

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM CUBATÃO

CETESB, São Paulo

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO AR EM CUBATÃO

INTRODUÇÃO

A metodologia por nós utilizada para a determinação da qualidade do ar, no que se refere a dióxido de enxofre e material particulado, apresenta alguns problemas que devem ser discutidos.

Tais problemas existem, em maior ou menor extensão, em todas as estações que utilizam a mesma metodologia, mas por ser Cubatão uma região onde esses problemas são grandes, achamos que os dados lá obtidos nos fornecem uma boa base para discussão.

Dessa forma, com base em dados obtidos em Cubatão, discutiremos os problemas existentes na determinação de dióxido de enxofre (pelo método OPS/OMS), na determinação de poeira em suspensão (pelo método OPS/OMS), e as implicações desses fatos na determinação da qualidade do ar (índice de poluição do ar) baseada nesses dois parâmetros.

DIÓXIDO DE ENXOFRE

O método da água oxigenada (OPS/OMS) para determinação de dióxido de enxofre não é um método específico, e como tal sofre interferências de outros poluentes. Qualquer gás ou vapor ácido ou básico seria um interferente em potencial para esse método. Mas há que se considerar essa deficiência do método em relação a diferentes tipos de atmosfera.

Por exemplo, dependendo do tipo de região em que a estação se localiza o método pode funcionar de forma satisfatória, como estudos por nós mesmos realizados já demonstraram (proj. 28/76). Na Praça da República o método da água oxigenada funciona bem quando comparado ao método PRA. Por outro lado em regiões tipicamente industriais, como Capuava e Cubatão sendo que neste último o problema é mais grave, devido a presença principalmente de amônia, o método se torna extremamente falho.

Em Cubatão, cujos dados são objeto deste relatório, o uso do referido método se torna impossível, uma vez que a interferência de amônia chega a tornar a amostra alcalina.

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO E REFIN.

BIBLIOTECA

Av. Prof. Frederico Hornum Jr. 3/5 - DEP. 05459 - P. 11

SÃO PAULO - BRASIL

Um fato importante a ser notado é a diferença entre Cubatão Industrial e Cubatão Residencial.

Considerando o período Novembro/77 a Dezembro/77, notamos que em Cubatão Industrial, das 54 amostras colhidas 44 se apresentavam alcalinas. Enquanto isso em Cubatão Residencial, no mesmo período das 58 amostras coletadas, 8 se apresentavam alcalinas. (Ver tabela I).

Esses números nada mais representam do que gradações de um mesmo problema, qual seja o da falta de especificidade do método, que nestes casos se apresenta como caso extremo, mas que pode estar presente em menor escala, mesmo quando a titulação é possível.

Em estações onde o problema de interferência é pequeno, a vantagem do método H_2O_2 sobre o PRA está no fato de que para execução da análise da amostra coletada pelo método H_2O_2 a amarelhagem é bem mais simples e barata e também é uma análise bem mais rápida. Esses fatos se tornam importantes quando, por exemplo, a amostra tem que ser analisada em locais com poucas recursos de laboratório como é o caso do interior do Estado.

POEIRA EM SUSPENSÃO

O método de determinação de poeira em suspensão através da medida de reflectância, apresenta sérios problemas, uma vez que a natureza da poeira, principalmente sua cor, influi na determinação.

Como o método referência para a determinação de poeira em suspensão é o método do Hi-Vol, fizemos um estudo comparativo entre os dois métodos citados utilizando dados obtidos em Cubatão, através de amostragens simultâneas.

Os dados foram obtidos em duas estações localizadas em Cubatão (Cubatão Industrial e Cubatão Residencial) no período Novembro/77 a Janeiro/78.

Os dados obtidos e o estudo comparativo são apresentados a seguir.

DADOS DE POEIRA EM SUSPENSÃO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CUBATÃO INDUSTRIAL

DIA	NOVEMBRO/77		DEZEMBRO/77		JANEIRO/78	
	HI-VOL	OPS/OMS	HI-VOL	OPS/OMS	HI-VOL	OPS/OMS
01	825	93	200	44	192	29
02	383	78	296	119	34	11
03	214	40	224	-	294	44
04	334	85	277	-	343	95
05	232	42	254	-	403	92
06	289	63	318	-	567	57
07	199	48	604	67	555	80
08	292	54	364	68	330	44
09	374	85	131	8	295	40
10	463	87	264	31	102	53
11	530	70	166	15	93	39
12	540	67	164	-	96	77
13	110	26	395	-	63	44
14	150	32	166	56	296	59
15	106	23	355	72	367	45
16	141	25	307	57	40	6
17	234	35	340	82	120	77
18	236	41	284	50	270	43
19	198	26	310	88	381	36
20	329	24	288	73	335	22
21	293	43	430	68	290	-
22	467	106	120	58	167	24
23	279	87	94	50	132	21
24	71	6	151	59	-	-
25	178	32	159	54	-	-
26	99	16	210	55	-	-
27	-	34	242	70	-	-
28	-	77	330	73	-	-
29	-	27	381	117	-	-
30	271	74	490	144	-	-
31			254	37	-	-



u

DADOS DE POEIRA EM SUSPENSÃO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

CUBATÃO RESIDENCIAL

DIA	NOVEMBRO/77		DEZEMBRO/77		JANEIRO/78	
	HI-VOL	OPS/OMS	HI-VOL	OPS/OMS	HI-VOL	OPS/OMS
01	--	65	107	43	128	16
02	107	48	123	78	16	2
03	99	27	88	25	111	47
04	118	53	96	21	182	52
05	47	26	72	16	181	48
06	163	37	111	29	197	61
07	106	37	153	31	158	69
08	129	23	108	32	180	39
09	148	40	--	--	146	31
10	182	49	48	32	178	35
11	347	6	31	18	102	47
12	207	58	55	18	301	57
13	42	24	183	56	106	42
14	276	16	198	45	166	46
15	168	29	286	39	188	46
16	74	21	139	30	21	9
17	294	48	256	32	63	33
18	336	44	194	24	117	41
19	329	54	188	35	166	56
20	269	27	161	65	189	37
21	211	28	213	--	174	48
22	255	63	100	--	110	8
23	183	65	31	--	61	15
24	37	24	56	26	--	--
25	180	24	113	9	--	--
26	61	30	108	15	--	--
27	147	49	172	29	--	--
28	--	47	177	39	--	--
29	--	30	161	35	--	--
30	185	52	146	36	--	--
31			119	19	--	--

ANÁLISE DOS DADOS

Com equipamentos de avaliação Hi-Vol e OPS/OMS obtiveram-se as concentrações de material particulado nas estações Cubatão Industrial e Cubatão Residencial.

Tentou-se relacionar os equipamentos através de modelos:

Linear: $Y = a + b X$

Exponencial: $Y = a \cdot e^{b X}$

Logarítmica: $Y = a + b \ln X$

Potencial: $Y = a \cdot X^b$

onde X: equipamento Hi-Vol - Variável Independente

Y: equipamento OPS/OMS - Variável Dependente

OBS: Nenhum critério foi adotado para a escolha da variável independente / dependente.

Os resultados obtidos foram:

ESTAÇÃO	n	EQUAÇÃO	MODELO	R ²	R
Cubatão Industrial	74	$Y = 23,94 + 0,11 X$	Linear	0,35	0,59
		$Y = 22,81 \cdot e^{0,003 X}$	Exponencial	0,34	0,58
		$Y = 92,37 + 27,04 \ln X$	Logarítmica	0,36	0,60
		$Y = 1,08 \cdot X^{0,69}$	Potencial	0,44	0,66
Cubatão Residencial	77	$Y = 24,40 + 0,08 X$	Linear	0,13	0,36
		$Y = 20,96 \cdot e^{2,646 \cdot 10^{-3} X}$	Exponencial	0,11	0,33
		$Y = 24,22 + 12,35 \ln X$	Logarítmica	0,21	0,46
		$Y = 2,74 \cdot X^{0,50}$	Potencial	0,24	0,49

O critério adotado para a escolha do melhor modelo foi através do R², coeficiente de determinação ou explicação, isto é, tomou-se como melhor modelo o de maior R².

Sendo ρ a correlação existente entre os 2 equipamentos e R sua estimativa, testou-se :

$$H_0: \rho = 0 \quad H_a: \rho \neq 0$$

Ou seja, a correlação existente entre os 2 equipamentos é nula.

Nas 2 estações o modelo considerado foi o potencial, obtendo-se então para R , 0,66 e 0,49 nas estações Cubatão Industrial e Cubatão Residencial, respectivamente.

O teste utilizado foi:

$$t = \frac{R \sqrt{n - 2}}{\sqrt{1 - R^2}} \sim \text{Student com } n - 2 \text{ graus de liberdade.}$$

obtendo-se:

ESTAÇÃO	t_0	$t_c(5\%)$	CONCLUSÃO
Cubatão Industrial	7,48	$\pm 1,98$	rejeito H_0
Cubatão Residencial	4,87	$\pm 1,98$	rejeito H_0

isto é, a correlação entre os 2 equipamentos de avaliação, em qualquer uma das 2 estações consideradas, não é nula.

Testou-se ainda:

$$H_0: \rho = \rho_0 \quad H_a: \rho \neq \rho_0$$

através do teste

$$Z = \frac{z - \mu_z}{\sigma_z} \sim N(0,1)$$

onde

$$z = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{1 + R}{1 - R} \right)$$

$$\mu_z = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{1 + \rho_0}{1 - \rho_0} \right)$$

$$\sigma_z = \frac{1}{\sqrt{n - 3}}$$

ρ_0 : constante diferente de zero

ESTAÇÃO	ρ_0	z	z_c	CONCLUSÃO
Cubatão Industrial	0,70	- 0,67	$\pm 1,96$	Não rejeito H_0
Cubatão Residencial	0,60	- 1,25	$\pm 1,96$	Não rejeito H_0

Assim, com confiança de 95 %, podemos afirmar que a correlação existente entre os 2 métodos é da ordem de 0,70 para a estação Cubatão Industrial e de 0,60 para Cubatão Residencial.

Livro consultado

SPIEGEL, Murray R.

Estadística.

McGraw - Hill

Elaborado pela Divisão de Análise e Interpretação de Dados

O ÍNDICE DE POLUIÇÃO DO AR

Utilizando o nosso critério de determinação da qualidade do ar, a partir das concentrações de dióxido de enxofre e poeira em suspensão, é apresentada a seguir a tabela 2 que mostra essa determinação sendo feita de duas formas:

- a) a qualidade do ar é definida a partir dos dados de SO_2 , obtidos pelo método PRA, e dos dados de poeira em suspensão, obtidos pelo método OPS/OMS.
- b) a qualidade do ar é definida a partir dos mesmos dados de SO_2 , mas utilizando os dados de poeira em suspensão obtidos pelo Mi-Vol.

Os dados utilizados correspondem ao mês de Novembro/77 e foram obtidos na estação Cubatão Industrial.

TABELA 1

DADOS DE SO₂ (µg/m³)

DIA	CUBATÃO INDUSTRIAL				CUBATÃO RESIDENCIAL			
	NOVEMBRO		DEZEMBRO		NOVEMBRO		DEZEMBRO	
	OPS/OMS	PRA	OPS/OMS	PRA	OPS/OMS	PRA	OPS/OMS	PRA
01	*	139	*	15	88	104	9	24
02	*	163	*	84	85	108	68	52
03	*	37	**	**	29	26	64	45
04	*	108	**	**	33	40	119	108
05	*	52	**	**	31	17	200	189
06	*	47	**	**	7	7	220	219
07	*	77	**	67	*	25	=	70
08	18	75	114	193	9	12	131	103
09	*	78	5	10	23	29	13	11
10	*	80	*	14	23	28	27	20
11	51	139	56	10	12	7	11	6
12	*	153	**	**	17	62	28	24
13	*	31	**	**	16	11	20	39
14	*	37	*	7	8	**	21	24
15	*	28	*	10	2	**	*	9
16	*	36	*	16	2	15	*	10
17	*	85	*	22	20	24	9	41
18	*	37	*	75	34	35	*	20
19	*	48	*	24	21	12	42	37
20	14	87	99	200	18	25	107	130
21	4	74	65	148	21	28	**	**
22	5	93	*	10	42	43	**	**
23	*	62	*	15	46	44	**	**
24	*	16	*	14	8	7	34	36
25	*	32	*	29	7	6	40	32
26	*	12	*	36	18	13	10	11
27	*	29	*	30	18	12	18	19
28	*	16	*	36	*	25	9	9
29	*	5	*	54	*	6	26	24
30	*	40	*	60	*	26	22	26
31			*	35			*	5

* Amostra alcalina

** Problemas no sistema de coleta

TABELA 3

DTA	SO ₂ (PRA) μg/m ³	P.S. (OPS/OMS) μg/m ³	P.S. (Hi-Vol) μg/m ³	QUALIDADE (OPS/OMS)	QUALIDADE (Hi-Vol)
01	139	93	825	Aceitável	Péssima
02	163	70	383	Aceitável	Má
03	37	40	214	Ótima	Aceitável
04	108	85	334	Aceitável	Inadequada
05	52	42	232	Ótima	Aceitável
06	47	63	289	Boa	Inadequada
07	77	48	199	Boa	Aceitável
08	75	54	292	Boa	Inadequada
09	78	85	374	Aceitável	Inadequada
10	80	87	463	Aceitável	Má
11	139	70	530	Aceitável	Má
12	153	67	540	Aceitável	Má
13	31	38	110	Ótima	Aceitável
14	37	32	150	Ótima	Aceitável
15	28	23	106	Ótima	Aceitável
16	36	25	141	Ótima	Aceitável
17	35	35	234	Aceitável	Aceitável
18	37	41	236	Ótima	Aceitável
19	47	26	198	Ótima	Aceitável
20	87	24	329	Aceitável	Inadequada

Sem Poluição

Ótima

Boa

Aceitável

Inadequada

Má (Atenção)

Péssima (Alerta)

Crítica (Emergência)

Data Aquis.:
Indic.: DAMAR - CLAUDIO ALONSO
Livraria: Xerox - 1.00
Preço: Cr\$ 10,00
Data Tomba: 30-9-82

BIBLIOTECA	
DEVOLVER EM	DEVOLVER EM

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE
SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

Se este livro não for devolvido dentro do prazo regulamentar, o leitor ficará sujeito às penalidades do regulamento da biblioteca.

O prazo poderá ser prorrogado se não houver pedido para este livro.