

CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

Apresentação : Roberto Godinho

Gerente de Qualidade do Ar - CETESB

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

ANÁLISE DE POLUENTES DO AR

CLUBE DE ENGENHARIA

24, 25 E 26 DE OUTUBRO DE 1983

CLASS.
AUTOR.
TOMBO

30516

8300
C338a (RCET)
030516

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

CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA
ANÁLISE DE POLUENTES DO AR

Referências

1. Diseño de programas de vigilância del aire para zonas urbanas e industriales - Publicacion Científica nº 371 - Organizacion Panamericana de la Salud - 1978.
2. Federal Register, Vol. 44 nº 92 - Thursday, May 10, 1979 USA.
3. Air Quality Surveillance Networks - U.S. Environmental Protection Agency - May 1971 office of Air Programs Publication nº AP.98
4. Rede Automática de Amostragem de Poluentes Atmosféricos - Plano Preliminar CETESB - Trabalho apresentado no VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária - Rio de Janeiro Dezembro de 1975.
5. Rede Automática de Amostragem de Poluentes Atmosféricos instalada na Região da Grande São Paulo - CETESB - Trabalho apresentado no X Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental - Manaus janeiro de 1979.
6. Selected Methods of Measuring air Pollutants - WHO offset Publication nº 24 - World Health Organization - Geneva 1976.

I- DIMENSIONAMENTO DE REDE DE AMOSTRAGEM

1. INTRODUÇÃO

A avaliação das concentrações de poluentes na atmosfera é de capital importância no desenvolvimento de um programa de controle da poluição do ar por parte de uma entidade governamental. Os propósitos são vários e dentre eles podem ser citados:

- conhecer e comparar a atual qualidade do ar na área sob jurisdição
- julgar as tendências com o objetivo de fixar padrões de qualidade do ar
- ativar as ações de emergência a fim de evitar episódios agudos de poluição do ar
- fornecer dados necessários para avaliação de prováveis efeitos sobre o ser humano, outros animais, plantas e materiais em geral
- fornecimento de dados para planejamento do uso do solo, planejamento urbano e do sistema de transportes
- estudar e desenvolver estratégias de controle de poluição do ar
- estudar a validade dos modelos matemáticos de dispersão atmosférica.

Tendo em vista a extensão da atmosfera esta avaliação deve ser feita através de amostragem dos poluentes atmosféricos.

Para tanto, métodos têm sido padronizados e equipamentos tem sido propostos de forma a garantir características indispensáveis de reproducibilidade, especificidade e exatidão, e suficientes de precisão e sensibilidade tornando os resultados adequados aos propósitos a que se destinam.

No entanto, a par dos problemas instrumentais, dos problemas relativos aos métodos utilizados e dos erros cometidos na execução das diversas etapas da utilização do sistema de amostragem, os aspectos de significância estatística dos valores

obtidos são também de capital importância. Dentre os vários fatores intervenientes sobre a significância estatística e a exatidão que se pode esperar dos valores obtidos, está o da determinação do número necessário de estações de amostragem, frequência de amostragem e localização das estações.

Uma vez perfeitamente definidos os objetivos de um programa de amostragem, fixados os poluentes de interesse, e escolhidos os métodos e instrumentos a serem utilizados, a fase de projeto se relaciona com as respostas que devem ser dadas às seguintes perguntas:

- quantas estações deverão ser instaladas?
- com que frequência serão operadas?
- que tempo terá cada amostra?
- qual o volume de cada amostra?
- por quanto tempo o programa será mantido?
- onde colocar cada estação?
- como instalar a estação?

As respostas a estas perguntas não são muitas vezes de fácil obtenção. Experiências anteriores ajudaram na construção de tabelas e gráficos que permitem a resposta a algumas das perguntas, no entanto, em muitos casos um enfoque puramente estatístico é necessário. Assim é que vários métodos têm sido propostos para cálculo de número adequado de estações de amostragem a se localizarem numa dada região. O objetivo do presente relatório é apresentar os vários métodos e critérios que têm sido propostos, utilizando-os para determinar o número de estações de amostragens na área da Grande São Paulo, sua localização e frequência de utilização de modo que se possa observar a forma como os diversos métodos e critérios se comparam. A escassez atual de dados relativos a área em estudo torna este trabalho preliminar para os seus propósitos e indica a necessidade de seu aperfeiçoamento quando os dados forem mais abundantes e exatos.

2. CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

2.1. Tamanho da Rede

METODO A. Trata-se de um critério fornecido pela "U. S. Environmental Protection Agency" para a determinação do número de estações de amostragem (pontos de amostragem) necessário para estimar a concentração de cada um dos principais poluentes na área de interesse. Tal critério é fornecido na forma de tabela levando em conta alguns fatores característicos do local, tais como população e concentração atual do poluente. A tabela 1 fornece os valores sugeridos pelo critério em consideração.

METODO B. Anteriormente ao método A, o Governo dos Estados Unidos da América através do mesmo EPA havia proposto dois métodos, um gráfico e um analítico para o cálculo do número de estações de uma rede de amostragem, ambos baseados na definição de comunidades padrão. Como método B explicitar-se-á o método gráfico e como método C o analítico. O gráfico da figura 1 define-se por si próprio fornecendo o número de estações requeridas em função da população da região e do tipo de rede a ser utilizada.

METODO C. Na mesma publicação (AP - 98) é sugerido outro método para estimar o número mínimo de estações de amostragem

$$N = N_x + N_y + N_z$$

sendo

N = número total de estações

N_x = número de estações em sub-áreas onde os valores das concentrações de poluentes estão acima dos padrões de qualidade do ar

N_y = número de estações em sub-áreas onde os valores das concentrações de poluentes estão entre os padrões de qualida-



TABELA 1 - TAMANHO DA REDE DE AMOSTRAGEM

POLUENTES	CARACTERÍSTICA	MÉTODO	POPULAÇÃO	NUMERO MÍNIMO DE ESTAÇÕES
POEIRA	$\bar{X}_a > 95 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Hivol (24 h);	$< 10^5$	4
	$X_m > 325 \mu\text{g}/\text{m}^3$	1 cada 6 dias	$10^5 - 5 \times 10^6$	4 + 0,6 W
			$> 5 \times 10^6$	7,5 + 0,25 W
EM		Fita 1 cada 2 horas		12 + 0,16 W
SUSPENSÃO	$\bar{X}_a (60-95) \mu\text{g}/\text{m}^3$	Hivol	-	1 para cada 250.000 habitantes até máximo de 8 locais
	$X_m (150-325) \mu\text{g}/\text{m}^3$	Fita	-	3
	$\bar{X}_a < 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $X_m < 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Hivol	-	1
MONÓXIDO DE	$X_{mh} \geq 21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $X_{m8} \geq 14 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Contínuo infra-vermelho	$< 10^5$	1
			$10^5 - 5 \times 10^6$	1 + 0,15 W
CARBONO	$X_{mh} < 21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $X_{m8} < 14 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Contínuo infra-vermelho	$> 5 \times 10^6$	6 + 0,05 W
			-	não é necessário

POLUENTE	CARACTERÍSTICA DA ÁREA	MÉTODO	POPULAÇÃO	NÚMERO MÍNIMO DE ESTAÇÕES
OXIDANTES	$\bar{X}_{24h} > 170 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Iodeto I de 24 horas cada 24h	$< 10^5$	4
		Contínuo	$< 10^5$	1
FOTOQUÍMICOS	$\bar{X}_{24h} < 170 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$10^5 - 5 \times 10^6$	1 + 0,15 W
			$> 5 \times 10^6$	6 + 0,15 W
			-	não é necessário
OXÍDOS DE	$\bar{X}_a > 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Christie I de 24 horas cada 14 dias	$< 10^5$	3
			$10^5 - 10^6$	4 + 0,6 W
NITROGÊNIO	$\bar{X}_a < 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	-	$> 10^6$	10
			-	não é necessário

POLUENTE	CARACTERÍSTICA DA ÁREA	MÉTODO	POPULAÇÃO	NÚMERO MÍNIMO DE ESTAÇÕES
ANIDRIDO	$\bar{X}_a > 100 \mu\text{g}/\text{m}^3$	P.R.A. borbulhamento de 24 horas 1 cada 6 dias	$< 10^5$	3
	$X_m > 455 \mu\text{g}/\text{m}^3$		$10^5 - 10^6$	2,5 + 0,5 W
SULFUROSO	$X_m > 455 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Contínuo	$> 5 \times 10^6$	6 + 0,15 W
			$< 10^5$	11 + 0,05 W
SO ₂	$\bar{X}_a (60-100 \mu\text{g}/\text{m}^3)$ $X_m (260-450 \mu\text{g}/\text{m}^3)$	P.R.A.	$> 5 \times 10^6$	1 + 0,15 W
			-	6 + 0,05 W
			-	3
	$\bar{X}_a < 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $X_m < 260 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Contínuo	-	1
			-	1

NOTAS : W = nº de habitantes
10⁶

\bar{X}_a = média aritmética anual

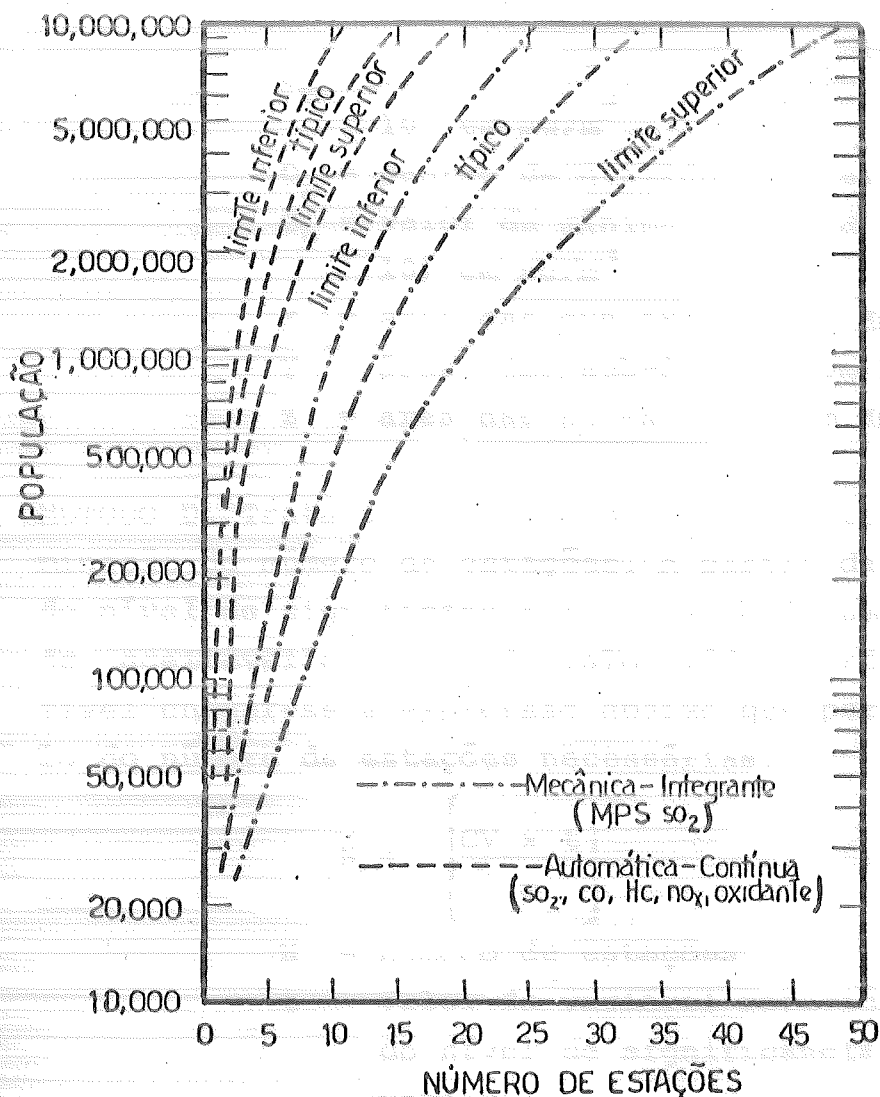
X_m = concentração máxima (24 horas) ocorrida no ano

X_{m1} = concentração máxima (1 hora) ocorrida no ano

X_{m8} = concentração máxima (8 horas) ocorrida no ano.

FIGURA 1

População da Região Versus Número de Estações



CV = coeficiente de variação

de do ar e os níveis de referência (background)

N_z = número de estações em sub-áreas onde os valores das concentrações de poluentes estão próximos aos níveis de referência.

$$N_x = 0,0965 \cdot \frac{C_m - C_s}{C_s} \cdot X$$

$$N_y = 0,0096 \cdot \frac{C_s - C_b}{C_s} \cdot Y$$

$$N_z = 0,0004 \cdot Z$$

onde

C_m = valor da máxima isopleta (intervalo de 10) em $\mu\text{g}/\text{m}^3$

C_s = padrão de qualidade do ar em $\mu\text{g}/\text{m}^3$

C_b = valor da mínima isopleta (intervalo de 10) em $\mu\text{g}/\text{m}^3$

X = área das sub-áreas X em Km^2

Y = área das sub-áreas Y em Km^2

Z = área das sub-áreas Z em Km^2

METODO D. Trata-se de um método estatístico para determinação do número de estações. A partir da pré-fixação do nível de significância desejado e de uma variabilidade aceitável em torno do valor médio verdadeiro é possível chegar-se a expressão abaixo que permite o cálculo do número de estações necessárias.

$$N = \left[\frac{CV \cdot x \cdot t}{p} \right]^2$$

onde

N = número de estações

t = valor da variável reduzida para um dado nível de significância

p = variabilidade em torno da média verdadeira em porcentagem

CV = coeficiente de variação

O coeficiente de variação valerá $\frac{\sigma}{\mu}$ estimado por $\frac{S}{\bar{X}}$ se a distribuição das concentrações for normal e valerá $(\text{antilog } S_g \times 100) - 100$ se a distribuição for logarítimo normal.

sendo:

σ = desvio padrão populacional

μ = média da população

S = desvio padrão amostral (aritmético)

\bar{X} = média amostral (aritmética)

S_g = desvio padrão dos logarítimos das observações

Torna-se pois evidente que a utilização da relação proposta só será possível se forem conhecidos dados de concentrações dos poluentes obtidos anteriormente através de um estudo piloto.

Outros métodos de dimensionamento de redes de amostragem tem sido utilizados além dos anteriormente mencionados. Esses métodos podem ser encontrados nas referências mencionadas anteriormente. Nessas referências ainda podem ser encontradas diretrizes para o posicionamento dos pontos de tomada de amostra em relação as peculiaridades da vizinhança, orientações quanto aos materiais de construção das sondas de amostragem, orientação quanto a distribuição das estações através da região sob estudo em função do tipo de uso do solo, além de outras informações úteis ao estabelecimento de uma rede de amostragem do ar.

3. REDES DE AMOSTRAGEM DO AR EM FUNCIONAMENTO NA REGIÃO DA GRANDE SÃO PAULO

A seguir são apresentadas as 2 (duas) Redes de Amostragem do Ar em operação na Região da Grande São Paulo.

Parâmetros Medidos

A tabela a seguir mostra a distribuição dos parâmetros por estação, na Rede Automática.

ESTAÇÃO	PARÂMETROS															
	MON	PS	SO ₂	NO	NO ₂	NO _X	CO	CH ₄	NMHC	O ₃	UM	TEMP	WV	WD	PLU	RD
01	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
02	X	X											X	X		
03	X	X	X	X	X	X				X			X	X		
04	X	X														
05	X	X											X	X		X
06	X	X														
07	X	X											X	X		
08	X	X	X	X	X	X				X						
09	X	X								X			X	X		
10	X	X	X	X	X	X										
11	X	X														
12	X	X														
13	X	X											X	X		
14	X	X											X	X		
15	X	X														
16	X	X											X	X		
17	X	X											X	X		
18	X	X											X	X		
19	X	X											X	X		
20	X	X														
21	X	X											X	X		
22	X	X														
23	X	X														
24	X	X														
25	X	X														
26	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	
27	X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	

TOTAL 27 27 6 6 6 6 1 1 6 3 3 15 15 3 1

Na rede manual os parâmetros medidos são: dióxido de enxofre e poeira em Suspensão (estações 1 a 6) e monóxido de carbono (estação 7).

II. MÉTODOS DE ANÁLISE

A. Métodos de Referência

SEMA - Portaria 231, 27/04/76

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM (Hs)	PADRÃO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	MÉTODO DE REFERÊNCIA
Partículas em Suspensão Total	24 *	200	Amostrador de Grandes Volumes ou Equivalentes
	AGM **	80	
Dióxido de Enxofre	24 *	265	Pararosanilina ou Equivalente
	AAM **	80	
Monóxido de Carbono	1 *	40.000	NDIR ou Equivalente
	8 *	10.000	
Oxidantes Fotoquímicos (ozona)	1 *	160	Quimiluminescência ou Equivalente

* Não pode ser excedido mais que 1 vez por ano

** Média geométrica anual

*** Média aritmética anual

B. OUTROS MÉTODOS PARA DETERMINAÇÃO DE
POLUENTES NA ATMOSFERA

- 1 - SO₂
 - Colorimetria (Pararosanilina)
 - Acidimetria (peróxido de hidrogênio)
 - Coulometria
 - Condutometria
 - Fotometria de chama
 - Eletroquímico
- 2 - CO
 - NDIR
 - Espectrofotometria no infra vermelho
 - Colorimetria
 - Coulometria
 - Ultra-Violeta (Mercury replacement)
 - Hopcalite
 - Cromatografia Ionização de chama
- 3 - O₃
 - Colorimetria
 - Coulometria
 - Quemiluminescência
 - Absorção no ultra-violeta
- 4 - NO₂
 - Colorimetria (método de Saltzman, Christie e Jacobs-Hochheiser)
 - Coulometria
 - Eletroquímico
 - Quemiluminescência
- 5 - MATERIAL PARTICULADO
 - High Volume Air Sampler
 - Refletância de luz (amostrador de fita)

- Transmitância de luz (amostrador de fita)
- Espalhamento de luz
- Gravimétrico contínuo (radiação β)
- Refletância de luz (unidades internacionais de poeira padronizada)

6 - HIDROCARBONETOS

- Ionização de chama
- Espectrofotometria no infra-vermelho
- Cromatografia-Ionização de chama

7 - ALDEIDOS

- Colorimetria (West-Gaeke modificado)
- Colorimetria (MBTH)
- Colorimetria - Cromatografia

C. MÉTODOS UTILIZADOS NAS REDES DE AMOSTRAGEM DO AR EM FUNCIONAMENTO NA REGIÃO DA GRANDE SÃO PAULO.

Rede Manual

Poluente	Método
Dióxido de Enxofre	Água Oxigenada
Poeira em Suspensão	Refletancia - OECD

Rede Automática

Poluente	Método
Dióxido de enxofre	Coulometria
Poeira em Suspensão	Atenuação de radiação β
Óxidos de Nitrogênio	Quimi luminescência
Monóxido de Carbono	Absorção infra-vermelho
Hidrocarbonetos	cromatografia/ionização de chama.
Ozona	Quimi luminescência

III. PROCESSAMENTO E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

são apresentados a seguir exemplos de apresentação de dados de qualidade do ar.

Em base diária é apresentado de forma sucinta o índice de qualidade do ar utilizado pela CETESB.

Também são mostradas formas de apresentação de dados em base mensal ou anual.

ÍNDICE DE QUALIDADE DO AR

O Índice de qualidade do ar atualmente em uso na CETESB vem sendo utilizado desde 14.05.81. Esse índice foi concebido com base no "PSI - Pollutant Standards Index", cujo desenvolvimento se baseou numa experiência acumulada de vários anos nos Estados Unidos e Canadá. Esse índice foi desenvolvido nos Estados Unidos pela EPA a fim de padronizar a divulgação da qualidade do ar pelos meios de comunicação.

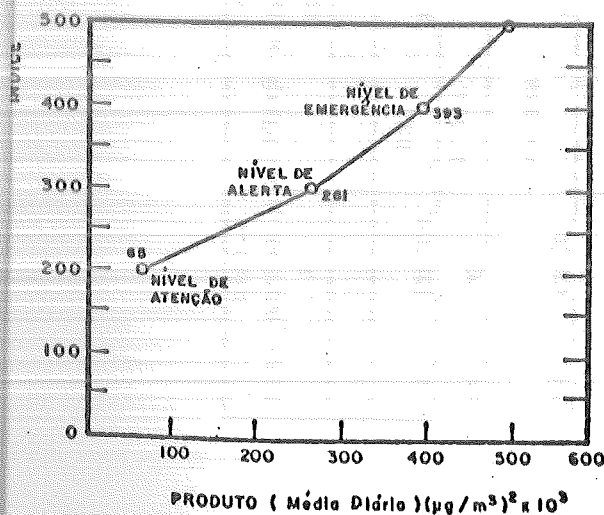
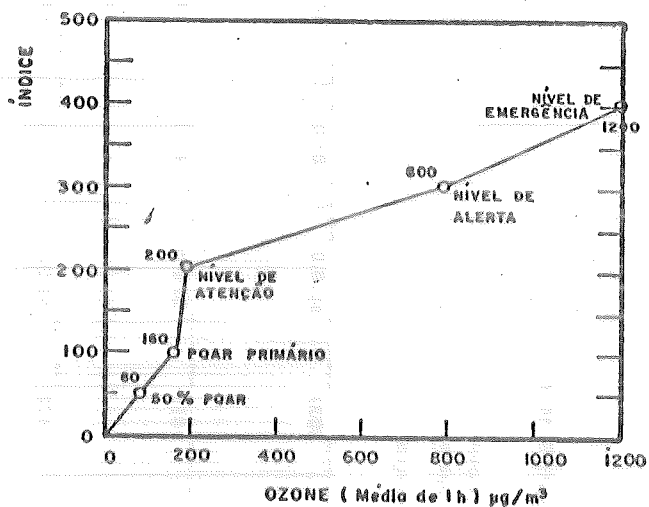
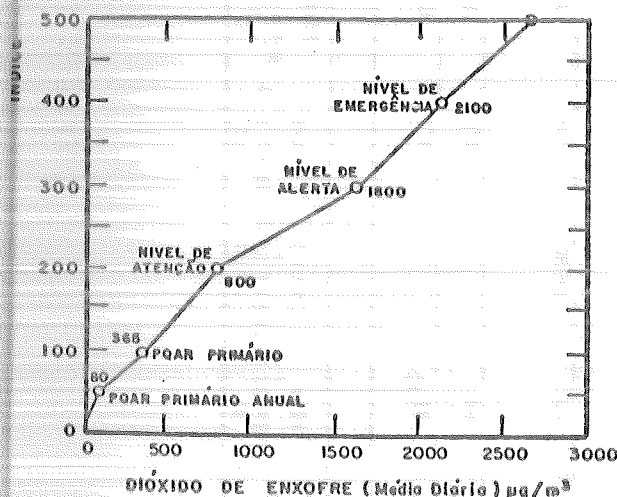
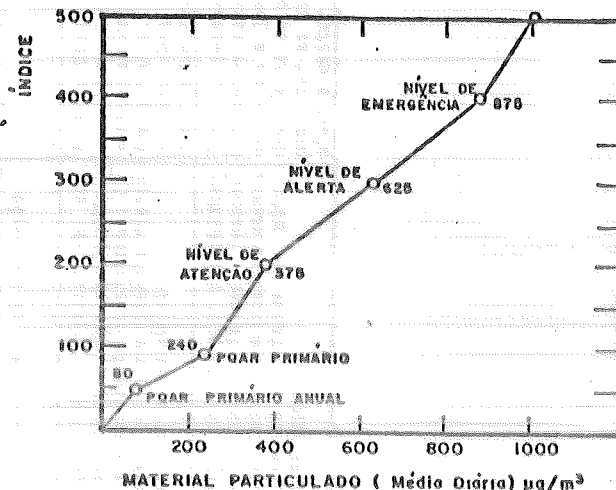
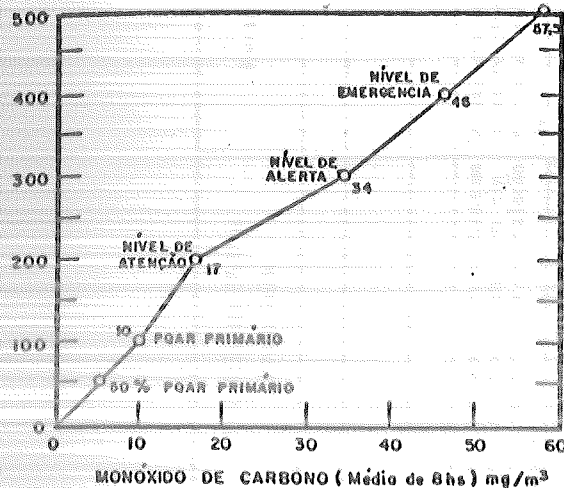
O índice é obtido através de uma função linear segmentada, onde os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do ar. Através dessa função que relaciona a concentração do poluente com o valor índice resulta um número adimensional referido a uma escala definida com base em padrões de qualidade do ar.

Para cada poluente medido é calculado um índice. Para efeito de divulgação é utilizado o índice mais elevado, isto é, a qualidade do ar de uma estação é determinada pelo pior caso.

A seguir na figura 1 apresentamos as funções lineares segmentadas para cada poluente.

Na tabela 1 são apresentadas as faixas de índice, os critérios de definição das faixas, as palavras usadas para caracterizar cada faixa, os números que definem as mudanças de faixas para cada poluente (pontos de inflexão nas funções segmentadas), assim como uma descrição geral de efeitos sobre a saúde e precauções recomendadas.

RELAÇÃO ENTRE CONCENTRAÇÃO DO POLUENTE E O VALOR ÍNDICE



FONTE: EPA, "GUIDELINE FOR PUBLIC REPORTING OF DAILY AIR QUALITY — POLLUTANT INDEX"

TABELA 2

Índice	Nível de Qualidade do Ar	Qualificação	SO ₂ Média 24 hr µg/m ³	MP Média 24 hr µg/m ³	Produto Média 24 hr (µg/m ³)	CO Média 8 hr ppm	O ₃ Média 1 hr µg/m ³	Descrição dos Efeitos Sobre a Saúde	Precauções
0									
50	50% PQAR	BOA	80 (a)	80 (a)		4,5	80		
100	PQAR	ACEITÁVEL	365	240		9,0	160		
200	ATENÇÃO	INADEQUADA	800	375	65000	15,0	200	Leve agravamento de sintomas em pessoas suscetíveis, com sintomas de irritação na população sã.	Pessoas com doenças cardíacas ou respiratórias devem reduzir as atividades físicas em casa.
300	ALERTA	MÁ	1600	625	261000	30,0	800	Decréscimo da resistência física, e significante agravamento dos sintomas em pessoas com enfermidades cardio-respiratórias. Sintomas gerais na população sã.	Pessoas idosas ou com doenças cardio-respiratórias devem reduzir as atividades físicas e permanecer em casa.
400	EMERGÊNCIA	PESSIMA	2100	875	393000	40,0	1200	Aparecimento prematuro de certas doenças, além de significante agravamento de sintomas. Decréscimo da resistência física em pessoas saudáveis.	Pessoas idosas e pessoas com enfermidades devem permanecer em casa e evitar esforço físico. A população em geral deve evitar atividades exteriores.
500	CRÍTICO	CRÍTICA	2620	1000	490000	50,0	1500	Morte prematura de pessoas doentes e pessoas idosas. Pessoas saudáveis podem acusar sintomas adversos que afetam sua atividade normal.	Todas as pessoas devem permanecer em casa, mantendo as portas e janelas fechadas. Todas as pessoas devem minimizar as atividades físicas e evitar o tráfego.

SO₂ - Dióxido de Enxofre

MP - Poeira em Suspensão

CO - Monóxido de Carbono

O₃ - Ozônio

PQAR - Padrão de Qualidade do Ar

(a) - PQAR anual

UNAS EN SUS U PADRAU FUJ KCECEDIU

PAUUNIAL PAKICULAU

ANET 43
MES- ASSIC

LOCAL ULA ULA ALINGIDA SOBKEOSE FREJUNCIAPENCJ

ACLI 1c 242. 2. 3

CoEL 4 250. 16.
1E 328. 88.
3C 321. 109.
21 377. 13

MOEA 1c 240. 50.
27 245. 5.
3C 273. 33. 10

PAE
TAT. 16 298. 58.
26 262. 28.
27 273. 19.
3C 259. 13

PIAH 10 252. 12.
26 267.
27 348. 60.
28 288.

ANÁLISE ESTATÍSTICA
MATERIAL PARTICULADO

ANO- 83
MES- AGOSTO

I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	VALORES		I
																		ARITMÉTICA	GEOMÉTRICA	
LOCAL	PERC.	MIN	MAX	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	DES	DES	DES
ALLI	100	27	242	242	212	194	122	70	63	58	55	51	27	106	62	88	1.9			
L.EL	100	56	377	377	250	175	167	158	141	124	113	93	56	167	75	152	1.5			
MUEM	100	15	290	250	222	188	120	63	53	43	32	26	15	102	81	72	2.4			
P.ME	100	14	229	229	161	130	116	68	54	40	37	30	14	93	60	73	2.1			
TAT..	96	19	298	258	202	110	161	92	79	59	45	38	19	124	87	93	2.2			
PINH	100	12	348	348	224	171	126	27	36	30	23	15	12	113	104	66	3.1			

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE SÃO CARLOS

OBSERVACÕES
PCA/MP/24MS
UNIDADE - MICROGR/M3
MÉTODO DE ANÁLISE - REFLECTANCIA

ANALISE ESTADISTICA
MUNICIPAL DE CARBONIO

ANO - 82
MES - AGOSTO

CALOS DE 1H

I	I	I	I	I	I	CLAS. IGUALADAS OU EXCEDIDAS POR DETERMINADA PERC. DO PERIODO					VALORES					
						1.	10.	20.	30.	40.	50.	60.	70.	80.	90.	99.
100	1.7	12.1	8.4	7.9	7.0	5.7	4.7	3.6	3.4	3.1	2.7	1.7	5.4	2.6	4.8	1.6
100	1.7	13.0	7.7	7.4	6.7	6.3	4.9	3.9	3.4	2.9	2.4	1.7	5.3	2.7	4.6	1.7
100	1.7	9.6	5.6	5.3	5.0	4.1	4.0	3.5	3.4	2.9	2.2	1.7	4.0	1.8	3.7	1.5
100	2.2	30.2	26.7	24.5	23.3	17.0	14.0	11.6	9.1	7.0	4.0	3.1	2.2	13.0	8.5	9.9
100	0.8	4.7	4.7	3.5	3.1	2.7	2.4	2.0	2.0	1.2	1.2	0.8	2.4	1.1	2.2	1.7
90	2.7	12.5	12.5	8.6	6.3	5.3	4.7	4.3	3.9	3.5	2.7	2.7	5.1	2.4	4.6	1.5

CALOS DE 8H

I	I	I	I	I	I	CLAS. IGUALADAS OU EXCEDIDAS POR DETERMINADA PERC. DO PERIODO					VALORES					
						1.	10.	20.	30.	40.	50.	60.	70.	80.	90.	99.
100	1.4	7.9	6.8	7.9	6.0	5.1	4.9	4.5	3.9	2.8	2.4	1.9	1.4	3.5	1.8	3.4
100	1.4	7.4	6.7	7.4	6.0	5.0	5.1	4.5	3.7	2.7	2.1	1.7	1.4	3.8	1.8	3.3
100	1.4	6.1	5.3	6.1	4.0	3.2	3.2	2.7	2.5	2.4	2.3	1.8	1.4	2.8	1.1	2.6
100	1.8	15.8	14.6	15.8	12.7	10.9	10.2	9.5	8.5	6.2	4.5	3.4	2.3	1.8	7.6	4.1
100	0.8	3.1	3.1	2.6	2.5	2.1	1.8	1.6	1.3	1.2	0.9	0.9	0.8	1.7	0.7	1.6
83	1.9	7.8	7.4	7.8	6.9	4.7	4.0	3.5	3.2	3.2	2.8	2.7	2.5	1.9	3.8	1.6

OBSERVACOES -

UNIDADE - PPM
METODO DE ANALISE - NJ18
1. - MAXIMA CLASSE DE 1H

ALPARC DE CIAS QUE A LONG. ULTRAPASSOU

UZONA

CATA - 8/83

ESTACAO	PIACRAC 1H	ATENCAO	ALETA	EMERGENCIA
PIRQUE L. PEDRO	0	0	0	0
MOLLA	3	1	0	0
CINCINHAS	9	7	0	0
LAPA	0	0	0	0
CREATAC RESIC.	5	3	0	0
CREATAC INCLST.	1	0	0	0

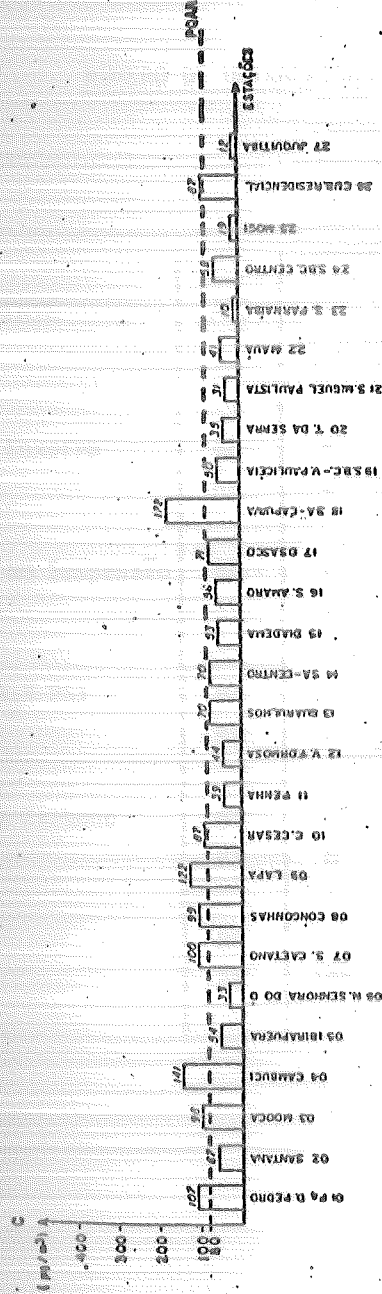
GESERVAGUES - PERICUO DE ANOSTRAGEM DAS 9 AS 16 H

PCA/CE/1H - 82 PPH

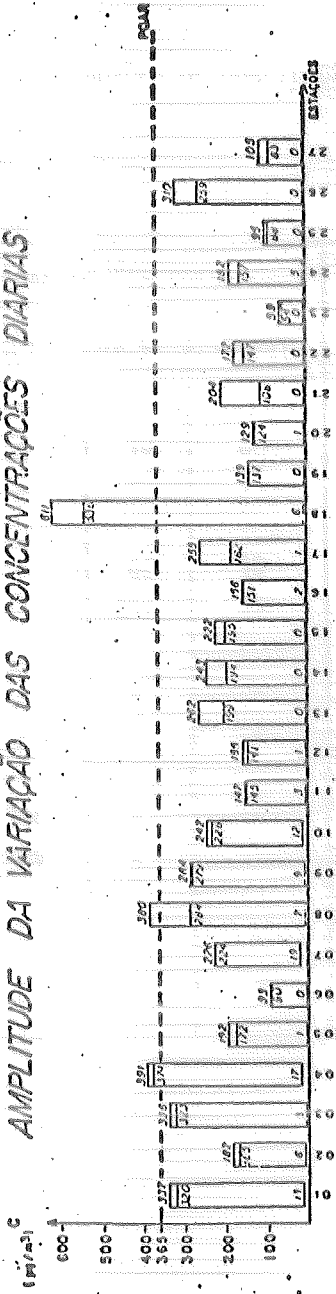
NIVEIS
 ATENCAO ALETA EMERGENCIA
 102 408 612

CE-1H

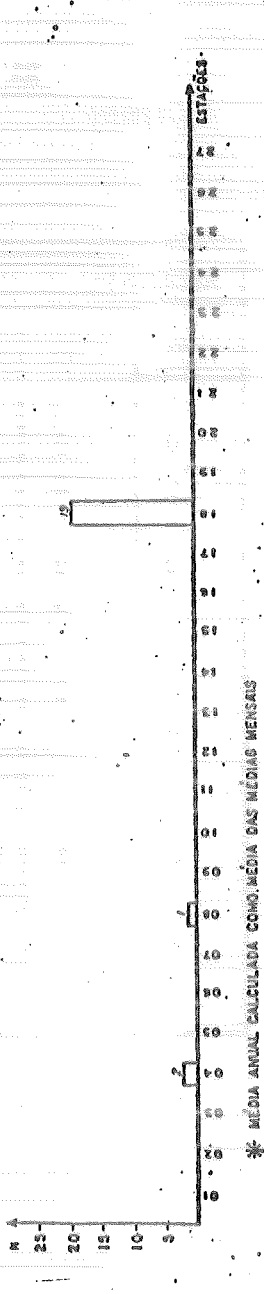
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR - REDE DE ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS
 POLUENTE: DÍOXIDO DE ENXOFRE
 ANO: 1981
 CONCENTRAÇÕES MÉDIAS ANUAIS *



AMPLITUDE DA VARIACÃO DAS CONCENTRAÇÕES DIÁRIAS



NUMERO DE ULTRAPASSAGENS DO PADRÃO DIÁRIO DE QUALIDADE DO AR



* MÉDIA ANUAL CALCULADA COMO MÉDIA DAS MÉDIAS MENSIS

CONC. DIÁRIA - 1ª MÉDIA
 CONC. DIÁRIA - 2ª MÉDIA
 LEGENDA

REDE DE ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS

NÚMERO DE ULTRAPASSAGENS DOS PADRÕES DE QUALIDADE DO AR

POLUENTE	ANO	PADRÃO DE QUALIDADE				NÍVEIS DE EMERGÊNCIA		
		1 h	8 h	24 h	Anual	AT	AL	EM
Dióxido de Enxofre	82	-	-	10	8	0	0	0
	81	-	-	22	9	0	0	0
Partículas em Suspensão	82	-	-	68	10	2	0	0
	81	-	-	259	13	15	0	0
Produto (SO ₂ X PS)	82	-	-	-	-	15	0	0
	81	-	-	-	-	47	0	0
Monóxido de Carbono	82	0	106	-	-	9	0	0
	81	0	139	-	-	19	0	0
Ozona	82	85	-	-	-	25	0	0
	81	129	-	-	-	45	0	0

MONÓXIDO DE CARBONO - 1981

ESTAÇÃO	Ultrapassagens			1 HORA			8 HORAS		
	PQAR		AT.	M ₁	M ₂	% R	M ₁	M ₂	% R
	1h	8h							
P.D. Pedro	1	17	4	43.2	29.8	-	20.1	17.1	47
Mooça	-	10	-	26.5	23.0	-	15.0	14.9	40
Congonhas	-	65	9	28.9	28.0	-	22.8	21.2	58
C. Cesar	-	52	7	28.6	26.0	-	17.8	17.4	48
Cubatão	-	4	3	24.7	23.1	-	23.2	21.8	59
Juquitiba	-	-	-	10.6	9.8	-	2.4	2.3	-
Pça do Correio	7	282	98	42.5	39.0	10	26.7	26.6	66

PQAR 1 hora - 35 ppm

PQAR 8 horas - 9 ppm

Atenção - 15 ppm (8h)

M₁ - 1º máximo

M₂ - 2º máximo

% R - Redução em relação ao padrão

OZONE - 1981

ESTAÇÃO	ULTRAPASSAGENS			M ₁	M ₂	% R ₁	% R ₂
	DIAS		VEZES				
	PQAR	AT.	PQAR				
P.D. Pedro	24	8	47	150	140	41	14
Mooca	41	19	93	226	207	60	42
Congonhas	8	4	11	164	146	44	18
Lapa	24	11	46	323	176	53	32
Cubatão	24	3	40	233	133	38	10
Juquitiba	8	0	11	101	94	13	-

PQAR - 82 ppb - 160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Atenção - 102 ppb - 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

% R₁ - Redução em relação ao PQAR (82 ppb)

% R₂ - Redução em relação ao padrão americano (120 ppb)

M₁ - 1ª máximo

M₂ - 2ª máximo

REDE DE ESTAÇÕES MANUAIS
NÚMERO DE ULTRAPASSAGENS DOS PADRÕES DE QUALIDADE DO AR

POLUENTE	ANO	PADRÃO DE QUALIDADE				NÍVEIS DE EMERGÊNCIA		
		1 h	8 h	24 h	Anual	AT	AL	EM
DIOXIDO DE ENXOFRE	82	-	-	0	4	0	0	0
	81	-	-	0	5	0	0	0
	80	-	-	9	5	0	0	0
	79	-	-	23	5	0	0	0
	78	-	-	2	5	0	0	0
	77	-	-	2	4	0	0	0
	76	-	-	0	4	0	0	0
PARTÍCULAS EM SUSPENSÃO	82	-	-	65	2	6	0	0
	81	-	-	211	3	28	0	0
	80	-	-	61	2	2	0	0
	79	-	-	124	3	16	0	0
	78	-	-	83	2	6	0	0
	77	-	-	83	3	9	0	0
	76	-	-	111	4	27	0	0
PRODUTO (SO ₂ X PS)	82	-	-	-	-	19	0	0
	81	-	-	-	-	59	0	0
	80	-	-	-	-	40	0	0
	79	-	-	-	-	117	0	0
	78	-	-	-	-	37	0	0
	77	-	-	-	-	42	0	0
	76	-	-	-	-	49	0	0
MONÓXIDO DE CARBONO	82	0	256	-	-	38	0	0
	81	7	274	-	-	93	0	0
	80	0	243	-	-	52	0	0
	79	5	285	-	-	94	0	0
	78	5	299	-	-	121	0	0
	77	1	290	-	-	132	0	0
	76	16	198	-	-	121	0	0

NOTA: Os dados apresentados se referem as 6 estações manuais em operação (Aclimação, Campos Elíseos, Moema, Praça da República, Tatuapé e Pinheiros.)

Data Aquis:	8/6/95
Indic.:	
Livraria:	
Preço: Cr\$	
Data Tomba:	8/6/95

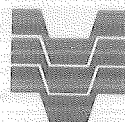
INSTITUTO DE ESTADOS UNIDOS

INSTITUTO DE ESTADOS UNIDOS

INSTITUTO DE ESTADOS UNIDOS

Item	Descrição	Quantidade	Valor Unitário	Valor Total
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				
51				
52				
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				
85				
86				
87				
88				
89				
90				
91				
92				
93				
94				
95				
96				
97				
98				
99				
100				

Atividade em operação (Atividade) (Atividade)



CETESB

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
Av. Prof. Frederico Hermann Jr., 345 - Pinheiros
Fone: 210.1100 - Telex (011) 222-46 - CTS - BR
CEP 05459 - São Paulo - SP - Brasil