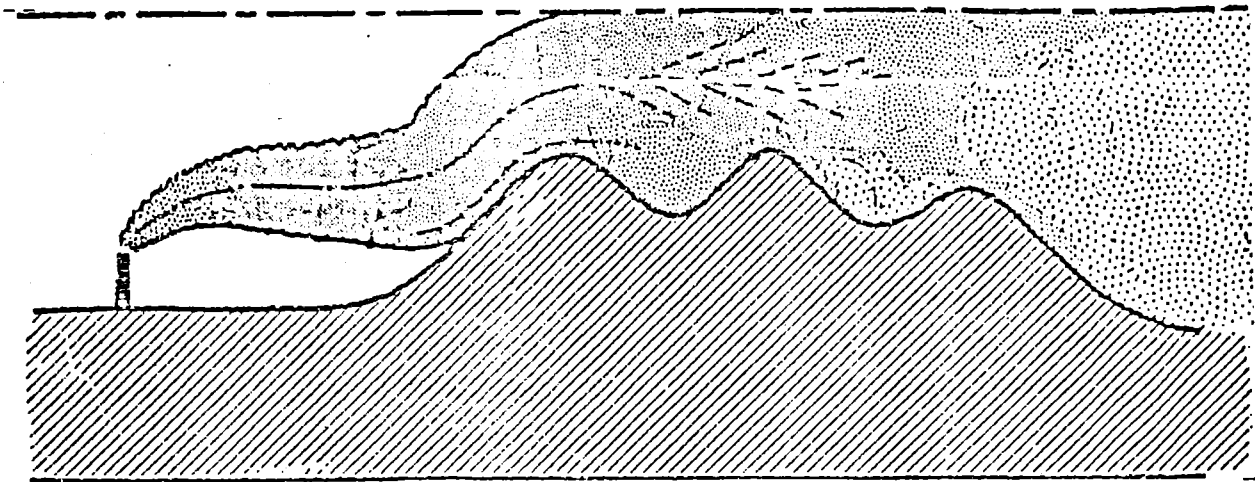


FIGURA 7 - Ilustração esquemática de uma pluma mostrando como ela se aproxima de terrenos elevados.

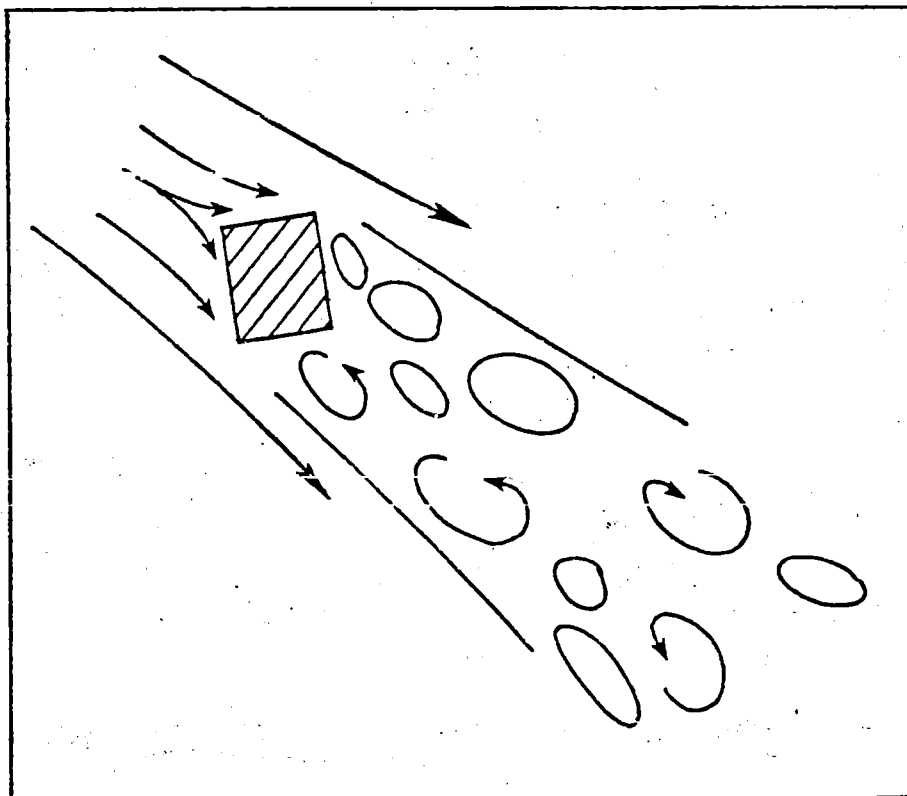
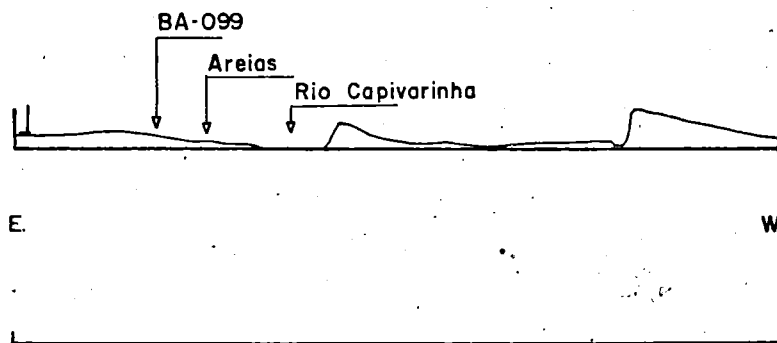
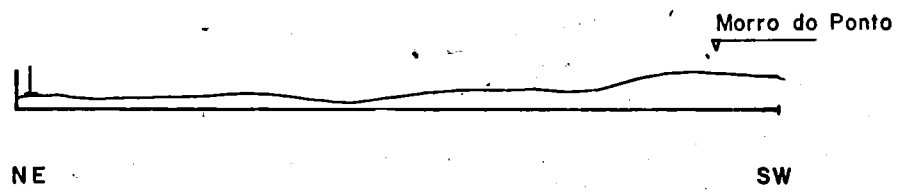
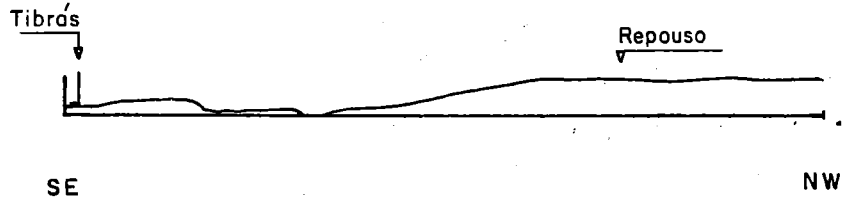


FIGURA 8 - Região de influência do fluxo atmosférico após cruzar um obstáculo (vista de cima).

FONTE - BALL, R.J. & ANDERSON G.E. *Optimum site exposure criteria for SO<sub>2</sub> monitoring*<sup>5</sup>.

FIGURA 9 -- PERFIL TOPOGRÁFICO DAS IMEDIAÇÕES DA TIBRÁS



ESC.: 1:50.000

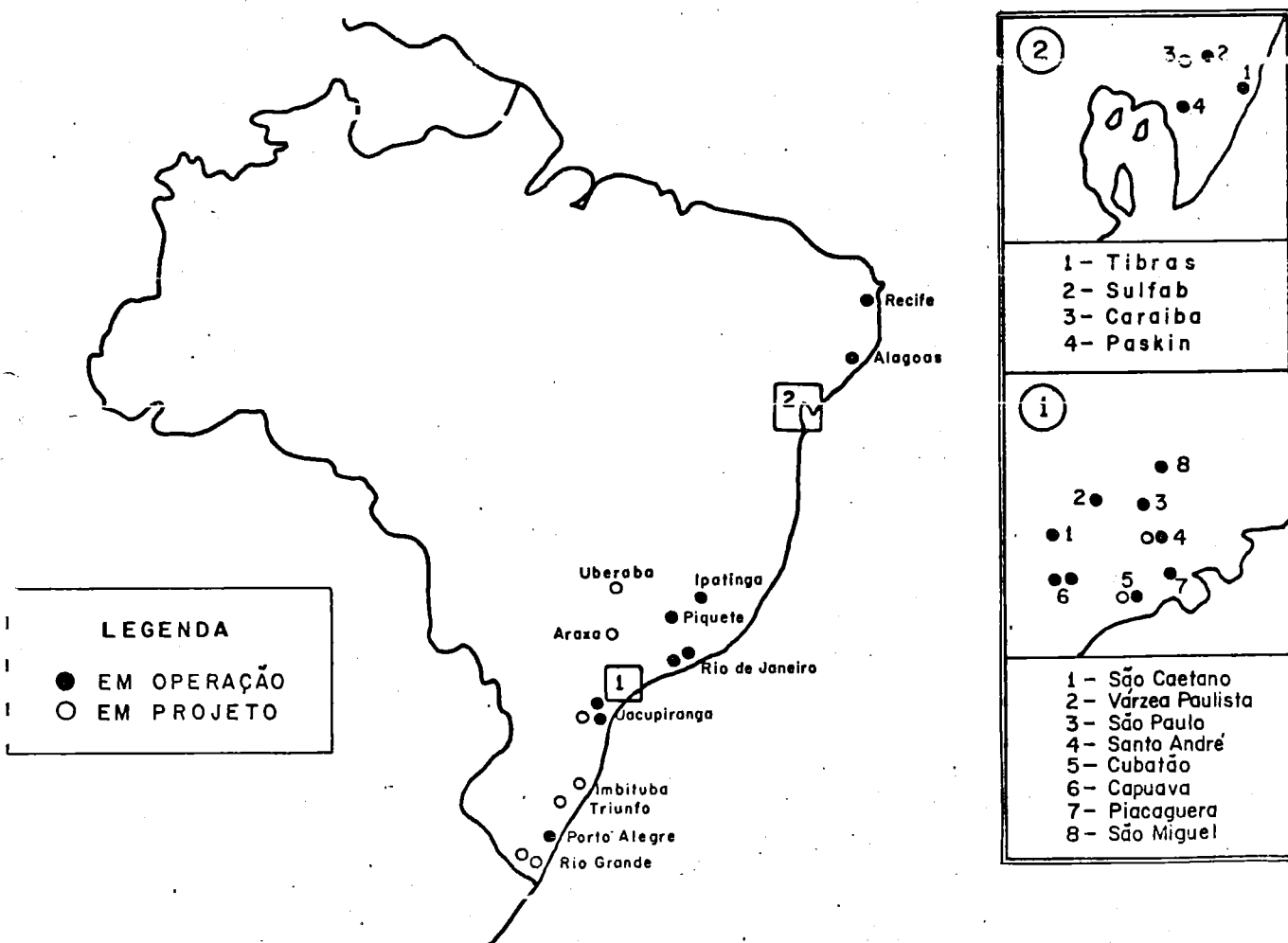
3.4 - Aspectos Sócio-Econômicos

A TIBRÁS, é a única produtora de  $TiO_2$  do Brasil<sup>33</sup>, sendo seu produto largamente utilizado como pigmento pela indústria de tintas.

O  $H_2SO_4$ , produzido pela TIBRÁS, tem consumo cativo, e sua produção atual, pela TIBRÁS, representa cerca de 3% da produção nacional<sup>22</sup> (ver Fig. 10).

FIGURA 10

DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO DE ÁCIDO SULFÚRICO NO BRASIL



Na RMS, estão em fase de operação e projeto as unidades produtoras de  $H_2SO_4$  relacionadas na tabela 2.

TABELA 2

UNIDADES PRODUTORAS DE  $H_2SO_4$  NA RMS

| UNIDADE        | PRODUÇÃO t/dia |
|----------------|----------------|
| TIBRÁS         | 405            |
| PASKIN         | 100            |
| SULFAB         | 400            |
| CARAÍBA (1982) | 1.300          |

FONTE: MANUAL econômico da indústria química<sup>22</sup>

A TIBRÁS, emprega atualmente, cerca de 700 funcionários e opera em regime de 24 horas por dia.

A população dos distritos de Abrantes, Areias, Arembepe e Jauá, dedica-se basicamente à pesca, indústria, construção civil, pequeno comércio, exploração do turismo e agricultura de subsistência.

Vale salientar, que o movimento turístico é bastante significativo, por possuir a região praias e cenários naturais de incomparável beleza. O afluxo turístico no Distrito de Arembepe, chega a atingir cerca de 10.000 pessoas nos fins de semana e em períodos de temporada de veraneio.

De acordo com estimativas da Superintendência das Campanhas (SUCAM), a distribuição da população da região pode ser examinada na tabela 3.

TABELA 3

| LOCALIDADE | ÁREA (ha) | POPULAÇÃO (Hab) |
|------------|-----------|-----------------|
| Abrantes*  | 310       | 3.665           |
| Areias     | 55        | 540             |
| Jauá       | -         | 807             |
| Arembepe   | 125       | 2.180           |
| T O T A L  |           | 7.192           |

FONTE: SUCAM 1977

#### 4. PROGNÓSTICO DE IMPACTO AMBIENTAL, CONSIDERANDO A HIPÓTESE DE AMPLIAÇÃO

Considerando o aumento da demanda de  $TiO_2$ , a TIBRÁS tem planos de ampliar a sua produção, até o final de 1981, para 50.000t/ano.

Se considerarmos o processo atual, em que a unidade produz 26.000t/ano de  $TiO_2$ , e com base na hipótese de ampliação para 50.000t/ano, a estimativa de emissão para  $SO_2$  é de cerca de 920kg  $SO_2$ /hora.

Dessa forma, se for utilizado o mesmo sistema produtivo e a mesma eficiência de controle de poluentes atmosféricos, a ampliação indubitavelmente duplicará a quantidade

\* Compreende: Vila de Abrantes, Buris, Gajirus e Pê de Areia.

campo, apresentamos a seguir, as recomendações para minimização dos efeitos das emissões atmosféricas de  $SO_x$  da indústria.

### 6.1 - *Dos Padrões*

Considerando que:

- a) devido a localização e a topografia irregular, a TIBRÁS apresenta problemas de dispersão atmosférica;
- b) os equipamentos de controle de poluentes atmosféricos, instalados e a serem instalados, mesmo quando mantidos e operados em condições ideais, sofrem, com o passar do tempo de sua utilização, uma queda sensível na eficiência de operação;
- c) o aspecto estético das imediações da TIBRÁS, deve ser preservado, bem como o elevado potencial turístico da região, que deve ser desenvolvido.

Propomos, que sejam estabelecidos os padrões restritivos, apresentados em continuação, para a região costeira do Município de Camaçari, compreendida entre o Rio Joanes e o Rio Pojuca, e com largura de 5km, medida acima da preamar.

#### 6.1.1 - Padrão Regional de Qualidade do ar para $SO_2$

O padrão regional de qualidade do ar, para o  $SO_2$ , medido pelo método da Pararosa - anilina (PRA) ou equivalente será:

de de rejeitos lançados para a atmosfera, o que por certo, deverá causar uma significativa aceleração da deterioração das condições ambientais da região, com possibilidade de reflexos econômicos importantes, pela possível perturbação do desenvolvimento turístico da região.

## 5. CONCLUSÕES

O principal poluente atmosférico, emitido pela TIBRÁS, é o  $SO_2$ , cujas emissões perfazem um total de cerca de 460kg de  $SO_2$ /hora.

A região, possui um terreno irregular e não é propícia a boa dispersão dos poluentes atmosféricos e, a capacidade de autodepuração da atmosfera, nas imediações da TIBRÁS, deve estar sendo ultrapassada significativamente.

A principal comunidade atingida é o Distrito de Areias, no Município de Camaçari, onde a população se queixa de irritação no trato respiratório e danos a vegetação.

Para a minimização dos problemas, causados pelas emissões atmosféricas da indústria, será necessário o estabelecimento de medidas legais para limitar as emissões da indústria e que são apresentadas nas recomendações.

## 6. RECOMENDAÇÕES

Da análise do processo industrial e de consultas bibliográficas realizadas<sup>18,27</sup> e, com apoio de estudos de

- a) 60 microgramas por  $m^3$  como média aritmética, anual, baseada em observações diárias, das concentrações médias de 24 horas;
- b) 200 microgramas por  $m^3$ , que não deverá ser registrado mais do que 7 dias por ano e nem 2 dias consecutivos, com concentrações médias de 24 horas superiores ao valor estabelecido.

#### 6.1.2 - Padrão Regional de Emissão para a operação de Produção e/ou Recuperação de $H_2SO_4$

Não poderá ser operada qualquer instalação ou equipamento para produção ou recuperação de  $H_2SO_4$ , que emita ou descarregue na atmosfera qualquer gás que:

- a) contenha  $SO_2$  em quantidade superior a 2kg/t de  $H_2SO_4$  produzido ou recuperado\*;
- b) contenha "mist" de ácido sulfúrico em quantidade superior a 0,08kg/t de  $H_2SO_4$  produzido ou recuperado\*;
- c) apresente opacidade superior a 10%.

#### 6.2 - Do método de Avaliação

Recomenda-se que seja avaliada a concentração de  $SO_x$  no ar pelo método PRA ou equivalente.

---

\* Produção expressa como  $H_2SO_4$  100%.

### 6.3 - *Da Fiscalização*

Considerando, que, os padrões de emissão são tentativos e não garantem a qualidade do ar em alguns casos, e, que, em outros casos os padrões de qualidade do ar podem não ser atingíveis sem o fechamento da fonte emissora, recomendamos que seja estabelecido o padrão de qualidade do ar para fins de fiscalização.

### 6.4 - *Das Pesquisas Futuras*

Recomenda-se, que sejam avaliadas as condições de saúde da população, atingida com relação a possíveis problemas no trato respiratório, e que se analise as possíveis implicações de um crescimento urbano na região litorânea do Município de Camaçari.

Recomenda-se também que sejam conduzidos estudos relativos ao efeito sinérgico de  $SO_x$ /material particulado com vistas a estabelecer padrões regionais para as emissões de material particulado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. Division of Refining, Washington. *Manual on disposal of refinery wastes; volume on atmospheric emissions*. Washington, 1975. Não paginado. (API publication 931).
2. \_\_\_\_\_. *Removal of particulate matter from gaseous wastes; electrostatic precipitators*. Washington, 1972. 42p. il.
3. \_\_\_\_\_. *Removal of particulate matter from gaseous wastes; filtration*. Washington, 1961. 56p. il.
4. \_\_\_\_\_. *Removal of particulate matter from gaseous wastes; wet collectors*. Washington, 1972. 47p. il.
5. BALL, R.J. & ANDERSON, G.E. *Optimum site exposure criteria for SO<sub>2</sub> monitoring*. Contract nº EPA 68 - 02 - 2045. Research Triangle Park, Environmental Protection Agency, 1977. Paginação irregular.
6. BEER, M. & LION, A. Dispersão atmosférica de poluentes gasosos. In: Seminário de Utilidades, 2., São Paulo, 1977. *Anais*. Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Petróleo, 1977. v.3, p. 571-85.
7. THE BRAZILIAN sulphur and sulphuric acid industry; shortages threaten sulphur consumption growth. *Sulphur*, London, (117):12- , Mar./Abr. 1975.
8. CESANA, E.C. *Caracterização das fontes de poluição do ar da Titânio do Brasil S/A (TIBRÁS)*. Camaçari, Programa de Proteção ao Meio Ambiente, CEPED, 1978. Paginação irregular. il.

9. COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DO RECÔNCAVO, Salvador. *Diretrizes e políticas da RMS*. Convênio IPEA / CNP/CONDER. Salvador, 1975. 86f.
10. DAVIS, D.D. & WILLOUR, R.G. *Susceptibility of wood plants to sulfur dioxide and photochemical oxidants; a literature review*. Corvallis, Environmental Research Laboratory, 1976. 72p. (EPA-600/3-76-102).
11. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, Washington. *Scientific and technical assessment report suspended sulfates and sulfuric acid aerosols*. Program element 1AA001. Washington, 1975. 128p.
12. \_\_\_\_\_. Office of Air Quality Planning and Standards, Research Triangle Park. *Compilation of air pollutant emission factors*. 2. ed. Research Triangle Park, 1975. 392p. il. (OAQPS publication, AP-42).
13. \_\_\_\_\_. *Final guideline document: control of sulfuric acid mist emissions from existing sulfuric acid production units*. Research Triangle Park, 1977. 185p. il. (EPA - 450/2-77-019; OAQPS 1.2-078).
14. ESTADOS UNIDOS. National Air Pollution Control Administration. *Air quality criteria for sulfur oxides*. Washington, 1970. 178p. il. (Estados Unidos. National Air Pollution Control. Administration publication, AP-50).
15. \_\_\_\_\_. *Atmospheric emissions from sulfuric acid manufacturing processes*. Durham, 1965. 127p. il.
16. \_\_\_\_\_. *Control techniques for sulfur oxide air pollutants*. Washington, 1969. 122p. il. (Estados Unidos. National Air Pollution Control Administration Publication, AP - 52).

17. HANDY, R. & SCHINDLER, A. *Estimation of permissible concentration of pollutants for continuous exposure*. Contract nº 68-02-1325, Task 34 and 36 Program Element nº EHE624. Washington, Environmental Protection Agency, 1976. 137p. il. (NTIS PB-253 959; EPA-600/2-76-155).
18. HARRIS, R.L. *Regulatory approaches: air quality standards and best available control technology*. Paper presented at the Air Quality Criteria and Standards Workshop, São Paulo, 15-19 Mar. 1976. 17f.
19. KEENEY, R.L. *Preference models of environmental impact*. Luxemburg, International Institute for Applied Systems Analysis, 1976. 21f. il. (RM-76-A).
20. \_\_\_\_\_. *Thoughts on the establishment of standards*. Luxemburg, International Institute for Applied Systems Analysis, 1974. 21f. il. (WP-74-72).
21. KNABE, W. Effects of sulfur dioxide on terrestrial vegetation. *Ambio*, Stockholm, 5(5/6):213-8, 1976.
22. MANUAL econômico da indústria química. Camaçari, CEPED, 1975. v.9.
23. MATHIS JUNIOR, J.J. & GROSE, W.L. *A review of methods for predicting air pollution dispersion*. Washington, 1973. 32p. (NASA. SP-322).
24. MENDES, R. *Avaliação de efeitos da poluição do ar sobre a saúde, através do estudo da mortalidade diária na grande São Paulo - 1973*. Projeto 36/76 pt 1. São Paulo, Divisão de Toxicologia da CETESB, 1976. 23f. il.
25. MOSES, H. & KRAIMER, M.R. Plume rise determination; a new technique without equations. *Journal of the Air Pollution Control Association*, Pittsburg, 22(8):621-30, Aug. 1972.

26. MOSES, H. et alii. Effects of meteorological and engineering factors on stack plume rise. *Nuclear Safety*, Washington, 6(1):1-19, Fall 1964.
27. MUNN, R.E. et alii. *Environmental effects of air pollution: implications for air quality criteria and Standards*. Paper presented at Air Quality Criteria and Standards Workshop, São Paulo, 15-19 Mar. 1976. 35f.
28. MATHUKRISWANNAN, S. & PETERS, L.K. A mechanistic model for photochemical smog incorporating sulfur oxide reactions. In: BYERS, R.L. et alii, ed. *Dispersion and control of atmospheric emissions: new-energy-source pollution potential*. New York, Aiche, 1977. p.43-9 il. (Aiche. Symposium series, 165, v.73).
29. PERKINS, H. Plume rise. In: \_\_\_\_\_. *Air pollution*. New York, McGraw-Hill, 1974. cap. 9, p.201-6. il.
30. PETERS, M.S. Summary of present knowledge of the chemistry of air pollution. In: BUTT, J.B. & COUGHLIN, R.W., ed. *Important chemical reactions in air pollution control*. New York, Aiche, 1971. p. 1-6 (Aiche. Symposium series, 115, v67).
31. SCHROEDER, H.A. et alii. Abnormal trace metals in man: titanium. *Journal of Chronic Diseases*, St. Louis, 16:55-69, 1963.
32. SURBEY, D.J. *Ground level concentration calculations for pollutants emitted from stacks*. Computer program GLCSTK. Tulsa, John Zink Company, 1976. Não paginado.
33. SZAKAL, P. *Report on mission Brazil conducted to assist the Secretariat of Industrial Technology, Ministry of Industry and Commerce in the field of titanium dioxide pigment production and pollution control*. UNIDO project number 15/BRA/75/006. 30f.

34. TURNER, D.B. *Workbook of atmospheric dispersion estimates.* Cincinnati, U.S. Department of Health, Education, and Welfare, 1969. 56p. il.
35. URIBE, A. et alii. *Parecer técnico sobre o projeto de expansão da TIBRÁS - Titânio do Brasil S/A.* Salvador, CEPED, 1974. Não paginado.



**ANEXO I**

Table 9.1 Expected effects on health of air pollutants on selected population groups: effects of short-term exposures

|  | Concentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , 24 hour mean |              |                           |
|--|--|--------------|---------------------------|
|  | <u>SO<sub>2</sub></u>                                  | <u>smoke</u> | <u>Total particulates</u> |
| Excess mortality among the elderly, or chronically sick                  | 500  | 500          | -*                        |
| Worsening of the condition of patients with existing respiratory disease | 250  | 250          | -*                        |

Concentrations of sulphur dioxide and smoke as measured by the daily smoke/SO<sub>2</sub> method.

Values may have to be adjusted in terms of measurements made by other procedures.

\* No information available

Table 9.2 Expected effects on health of air pollutants on selected population groups: effects of long-term exposures

|  | Concentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ annual mean |              |                           |
|--|---|--------------|---------------------------|
|  | <u>SO<sub>2</sub></u>                               | <u>Smoke</u> | <u>Total particulates</u> |
| Increased respiratory symptoms among samples of the general population (adults and children) and increased frequencies of respiratory illnesses among children | 100   | 100          | 150                       |

Concentrations of sulfur dioxide and smoke as measured by the daily smoke/SO<sub>2</sub> method. Total suspended particulates as measured by high volume sampler. The value here is tentative, being based on limited information.

Values may have to be adjusted in terms of measurements made by other

Table 9.3 Guidelines for exposure levels consistent with the protection of public health

|   | Concentration, $\mu\text{g}/\text{m}^3$ |              |                           |
|---|---|--------------|---------------------------|
|   | <u>SO<sub>2</sub></u>                   | <u>Smoke</u> | <u>Total particulates</u> |
| No two consecutive days, and not more than 7 days in all per year with 24 hour average concentrations exceeding (98% point of the frequency distribution) | 200                                     | 120          | 240                       |
| Not more than half the days in the year with 24 hour average concentrations exceeding (median value)  | 55                                      | 35           | 70                        |
| Annual arithmetic means, based on daily observations of 24 hour average concentrations  | 60                                      | 40           | 80                        |

Values for sulphur dioxide and smoke as measured by the daily smoke/SO<sub>2</sub> method. The values for total suspended particulates relate to high volume samplers and are purely tentative at this stage.

Values may have to be adjusted in terms of measurements made by other procedures.

From: WHO Environmental Health Criteria for Sulfur Dioxide and Suspended Particulates Report of a WHO Task Group, 3rd draft 16.1.76

|                             |
|-----------------------------|
| Data Aquis.:                |
| Indic.: <i>Docuço</i>       |
| Livraria:                   |
| Preço: Cr\$ 1,00            |
| Data Tomba: <i>28/02/53</i> |