



CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

DTE/DID/ GQAR

Superintendência de Qualidade Ambiental
Diretoria de Engenharia

MARÇO /1985

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA
AV. PROF. FREDERICO HERMANN JR., 345 CEP 05489 PINHEIROS
SÃO PAULO - BRASIL

ESTUDO DE DIÓXIDO DE ENXOFRE
NA REGIÃO DE CAPUAVA
SANTO ANDRÉ - SP

CLASS.	
AUT	
TC	

8202
C338e(RCET)
015152

DIRETORIA

Werner Eugênio Zulauf
Diretor-Presidente

Antônio Alves de Almeida
Diretor Administrativo

Fredmar Corrêa
Diretor de Planejamento Ambiental

Nelson Mansour Nabhan
Diretor de Engenharia

Nelson Vieira de Vasconcelos
Diretor de Controle

Paulo Bezerril Júnior
Diretor Financeiro

Samuel Murgel Branco
Diretor de Pesquisa

I N D I C E

PÁGINA

SUMÁRIO

I. Introdução 1

II. Objetivos do Estudo 2

III. Resultados Obtidos 2

IV. Análise dos Dados 4

V. Conclusões 6

Bibliografia 8

Anexos 9

S U M Á R I O

As altas concentrações de SO_2 observadas na estação automática de amostragem instalada na região de Capuava foram estudadas, com base nos dados horários obtidos durante o ano de 1983, tendo sido observado que as mesmas estão associadas às direções de ventos sul-sudeste (SSE) e sul(S).

Através do mapeamento das fontes de emissões de SO_2 e das estações de amostragem da região foi possível se identificar as principais fontes que contribuem para a ocorrência das altas concentrações de SO_2 na atmosfera da região. A importância das demais grandes fontes de emissões de SO_2 de Capuava em relação ao plano de controle de SO_2 para toda a região metropolitana foi destacada, assim como a contribuição dessas fontes em relação a qualidade do ar da região durante a ocorrência de longos períodos de estabilidade da atmosfera.

Finalmente o relatório procurou destacar a importância da estação de amostragem de Capuava, devido a sua localização junto a população residente na região.

I INTRODUÇÃO

Desde o início de operação da rede de amostragem de poluentes atmosféricos tipo OPS/OMS⁽¹⁾, instalada na região Metropolitana de São Paulo em 1973, foi constatado que as estações da região de Capuava, em Santo André, apresentavam concentrações de dióxido de enxofre (SO_2) sistematicamente maiores que as demais estações em operação⁽²⁾. A proximidade dessas estações em relação ao Polo-Petroquímico de Capuava, onde encontram-se em operação grandes fontes de emissões de SO_2 por queima de combustível, parecia ser a princípio a causa das altas concentrações de SO_2 na atmosfera detectadas pelas estações da região.

A partir de 1981 entrou em operação a rede automática de monitoramento de poluentes atmosféricos e parâmetros meteorológicos instalada na região Metropolitana de São Paulo pela CETESB⁽³⁾. A partir dessa data as duas estações tipo OPS/OMS de Capuava foram desativadas e a estação automática medindo poeira em suspensão, SO_2 , direção e velocidade dos ventos passou a ser a fonte de informações sobre a qualidade do ar na região. A posição relativa das estações de amostragem mencionadas pode ser observada no mapa da figura 1 (Anexo).

Os recursos da rede automática, fornecendo valores de SO_2 , direção e velocidade dos ventos de minuto em minuto, permitiram observar que as altas concentrações de SO_2 em Capuava estão associadas a determinadas direções de ventos, e a variação da concentração se dá de uma forma muito rápida em função da direção do vento⁽⁴⁾.

Essa constatação sugere claramente que as altas concentrações de SO_2 obtidas na estação de amostragem de Capuava são ocasionadas por fontes que tem influência marcante na área onde se localiza a estação.

II OBJETIVOS DO ESTUDO

O principal objetivo deste estudo foi procurar identificar a possível fonte (ou fontes) responsável (ou responsáveis) pelas emissões de SO_2 que afetam diretamente a qualidade do ar da área onde se localiza a estação de amostragem de Capuava.

Simultaneamente procurou se analisar os dados de emissões de SO_2 das fontes existentes na região e seu impacto sobre o meio ambiente, independentemente do efeito direto dessas fontes sobre os dados da estação de amostragem de Capuava.

Finalmente, este estudo foi elaborado com o objetivo de fornecer as informações iniciais para o desenvolvimento e aplicação prática de modelos de dispersão de poluentes na atmosfera para fontes pontuais, trabalho este que a CETESB poderá desenvolver a partir de agora utilizando os recursos técnicos disponíveis na Gerência de Qualidade do Ar e na Divisão de Santo André.

III RESULTADOS OBTIDOS

Conforme já mencionado anteriormente, a constatação da associação entre as altas concentrações de SO_2 e direção e velocidade dos ventos em Capuava, foi baseada na observação diária

ria dos dados recebidos de minuto em minuto na estação central da rede automática.

Ao longo dos últimos 4(quatro) anos observou-se também que mesmo as médias horárias de SO_2 estão associadas a direção dos ventos, quando ocorrem os picos de concentrações desse poluente. Desta forma, foram utilizados os dados de qualidade do ar e parâmetros meteorológicos do ano de 1983 como representativos de todo o período de operação da estação automática, uma vez que o problema a ser estudado vem se repetindo de forma bastante semelhante, ano após ano.

As médias das médias horárias de SO_2 na estação de Capuava foram tabeladas em função da direção dos ventos e das faixas de velocidades médias horárias dos ventos (tabelas 1 a 17 do Anexo). A tabela 18 (Anexo), resume os dados das tabelas anteriores, mostrando a frequência absoluta e relativa de ocorrência de cada setor de direção dos ventos e a sua correspondente concentração média das médias horárias de SO_2 para todo o ano de 1983.

Com base nos dados das tabelas já mencionadas, foi montada a "Rosa de Concentrações de SO_2 " no mapa da figura 1 (Anexo). Nesse mesmo mapa foram "plotadas" as principais fontes de emissões de SO_2 da região.

A tabela 19 apresenta um resumo dos dados de emissões disponíveis para as principais fontes da região, referentes a abril de 1984 (4).

A figura 2 (Anexo) apresenta no mesmo mapa da figura 1, a rosa dos ventos construída com os dados de direção e velocidade dos ventos da estação de amostragem, obtidos durante o ano de 1983.

IV ANÁLISE DOS DADOS

O mapa da figura 1 (Anexo) é por si só explicativo e a análise dos dados obtidos pode ser baseada exclusivamente no exame cuidadoso das informações nele contida. "A Rosa de Concentrações de SO_2 " mostra claramente que a direção dos ventos de sul-sudeste (SSE) e sul (S) estiveram intimamente associadas as altas concentrações de SO_2 medidas na estação, independente da velocidade média dos ventos observada. Mesmo a ocorrência de calmaria (velocidade média horária dos ventos $< 0,5$ m/s) não provocou durante o período do estudo, um impacto tão grande nas concentrações medidas de SO_2 quanto o impacto causado pela direção dos ventos SSE e SE.

Analizando-se as fontes de emissões de SO_2 assinaladas no mesmo mapa e os dados da tabela 19 (Anexo) pode-se concluir que as fontes mais importantes que estão a montante dos ventos SSE e S, em relação a estação, são as seguintes:

- 1) Unidade de produção de enxofre da Petroquímica União SA;
- 2) Fornalhas e caldeiras da Copas-Cia Paulista de Fertilizantes;
- 3) Unidades de produção de H_2SO_4 da Fosfanil SA Superfosfatos Anilinas e Produtos Químicos.

A unidade de produção de enxofre da Petroquímica União, mencionada no item 1, só foi identificada recentemente como fonte de emissão de SO_2 importante para o presente estudo, através de vistorias realizadas pelos engenheiros da Regional de Santo André - CETESB. Essa unidade recupera o enxofre a partir do H_2S recebido de outras unidades do complexo petroquímico, apresentando grandes variações na sua produção diária (que é pequena atualmente, segundo informações obtidas). Como não se dispõe no momento de dados de emissões para essa unidade, ela não consta da tabela 19.

A distância entre a unidade de produção de enxofre e a estação de amostragem é pequena (cerca de 600 metros) e ambas estão praticamente na mesma cota (800 metros). As outras fontes mencionadas estão a uma distância bem maior da estação de amostragem (aproximadamente 1500 a 2000 metros) e em cota inferior (750 metros).

Conhecendo-se a topografia da região, as características das principais fontes de emissões de SO_2 , a localização das estações de amostragem (automática em operação e as duas manuais desativadas) e o comportamento dos ventos na região baseado nos dados de 1983 (ver rosa dos ventos no mapa da figura 2), pode-se dizer que muito provavelmente as fontes mencionadas nos itens 1,2 e 3 têm uma grande parcela de contribuição na ocorrência de altas concentrações de SO_2 nas estações de amostragem devido ao impacto direto da pluma (ou plumas) da chaminé (ou chaminés) sobre o local das estações.

As outras fontes de emissões de SO_2 da região, algumas com carga poluidora muito maior que as fontes já mencionadas, provavelmente não causam o mesmo tipo de impacto sobre a área da estação de amostragem devido a posição geográfica das mesmas em relação a estação, altura efetiva das chaminés de descarga e mecanismos de transporte e dispersão de poluentes predominantes no local. Para confirmar essa hipótese pode-se verificar na tabela 18 (Anexo) que a média aritmética anual de SO_2 em 1983 foi de $134 \mu\text{g}/\text{m}^3$ enquanto que eliminando-se os dados de SO_2 obtidos quando predominaram os ventos SSE e S essa média cai para $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Obviamente, as fontes de maior potencial poluidor da região (maior taxa de emissão de SO_2) são muito importantes quando se analisa de maneira global o problema de poluição do ar por SO_2 para toda a Região Metropolitana de São Paulo. Apesar dessas fontes (especificamente os processos de combustão

da Petroquímica União SA, Polibrasil SA e Petrôleo Brasileiro SA - RECAP) não estarem associadas diretamente aos picos de concentrações observados na estação automática de amostragem, elas passam a ter maior importância durante a ocorrência de períodos de alta estabilidade da atmosfera, com predominância de calmarias (ventos com velocidade menor que 0,5 m/s).

V CONCLUSÕES

Não resta nenhuma dúvida que as altas concentrações de SO_2 observadas na estação automática de amostragem de Capuava estão associadas a predominância dos ventos sul-sudeste (SSE) e sul (S).

As constatações deste estudo mostram claramente que a unidade de produção de enxofre da Petroquímica União SA, as unidades de produção de ácido sulfúrico da Fosfanil SA e as fornalhas e caldeiras da Copas - Cia Paulista de Fertilizantes, são as mais prováveis fontes de emissões de SO_2 que causam o impacto maior nos dados observados na estação de amostragem, devido aos mecanismos de transporte e difusão de poluentes na atmosfera da região.

Fica claro também que os resultados obtidos na estação automática de Capuava não devem ser utilizados para comparações com os dados observados nas demais estações de amostragem da Grande São Paulo, uma vez que se trata de um problema localizado, que precisa ser estudado isoladamente.

Outra conclusão importante deste estudo é a confirmação da excelente localização da estação automática de amostragem de Capuava sob o ponto de vista da Saúde Pública, uma vez que a mesma encontra-se dentro de uma área residencial den

samente povoada e portanto a qualidade do ar observada está representando concretamente a qualidade do ar que a população da região de Capuava respira.

As conclusões deste relatório não excluem as demais grandes fontes de emissões de SO_2 da região do problema de poluição do ar por SO_2 em toda a região metropolitana de São Paulo. O controle dessas fontes é de fundamental importância para o sucesso do programa de controle de poluição por dióxido de enxofre implantado pela CETESB em 1982⁽⁵⁾. Além disso, todas as grandes fontes de emissões de SO_2 da região de Capuava são importantes durante a ocorrência de longos períodos de estabilidade da atmosfera, com predominância de calmarias.

Finalmente, cabe esclarecer que segundo a Regional de Santo André-CETESB, foi solicitada a realização de amostragem de chaminé na unidade de produção de enxofre da Petroquímica União SA. A partir dos dados de emissões das fontes envolvidas, a CETESB poderá iniciar estudos de aplicação de modelos de dispersão de poluentes na atmosfera, enriquecendo assim os conhecimentos já adquiridos sobre o problema de poluição do ar por SO_2 na região de Capuava.

B I B L I O G R A F I A

- 1) OPS/OMS (1970). "Red Panamericana de Muestro Normalizado de la Contaminacion del Aire-Manual de Operaciones", 2ª Edição, CEPIS, Lima-Peru.
- 2) Avaliação da Qualidade do Ar - Rede de Estações Manuais-Resumo de Dados 1973/1981. Relatório interno da CETESB, São Paulo.
- 3) Oliveira, V.V. et al (1979). Rede Automática de Amostragem de Poluentes Atmosféricos Instalada na Região da Grande São Paulo, X Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Manaus.
- 4) Queiroz, L.A. et al (1984). O Programa de Controle de Poluição por Dióxido de Enxofre na Região de Capuava.
- 5) Mesquita, A.L.S. et al (1981). Estratégias Alternativas para o Controle de Dióxido de Enxofre na Região da Grande São Paulo, XI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Fortaleza.

A N E X O S

TABELA 1 : DISTRIBUIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂ POR DIREÇÃO E FAIXAS DE VELOCIDADES DOS VENTOS

SETOR 1 : (Norte) - CAPUAVA - 1983

CLASSES DE VELOCIDADE DOS VENTOS (METROS/SEGUNDO)												
MÊS	0,6 a 1,5		1,6 a 2,5		2,6 a 5,5		5,6 a 10,5		TOTAL			
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$		
JANEIRO	9	44	33	27	94	17	34	8	170	19		
FEVEREIRO	6	38	8	44	24	33	9	23	47	34		
MARÇO	11	137	15	21	65	17	10	10	101	30		
ABRIL	26	50	35	46	39	57	10	17	110	48		
MAIO	17	53	18	30	53	23	12	10	100	28		
JUNHO	34	60	31	41	68	21	14	5	147	33		
JULHO	14	43	35	46	58	19	41	8	148	25		
AGOSTO	28	67	48	42	34	27	3	14	113	43		
SETEMBRO	14	98	15	58	49	19	-	-	78	41		
OUTUBRO	14	56	27	33	33	21	4	8	78	31		
NOVEMBRO	24	87	41	38	49	21	3	6	117	40		
DEZEMBRO	37	62	40	36	82	17	8	12	167	31		
ANUAL	234	66	346	39	648	22	148	10	1376	33		

OBS.: n = frequência absoluta (em horas)

$\bar{x}$ = média das médias horárias de SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

TABELA 2 : DISTRIBUIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂ POR DIREÇÃO E FAIXAS DE VELOCIDADES DOS VENTOS

SETOR 2 : (Norte-Nordeste) - CAPUAUA - 1983

CLASSES DE VELOCIDADE DOS VENTOS (METROS/SEGUNDO)												
MES	0,6 a 1,5		1,6 a 2,5		2,6 a 5,5		5,6 a 10,5		TOTAL			
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$		
JANEIRO	11	40	15	24	17	10	1	2	44	22		
FEVEREIRO	5	18	2	3	4	31	-	-	11	20		
MARÇO	9	42	15	29	8	27	-	-	32	32		
ABRIL	17	23	11	33	3	12	-	-	31	26		
MAIO	1	10	19	31	20	25	1	0	41	27		
JUNHO	6	48	22	43	20	33	-	-	48	40		
JULHO	1	160	6	28	24	19	6	7	37	22		
AGOSTO	13	144	22	45	4	35	-	-	39	77		
SETEMBRO	8	67	6	28	20	16	-	-	34	30		
OUTUBRO	3	58	10	46	4	14	-	-	17	41		
NOVEMBRO	16	37	22	36	8	12	-	-	46	32		
DEZEMBRO	7	32	20	42	5	21	-	-	32	37		
ANUAL	97	53	170	36	137	21	8	6	412	34		

OBS.: n = frequência absoluta (em horas)

$\bar{x}$ = média das médias horárias de SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

TABELA 3 : DISTRIBUIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂ POR DIREÇÃO E FAIXAS DE VELOCIDADES DOS VENTOS

SETOR 3 : (Nordeste) - CAPUAIVA - 1983

MES	CLASSES DE VELOCIDADE DOS VENTOS (METROS/SEGUNDO)											
	0,6 a 1,5		1,6 a 2,5		2,6 a 5,5		5,6 a 10,5		TOTAL			
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$		
JANEIRO	7	82	30	19	11	10	-	-	48	26		
FEVEREIRO	3	22	8	21	5	17	-	-	16	20		
MARÇO	9	29	29	35	11	20	-	-	49	31		
ABRIL	24	45	37	36	14	14	-	-	75	35		
MAIO	13	46	44	25	44	20	1	1	102	25		
JUNHO	25	49	41	41	49	20	-	-	115	34		
JULHO	13	56	37	34	67	27	1	0	118	32		
AGOSTO	18	82	42	59	40	41	-	-	100	56		
SETEMBRO	5	52	18	22	45	15	1	5	69	19		
OUTUBRO	12	57	18	44	13	24	-	-	43	42		
NOVEMBRO	17	43	29	29	23	28	-	-	69	32		
DEZEMBRO	11	50	33	27	11	11	-	-	55	28		
ANUAL	157	52	366	34	333	23	3	2	859	33		

OBS.: n = frequência absoluta (em horas)

$\bar{x}$ = média das médias horárias de SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

TABELA 4 : DISTRIBUIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂ POR DIREÇÃO E FAIXAS DE VELOCIDADES DOS VENTOS
SETOR 4 : (Este-Nordeste) - CAPUAUA - 1983

MES	CLASSES DE VELOCIDADE DOS VENTOS (METROS/SEGUNDO)										TOTAL	
	0,6 a 1,5		1,6 a 2,5		2,6 a 5,5		5,6 a 10,5				n	$\bar{x}$
JANEIRO	8	22	34	23	18	13	-	-	-	-	60	20
FEVEREIRO	10	31	20	27	7	65	-	-	-	-	37	35
MARÇO	6	40	23	38	9	27	-	-	-	-	38	36
ABRIL	13	44	31	46	20	18	-	-	-	-	64	37
MAIO	4	241	27	32	26	20	-	-	-	-	57	41
JUNHO	12	60	48	29	23	20	-	-	-	-	83	31
JULHO	6	76	46	35	60	27	-	-	-	-	112	33
AGOSTO	7	72	21	53	14	26	-	-	-	-	42	47
SETEMBRO	5	77	20	31	31	22	-	-	-	-	56	30
OUTUBRO	6	31	9	73	16	29	-	-	-	-	31	42
NOVEMBRO	8	131	21	43	5	25	-	-	-	-	34	61
DEZEMBRO	4	60	15	34	7	28	-	-	-	-	26	36
ANUAL	89	65	315	36	236	24	-	-	-	-	640	36

OBS.: n = frequência absoluta (em horas)

$\bar{x}$ = média das médias horárias de SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

TABELA 5 : DISTRIBUIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂ POR DIREÇÃO E FAIXAS DE VELOCIDADES DOS VENTOS

SETOR 5 : (Este) - CAPUAVA - 1983

CLASSES DE VELOCIDADE DOS VENTOS (METROS/SEGUNDO)												
MES	0,6 a 1,5		1,6 a 2,5		2,6 a 5,5		5,6 a 10,5		TOTAL			
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$		
JANEIRO	5	47	15	37	16	33	1	9	37	36		
FEVEREIRO	2	28	11	51	7	23	-	-	20	39		
MARÇO	2	113	5	31	1	26	-	-	8	51		
ABRIL	8	126	19	65	4	23	-	-	31	75		
MAIO	9	137	15	59	9	30	-	-	33	72		
JUNHO	5	83	7	47	4	20	-	-	16	52		
JULHO	5	79	5	138	13	25	-	-	23	61		
AGOSTO	1	30	5	65	5	49	-	-	11	55		
SETEMBRO	-	-	7	48	4	50	-	-	11	49		
OUTUBRO	4	150	3	66	2	35	-	-	9	96		
NOVEMBRO	2	145	5	84	1	36	-	-	8	93		
DEZEMBRO	-	-	1	89	2	58	-	-	3	68		
ANUAL	43	104	98	59	68	32	1	9	210	59		

OBS.: n = frequência absoluta (em horas)

$\bar{x}$ = média das médias horárias de SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

TABELA 6 : DISTRIBUIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂ POR DIREÇÃO E FAIXAS DE VELOCIDADES DOS VENTOS

SETOR 6 : (Este-Sudeste) - CAPUAUA - 1983

CLASSES DE VELOCIDADE DOS VENTOS (METROS/SEGUNDO)												
MES	0,6 a 1,5		1,6 a 2,5		2,6 a 5,5		5,6 a 10,5		TOTAL			
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$		
JANEIRO	3	48	2	51	1	46	-	-	6	49		
FEVEREIRO	-	-	-	-	1	49	-	-	1	49		
MARÇO	1	43	2	92	-	-	-	-	3	76		
ABRIL	4	234	1	84	1	198	-	-	6	203		
MAIO	3	187	-	-	-	-	-	-	3	187		
JUNHO	1	26	-	-	-	-	-	-	1	26		
JULHO	2	118	1	58	-	-	-	-	3	98		
AGOSTO	-	-	2	93	2	59	-	-	4	76		
SETEMBRO	-	-	1	68	-	-	-	-	1	68		
OUTUBRO	4	224	6	77	4	56	-	-	14	113		
NOVEMBRO	1	76	1	68	-	-	-	-	2	72		
DEZEMBRO	1	220	1	107	1	98	-	-	3	142		
ANUAL	20	157	17	78	10	73	-	-	47	111		

OBS.: n = frequência absoluta (em horas)

$\bar{x}$ = média das médias horárias de SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

TABELA 7 : DISTRIBUIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂ POR DIREÇÃO E FAIXAS DE VELOCIDADES DOS VENTOS

SETOR 7 : (Sudeste) - CAPUAUA - 1983

MES	CLASSES DE VELOCIDADE DOS VENTOS (METROS/SEGUNDO)											
	0,6 a 1,5		1,6 a 2,5		2,6 a 5,5		5,6 a 10,5		TOTAL			
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$
JANEIRO	2	131	2	56	1	63	-	-	5	87		
FEVEREIRO	-	-	1	68	1	79	-	-	2	74		
MARÇO	10	176	-	-	1	90	-	-	11	168		
ABRIL	3	115	4	129	3	95	-	-	10	115		
MAIO	-	-	2	70	5	80	-	-	7	77		
JUNHO	5	118	3	256	-	-	-	-	8	170		
JULHO	1	88	3	80	1	72	-	-	5	80		
AGOSTO	10	569	8	290	15	93	-	-	33	285		
SETEMBRO	6	137	8	257	16	70	-	-	30	133		
OUTUBRO	8	178	12	125	44	92	-	-	64	109		
NOVEMBRO	8	364	7	189	10	242	-	-	25	266		
DEZEMBRO	2	207	12	277	12	185	-	-	26	229		
ANUAL	55	260	62	199	109	112	-	-	226	172		

OBS.: n = frequência absoluta (em horas)

$\bar{x}$ = média das médias horárias de SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

TABELA 8 : DISTRIBUIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂ POR DIREÇÃO E FAIXAS DE VELOCIDADES DOS VENTOS
SETOR 8 : (Sul-Sudeste) - CAPUAVA - 1983

CLASSES DE VELOCIDADE DOS VENTOS (METROS/SEGUNDO)												
MES	0,6 a 1,5		1,6 a 2,5		2,6 a 5,5		5,6 a 10,5		TOTAL			
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$		
JANEIRO	9	249	12	248	29	235	-	-	50	241		
FEVEREIRO	5	311	17	226	12	245	-	-	34	245		
MARÇO	4	206	18	266	45	329	-	-	67	305		
ABRIL	5	226	49	391	71	418	-	-	125	400		
MAIO	10	406	22	388	56	490	-	-	88	455		
JUNHO	14	401	26	391	30	605	-	-	70	485		
JULHO	8	548	16	449	60	764	-	-	84	683		
AGOSTO	11	458	20	501	81	610	1	545	113	575		
SETEMBRO	8	86	36	248	167	337	-	-	211	312		
OUTUBRO	14	194	46	209	126	172	1	136	187	183		
NOVEMBRO	9	415	34	480	74	406	8	245	125	417		
DEZEMBRO	1	388	24	277	70	445	1	125	96	399		
ANUAL	98	330	320	338	821	407	11	251	1250	382		

OBS.: n = frequência absoluta (em horas)

$\bar{x}$ = média das médias horárias de SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

TABELA 9 : DISTRIBUIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂ POR DIREÇÃO E FAIXAS DE VELOCIDADES DOS VENTOS

SETOR 9 : (Sul) - CAPUAVA - 1983

CLASSES DE VELOCIDADE DOS VENTOS (METROS/SEGUNDO)												
MES.	0,6 a 1,5		1,6 a 2,5		2,6 a 5,5		5,6 a 10,5		TOTAL			
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$		
JANEIRO	5	357	29	407	91	253	6	191	131	288		
FEVEREIRO	5	418	17	371	51	288	7	185	80	305		
MARÇO	9	250	14	340	102	372	4	214	129	355		
ABRIL	7	527	22	370	96	289	-	-	118	335		
MAIO	7	221	19	350	38	198	-	-	64	246		
JUNHO	11	267	22	306	28	234	-	-	61	253		
JULHO	10	331	23	348	46	379	1	107	80	361		
AGOSTO	7	322	9	399	85	254	-	-	101	272		
SETEMBRO	4	109	19	200	85	122	-	-	108	135		
OUTUBRO	6	155	10	80	77	80	2	8	95	83		
NOVEMBRO	2	224	1	53	54	115	2	41	59	115		
DEZEMBRO	-	-	6	222	32	86	3	112	41	108		
ANUAL	73	297	191	324	785	232	25	154	1074	251		

OBS.: n = frequência absoluta (em horas)

$\bar{x}$ = média das médias horárias de SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

TABELA 10: DISTRIBUIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂ POR DIREÇÃO E FAIXAS DE VELOCIDADES DOS VENTOS

SETOR 10 : (Sul-Sudoeste) - CAPUAVA - 1983

CLASSES DE VELOCIDADE DOS VENTOS (METROS/SEGUNDO)												
MÊS	0,6 a 1,5		1,6 a 2,5		2,6 a 5,5		5,6 a 10,5		TOTAL			
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$		
JANEIRO	7	56	8	122	23	83	4	25	38	89		
FEVEREIRO	3	168	2	91	21	68	1	12	27	79		
MARÇO	3	136	5	92	39	37	1	0	48	48		
ABRIL	6	243	13	156	10	67	-	-	29	143		
MAIO	6	58	8	61	18	55	-	-	32	57		
JUNHO	11	267	22	306	28	234	-	-	61	266		
JULHO	3	118	5	174	20	61	-	-	28	87		
AGOSTO	7	276	4	64	28	24	-	-	39	73		
SETEMBRO	5	118	9	52	27	15	3	1	44	33		
OUTUBRO	2	225	12	33	31	18	4	5	49	29		
NOVEMBRO	4	251	1	60	9	52	2	48	16	102		
DEZEMBRO	7	41	1	232	5	22	-	-	13	48		
ANUAL	64	167	90	146	259	63	15	15	428	94		

OBS.: n = frequência absoluta (em horas)

$\bar{x}$ = média das médias horárias de SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

TABELA 11: DISTRIBUIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂ POR DIREÇÃO E FAIXAS DE VELOCIDADES DOS VENTOS

SETOR 11: (Sudoeste) - CAPIAVA - 1983

MÊS	CLASSES DE VELOCIDADE DOS VENTOS (METROS/SEGUNDO)										TOTAL	
	0,6 a 1,5		1,6 a 2,5		2,6 a 5,5		5,6 a 10,5				n	$\bar{x}$
JANEIRO	12	34	4	29	7	37	1	19	24	33		
FEVEREIRO	2	25	1	57	16	14	1	7	20	17		
MARÇO	3	29	8	50	29	12	-	-	40	21		
ABRIL	2	90	4	54	8	41	-	-	14	52		
MAIO	6	10	5	46	15	5	-	-	26	14		
JUNHO	8	105	6	2	8	8	-	-	22	42		
JULHO	2	4	14	9	6	18	-	-	22	11		
AGOSTO	2	242	3	4	20	13	-	-	25	30		
SETEMBRO	2	254	3	23	2	30	-	-	7	91		
OUTUBRO	9	129	6	105	-	-	-	-	15	119		
NOVEMBRO	1	56	1	89	-	-	1	36	3	60		
DEZEMBRO	2	68	3	132	1	19	-	-	6	92		
ANUAL	51	78	58	41	112	16	3	21	224	37		

OBS.: n = frequência absoluta (em horas)

$\bar{x}$ = média das médias horárias de SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

TABELA 12: DISTRIBUIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂ POR DIREÇÃO E FAIXAS DE VELOCIDADES DOS VENTOS

SETOR 12: (Oeste-Sudoeste) - CAPUAVA - 1983

MÊS	CLASSES DE VELOCIDADE DOS VENTOS (METROS/SEGUNDO)									
	0,6 a 1,5		1,6 a 2,5		2,6 a 5,5		5,6 a 10,5		TOTAL	
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$
JANEIRO	3	25	3	7	-	-	-	-	6	16
FEVEREIRO	2	88	4	54	2	40	-	-	8	59
MARÇO	3	51	2	35	1	5	-	-	6	38
ABRIL	2	66	1	112	1	12	1	45	5	60
MAIO	-	-	-	-	5	23	1	9	6	21
JUNHO	7	86	9	12	2	20	-	-	18	42
JULHO	-	-	1	10	1	54	-	-	2	32
AGOSTO	-	-	1	14	13	16	1	7	15	15
SETEMBRO	-	-	1	52	-	-	-	-	1	52
OUTUBRO	1	46	-	-	-	-	-	-	1	46
NOVEMBRO	1	98	-	-	2	17	-	-	3	44
DEZEMBRO	5	133	4	31	1	218	-	-	10	101
ANUAL	24	81	26	28	28	27	3	20	81	43

OBS.: n = frequência absoluta (em horas)

$\bar{x}$ = média das médias horárias de SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

TABELA 13: DISTRIBUIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂ POR DIREÇÃO E FAIXAS DE VELOCIDADES DOS VENTOS

SETOR 13: (Oeste) - CAPUAVA - 1983

CLASSES DE VELOCIDADE DOS VENTOS (METROS/SEGUNDO)												
MES	0,6 a 1,5		1,6 a 2,5		2,6 a 5,5		5,6 a 10,5		TOTAL			
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$		
JANEIRO	5	59	2	37	-	-	-	-	7	53		
FEVEREIRO	1	39	2	38	-	-	-	-	3	38		
MARÇO	2	60	4	52	4	48	-	-	10	52		
ABRIL	2	88	3	36	1	77	-	-	6	60		
MAIO	1	12	-	-	4	31	-	-	5	27		
JUNHO	3	46	3	29	3	18	-	-	9	31		
JULHO	1	8	1	0	2	18	-	-	4	11		
AGOSTO	-	-	-	-	3	21	-	-	3	21		
SETEMBRO	2	71	-	-	1	42	-	-	3	61		
OUTUBRO	1	3	6	41	4	35	-	-	11	35		
NOVEMBRO	-	-	1	41	3	28	-	-	4	31		
DEZEMBRO	-	-	1	41	2	8	-	-	3	19		
ANUAL	18	52	23	38	27	31	-	-	68	39		

OBS.: n = frequência absoluta (em horas)

$\bar{x}$ = média das médias horárias de SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

TABELA 14: DISTRIBUIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂ POR DIREÇÃO E FAIXAS DE VELOCIDADES DOS VENTOS

SETOR 14: (Oeste-Noroeste) - CAPUAVA - 1983

MES	CLASSES DE VELOCIDADE DOS VENTOS (METROS/SEGUNDO)									
	0,6 a 1,5		1,6 a 2,5		2,6 a 5,5		5,6 a 10,5		TOTAL	
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$
JANEIRO	-	-	1	86	-	-	-	-	1	86
FEVEREIRO	-	-	-	-	2	14	-	-	2	14
MARÇO	2	56	1	57	6	23	-	-	9	34
ABRIL	1	170	2	54	1	9	-	-	4	72
MAIO	1	21	1	17	-	-	-	-	2	19
JUNHO	-	-	3	30	4	13	-	-	7	20
JULHO	-	-	-	-	1	37	-	-	1	37
AGOSTO	1	166	1	1	5	10	-	-	7	31
SETEMBRO	1	64	1	91	3	65	-	-	5	70
OUTUBRO	1	14	5	43	8	10	-	-	14	22
NOVEMBRO	-	-	3	33	7	26	2	11	12	25
DEZEMBRO	4	96	1	18	7	8	2	10	14	34
ANUAL	11	85	19	41	44	19	4	11	78	33

OBS.: n = frequência absoluta (em horas)

$\bar{x}$ = média das médias horárias de SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

TABELA 15: DISTRIBUIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂ POR DIREÇÃO E FAIXAS DE VELOCIDADES DOS VENTOS

SETOR 15: (Nordeste) - CAPUAIA - 1983

MES	CLASSES DE VELOCIDADE DOS VENTOS (METROS/SEGUNDO)											
	0,6 a 1,5		1,6 a 2,5		2,6 a 5,5		5,6 a 10,5		TOTAL			
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$		
JANEIRO	-	-	-	-	10	16	3	9	13	64		
FEVEREIRO	1	167	1	39	3	15	-	-	5	50		
MARÇO	-	-	7	38	7	20	2	22	16	28		
ABRIL	-	-	-	-	10	30	-	-	10	30		
MAIO	1	31	1	23	4	14	1	7	7	17		
JUNHO	2	11	4	29	8	23	-	-	14	23		
JULHO	-	-	3	58	3	18	-	-	6	38		
AGOSTO	3	64	3	103	10	10	-	-	16	38		
SETEMBRO	1	90	4	54	3	66	-	-	8	63		
OUTUBRO	3	45	1	27	9	8	1	4	14	17		
NOVEMBRO	-	-	-	-	25	22	1	8	26	22		
DEZEMBRO	4	82	2	93	13	27	1	19	20	44		
ANUAL	15	64	26	52	105	21	9	12	155	30		

OBS.: n = frequência absoluta (em horas)

$\bar{x}$ = média das médias horárias de SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

TABELA 16: DISTRIBUIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO₂ POR DIREÇÃO E FAIXAS DE VELOCIDADES DOS VENTOS

SETOR 16 : (Norte-Noroeste) - CAPUAVA - 1983

CLASSES DE VELOCIDADE DOS VENTOS (METROS/SEGUNDO)												
MÊS	0,6 a 1,5		1,6 a 2,5		2,6 a 5,5		5,6 a 10,5		TOTAL			
	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$	n	$\bar{x}$		
JANEIRO	-	-	2	6,1	6	36	11	14	19	26		
FEVEREIRO	-	-	-	-	4	33	-	-	4	33		
MARÇO	1	74	2	19	5	30	2	20	10	30		
ABRIL	1	182	2	41	8	46	1	18	12	54		
MAIO	2	84	4	77	9	22	-	-	15	45		
JUNHO	3	67	7	51	15	35	1	2	26	42		
JULHO	-	-	1	20	5	21	-	-	6	21		
AGOSTO	1	25	2	56	9	25	5	15	17	26		
SETEMBRO	-	-	4	42	8	30	3	14	15	30		
OUTUBRO	-	-	4	72	18	9	9	11	31	18		
NOVEMBRO	-	-	7	35	50	21	11	7	68	20		
DEZEMBRO	1	96	5	50	29	25	24	14	59	24		
ANUAL	9	83	40	50	166	25	67	13	282	28		

OBS.: n = frequência absoluta (em horas)

 $\bar{x}$ = média das médias horárias de SO₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

TABELA 17 : DISTRIBUIÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES MÉDIAS HORÁRIAS DE SO_2 DURANTE A OCORRÊNCIA DE CALMARIAS: CAPUAVA - 1983

MÊS	CALMARIA VELOCIDADE VENTO < 0,5 m/s	
	n	$\bar{x}$
JAN	35	165
FEV	23	148
MAR	17	97
ABR	13	253
MAI	9	170
JUN	10	72
JUL	12	475
AGO	17	254
SET	4	73
OUT	10	135
NOV	15	315
DEZ	31	183
ANUAL	196	196

OBS.: n = frequência absoluta (em horas)

$\bar{x}$ = média das médias horárias de SO_2 ($\mu g/m^3$)

TABELA 18 : RESUMO ANUAL DAS DISTRIBUIÇÕES DE CONCENTRAÇÕES DE SO₂
POR DIREÇÃO PREDOMINANTE DE VENTOS
CAPUAVA - 1983

DIREÇÃO DOS VENTOS		FREQUÊNCIA ABSOLUTA (Nº DE HORAS)	FREQUÊNCIA RELATIVA (% DO TOTAL)	CONCENTRAÇÃO MÉ DIA DAS MÉDIAS HORÁRIAS DE SO ₂ (µg/m ³)
SETOR	NOME			
01	Norte	1376	18,1	33
02	Norte-Nordeste	412	5,4	34
03	Nordeste	859	11,3	33
04	Este-Nordeste	640	8,4	36
05	Este	210	2,8	59
06	Este-Sudeste	47	0,6	111
07	Sudeste	226	3,0	172
08	Sul-Sudeste	1250	16,4	382
09	Sul	1074	14,1	251
10	Sul-Sudoeste	428	5,6	94
11	Sudoeste	224	2,9	37
12	Oeste-Sudoeste	81	1,1	43
13	Oeste	68	0,9	39
14	Oeste-Noroeste	78	1,0	33
15	Noroeste	155	2,0	30
16	Norte-Noroeste	282	3,7	28
C A L M A R I A		196	2,6	196
		7606 ⁽¹⁾	100%	MÉDIA = 134 ⁽²⁾

OBS: 1) O total de horas de amostragem utilizadas para o cálculo da frequência relativa (7606 horas) representa 86,8% do total de horas do ano.

2) Média ponderada das médias por direção predominante dos ventos (peso é o nº de horas)

**TABELA 19 : ESTIMATIVAS DE EMISSÕES DE SO₂ - REGIÃO DE
CAPUAVA - SANTO ANDRÉ - SP
ABRIL - 1984**

ORDEM	FONTES DE EMISSÕES	ESTIMATIVA DE EMISSÃO SO ₂ (t/ano) ²	POSIÇÃO GEOGRÁFICA DAS PRINCIPAIS FONTES EM RELAÇÃO A ESTAÇÃO DE AMOSTRAGEM AUTOMÁTICA
01	Petroquímica União S/A	4723	Este a Sul-Sudeste
02	POLIBRASIL S/A IND.COM.	1465	Este-Sudeste
03	FOSFANIL S/A Superfosfatos Anilinas e Prod. Químicos	1387*	Sul-Sudeste a Sul
04	Petróleo Brasileiro S/A Refinaria de Capuava	1287	Este-Sudeste e Sudeste
05	UNIPAR Química Ltda	468	Este-Nordeste
06	COPAS-CIA Paulista de Fertilizantes	324	Sul-Sudeste a Sul
07	CHEVRON do Brasil Ltda	313	Este-Sudeste
08	OXITENO S/A Ind. Com.	285	Este-Sudeste
09	ATLAS Inds.Químicas S/A	197	Este-Sudeste a Sudeste
10	CIA Paulista de Laminação	42	Sul-Sudeste a Sul

* Emissão proveniente de processo industrial (Fabricação de H₂SO₄)
Demais emissões provenientes basicamente de processos de combustão

FONTE: Referência bibliográfica nº 04

FIGURA 1 - ROSA DE CONCENTRAÇÕES DE SO₂
CAPUAVA - 1983

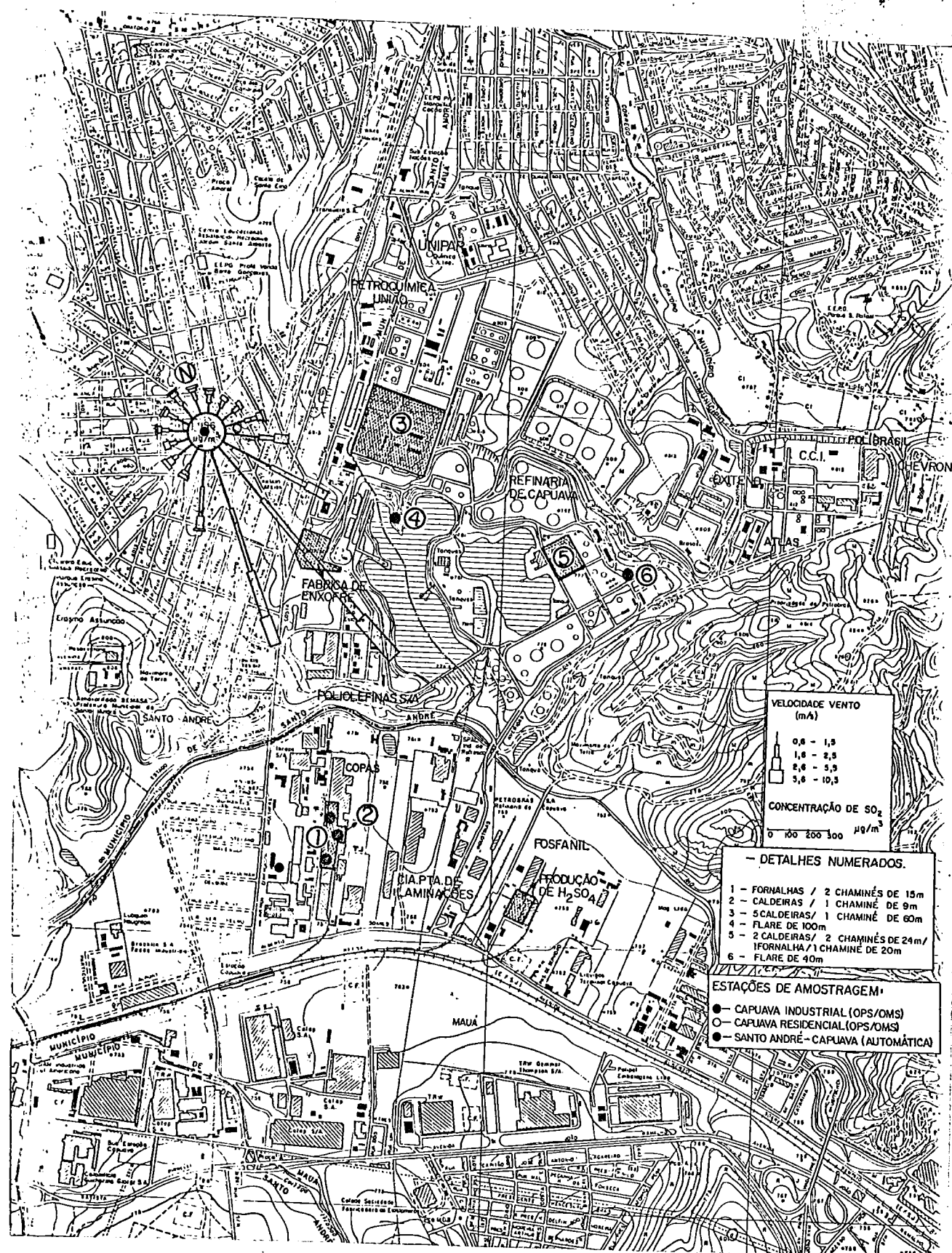


FIGURA 2 - ROSA DOS VENTOS
CAPUAVA - 1983



Data Aquis.: 16/2/95
Indic.: doação N
Livraria:
Preço: Cr\$
Data Lemba: 16/2/95