



NORMA TÉCNICA

L8.012

Mai/1986
8 PÁGINAS

Material particulado em suspensão na atmosfera -
determinação da concentração pelo método da refletância da
luz: método de ensaio

Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
Avenida Professor Frederico Hermann Jr., 345
Alto de Pinheiros CEP 05459-900 São Paulo SP
Tel.: (11) 3133 3000 Fax.: (11) 3133 3402

[http: // www . cetesb . sp . gov . br](http://www.cetesb.sp.gov.br)

SUMÁRIO	Pág.
1 OBJETIVO	1
2 APARELHAGEM	1
3 EXECUÇÃO DO ENSAIO	2
4 RESULTADOS	3
ANEXO A	5
ANEXO B	7

1 OBJETIVO

Esta Norma prescreve o método de determinação da concentração de material particulado em suspensão na atmosfera, pelo método da refletância da luz, expressa em microgramas de fumaça normalizada internacional por metro cúbico de ar.

2 APARELHAGEM

Para a execução do ensaio é necessário o seguinte:

- a) funil de vidro com boca de 40 ± 10 mm de diâmetro, ângulo de 60° e haste com diâmetro interno de 6,5 mm;
- b) tubo flexível de PVC transparente ou equivalente, de 6,5 mm de diâmetro interno;
- c) suporte universal com garra;
- d) porta-filtro metálico, tipo Millipore modelo XX5004700 ou equivalente, com área de filtração de 10 cm^2 ;
- e) papel de filtro com 55 mm de diâmetro;
- f) rotâmetro calibrado ou orifício crítico capaz de medir a vazão com um erro menor que 2%. (uma agulha hipodérmica que dê a vazão de 2 l/min pode ser usada como orifício);
- g) bomba de vácuo capaz de manter a vazão de 2 l/min e, no caso de orifício crítico, um diferencial de pressão maior que 70 kPa (0,7 atm);

- h) medidor de vazão, conforme Figura 1;
- i) contador elétrico de horas (horâmetro);
- j) disjuntor elétrico para o horâmetro e a bomba de vácuo;
- l) cronômetro;
- m) refletômetro completo;
- n) abrigo para operação do sistema.

3 EXECUÇÃO DO ENSAIO

3.1 Princípio do método

O ar é aspirado através de uma bomba de vácuo, passando por um filtro de papel que retém a poeira. Determina-se a refletância da mancha de poeira formada no papel e mediante curva padrão avalia-se a concentração de fumaça na superfície do filtro. Expressa-se o resultado em μ g de fumaça normalizada internacional por m^3 de ar.

3.2 Amostragem

3.2.1 Montar o sistema de amostragem com a disposição da Figura 2, mantendo o funil de captação de ar a uma distância de 2 a 15 m do solo, utilizando no máximo 6 m de tubo flexível com raios de curvatura não inferiores a 50 mm.

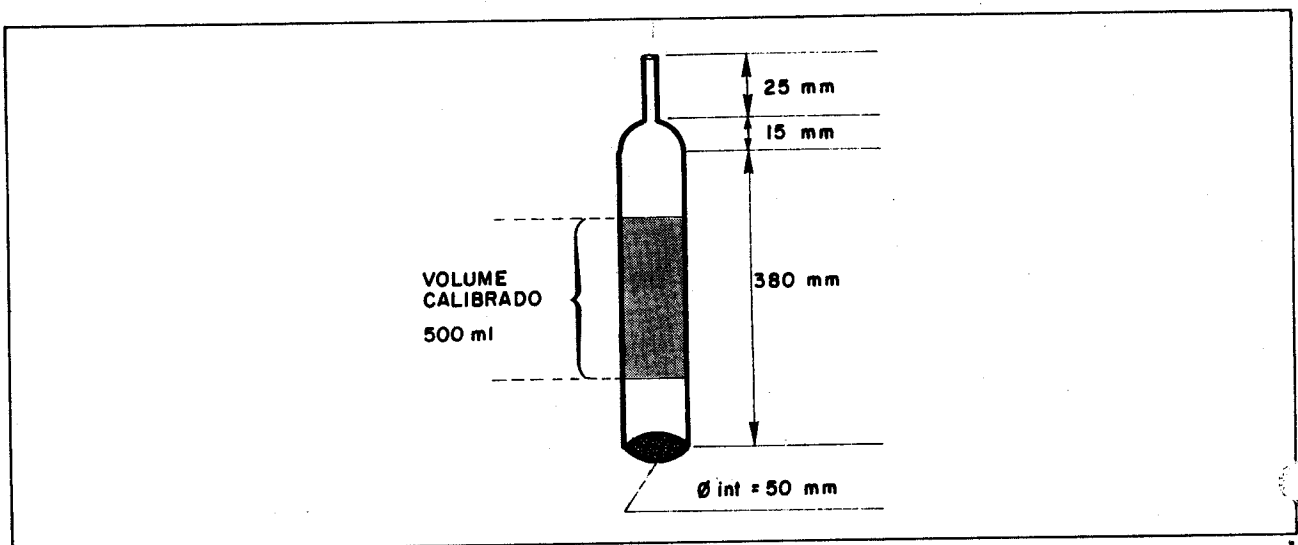


FIGURA 1 – Medidor de vazão.

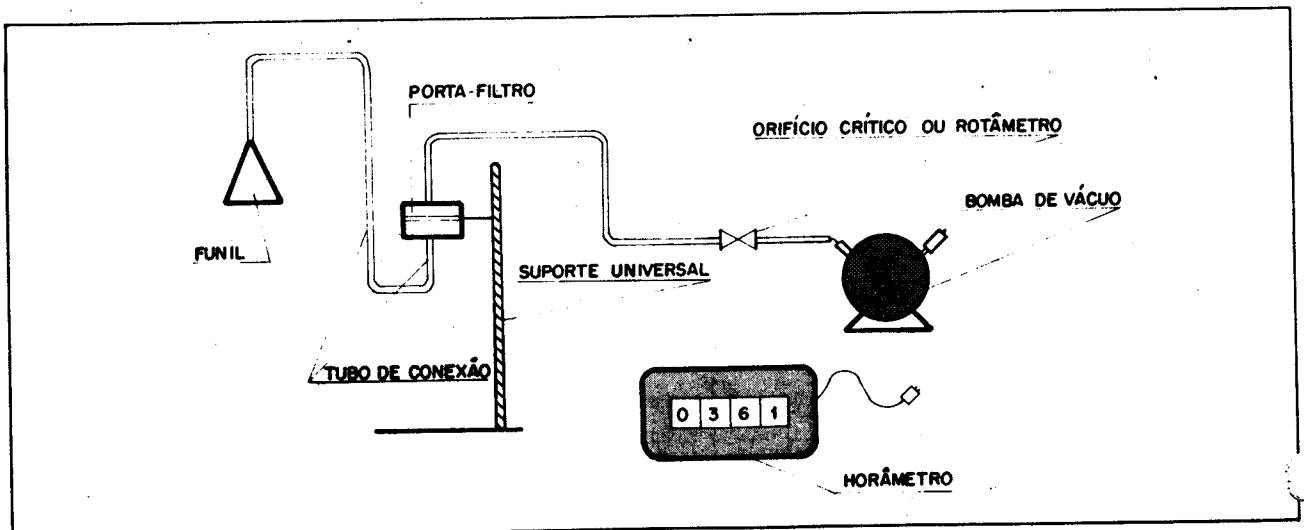


FIGURA 2 – Esquema do sistema de amostragem.

- 3.2.2** Calibrar o sistema de amostragem e calcular a vazão Q de amostragem conforme o Anexo A.
- 3.2.3** Colocar um papel de filtro numa placa de Petri, ou outro recipiente similar e levá-lo à estação amostradora.
- 3.2.4** Colocar o papel de filtro no porta-filtro, de modo que o ar penetre pela face mais lisa de baixo para cima.
- 3.2.5** Instalar o porta-filtro de tal maneira que o papel permaneça em posição horizontal.
- 3.2.6** Anotar em folha de campo o local, a data, a hora e o valor indicado no horâmetro.
- 3.2.7** Ligar a bomba e deixá-la operando pelo período desejado.

Nota: Na escolha do período de amostragem considerar que a faixa ideal para medição da refletância situa-se entre 90 e 40% (Índice de obscurecimento entre 10 e 60%).

- 3.2.8** Desligar a bomba.
- 3.2.9** Anotar em folha de campo o valor final do horâmetro, data e hora final da amostragem. Calcular o tempo real (t) de amostragem por diferença entre as leituras final e inicial do horâmetro.
- 3.2.10** Abrir o porta-filtro e retirar o filtro exposto.
- 3.2.11** Identificar o filtro e anotar, em sua borda livre de material particulado, o local, os dias de colocação e retirada, tomando cuidado para não tocar na área exposta.
- 3.2.12** Guardar o filtro no recipiente de transporte de modo que a face que contém o material particulado permaneça voltada para cima. Transportar ao laboratório.

3.3 Análise

- 3.3.1** Ligar o refletômetro e deixá-lo aquecer durante 10 minutos.
- 3.3.2** Colocar sobre uma superfície branca um papel de filtro não exposto com a face lisa voltada para cima.
- 3.3.3** Colocar o detector do refletômetro cuidadosamente sobre o papel de filtro e ajustar o controle de sensibilidade para o valor 100 da escala.
- 3.3.4** Retirar o detector.
- 3.3.5** Substituir o papel de filtro branco pelo exposto com a mancha de material particulado voltada para cima.
- 3.3.6** Colocar o detector cuidadosamente sobre a mancha, certificando-se de que a luz incida somente sobre a mancha.
- 3.3.7** Anotar o valor (R) da refletância.

4 RESULTADOS

4.1 Volume de ar amostrado

Calcula-se pela fórmula:

$$V = 10^{-3} Q \cdot t$$

onde:

V = volume de ar amostrado, em m³.

Q = vazão do sistema de amostragem, em l/min

t = tempo real de amostragem, em min.

4.2 Concentração de material particulado

4.2.1 Calcula-se o índice de obscurecimento pela fórmula:

$$I = 100 - R$$

onde:

I = índice de obscurecimento.

R = valor lido da refletância (Ver 3.3.7), em %.

4.2.2 A partir do índice calculado (I) obter na curva de calibração o valor da concentração superficial de fumaça normalizada internacional (s), em μg por cm^2 de superfície exposta do filtro.

Notas: 1) A Figura 3 (Ver Anexo B) apresenta a curva de calibração para um refletômetro da Evans Electro selenium Ltd. e papel de filtro Whatman nº 1. A Tabela foi construída a partir da curva da Figura 3.

2) Nos casos em que o refletômetro e/ou o papel de filtro forem diferentes dos acima indicados, utilizar curva de calibração correspondente.

4.2.3 Calcula-se a concentração de fumaça normalizada internacional pela fórmula:

$$C = \frac{s \cdot A}{V}$$

onde:

C = concentração de fumaça normalizada internacional, em $\mu\text{g}/\text{m}^3$

s = concentração superficial de fumaça normalizada internacional, em $\mu\text{g}/\text{cm}^2$

A = área da mancha = 10 cm^2

V = volume de ar amostrado, em m^3

/ANEXO A

ANEXO A – CALIBRAÇÃO DO SISTEMA DE AMOSTRAGEM

- A-1** Soltar o tubo conectado ao porta-filtro.
 - A-2** Conectá-lo ao medidor de vazão, que permanece em posição vertical.
 - A-3** Ligar a bomba e ajustar a vazão de amostragem.
 - A-4** Molhar a outra extremidade do medidor de vazão com solução água-detergente de tal forma que se obtenha uma película detergente que irá indicar o volume deslocado.
 - A-5** Cronometrar e anotar o tempo gasto no deslocamento da película para percorrer a altura correspondente ao volume de 500 ml (em segundos).
 - A-6** Repetir mais duas vezes essa operação.
 - A-7** Calcular a média aritmética dos tempos e, a partir desta, a vazão do amostrador (litros por minuto).
-

/ANEXO B



ANEXO B – FIGURA 3 E TABELA

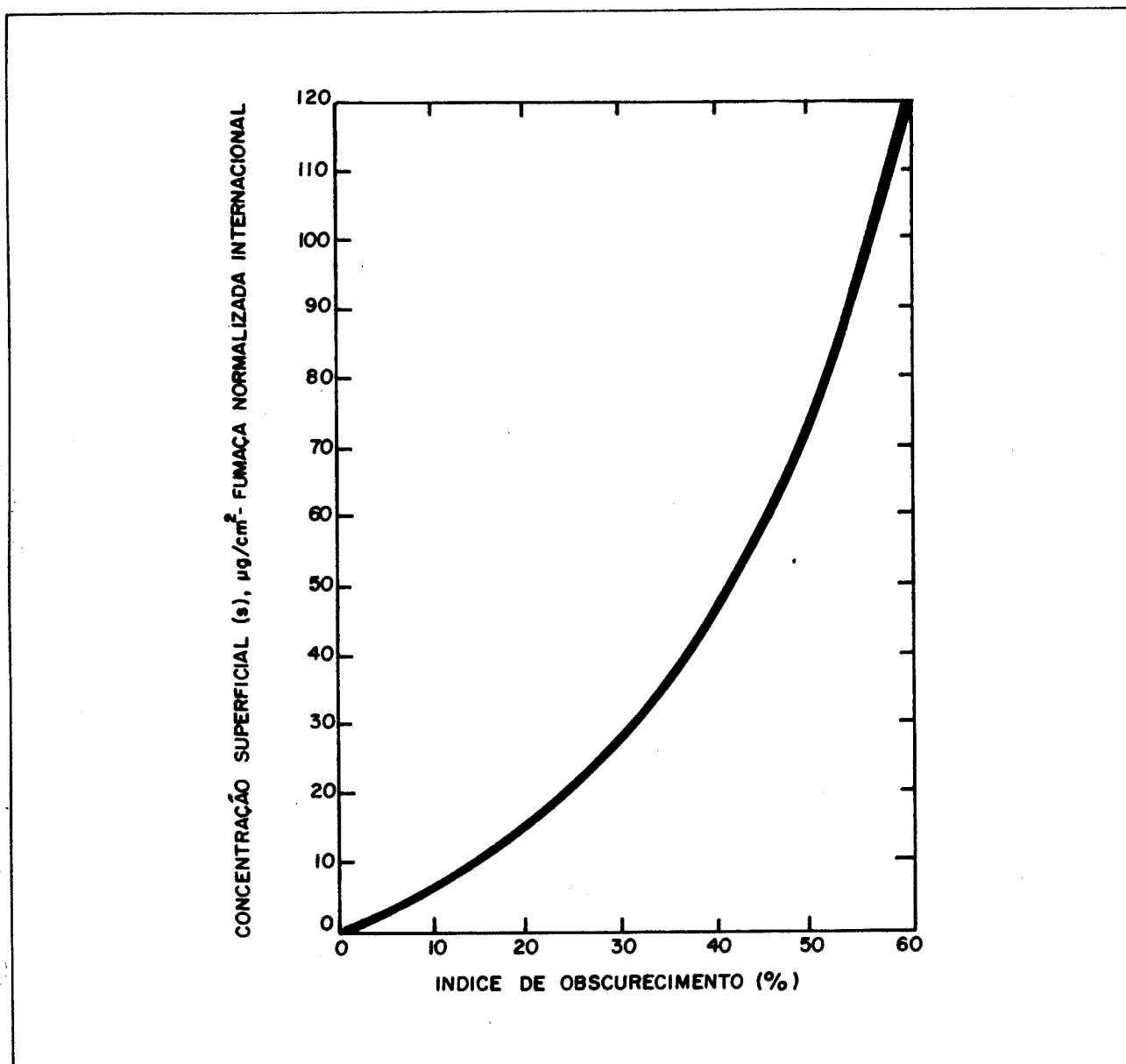


FIGURA 3 – Curva de calibração.

/TABELA

TABELA – Concentração superficial (s), em $\mu\text{g}/\text{cm}^2$, em função do índice I

<i>I</i>	<i>s</i>	<i>I</i>	<i>s</i>	<i>I</i>	<i>s</i>
1,0	0,3	21,0	15,0	41,0	46,5
1,5	0,5	21,5	15,5	41,5	47,5
2,0	0,7	22,0	16,0	42,0	48,5
2,5	1,0	22,5	16,6	42,5	50,0
3,0	1,3	23,0	17,4	43,0	51,5
3,5	1,5	23,5	18,0	43,5	52,5
4,0	1,6	24,0	18,5	44,0	54,0
4,5	1,8	24,5	19,0	44,5	55,0
5,0	2,0	25,0	19,5	45,0	56,5
5,5	2,4	25,5	20,0	45,5	57,5
6,0	2,6	26,0	20,7	46,0	59,0
6,5	3,0	26,5	21,5	46,5	60,5
7,0	3,3	27,0	22,0	47,0	62,0
7,5	3,5	27,5	22,5	47,5	63,5
8,0	3,7	28,0	23,5	48,0	65,0
8,5	4,0	28,5	24,0	48,5	66,5
9,0	4,5	29,0	25,0	49,0	68,5
9,5	4,7	29,5	25,5	49,5	70,0
10,0	5,0	30,0	26,4	50,0	71,5
10,5	5,5	30,5	27,0	50,5	73,0
11,0	6,0	31,0	27,5	51,0	74,5
11,5	6,3	31,5	28,4	51,5	76,5
12,0	6,5	32,0	29,2	52,0	78,0
12,5	7,0	32,5	30,0	52,5	80,0
13,0	7,5	33,0	30,7	53,0	82,0
13,5	7,7	33,5	31,5	53,5	83,5
14,0	8,3	34,0	32,5	54,0	85,5
14,5	8,5	34,5	33,3	54,5	87,5
15,0	9,0	35,0	34,0	55,0	89,5
15,5	9,5	35,5	35,0	55,5	91,0
16,0	10,0	36,0	36,0	56,0	93,5
16,5	10,5	36,5	37,0	56,5	95,5
17,0	11,0	37,0	38,0	57,0	97,5
17,5	11,5	37,5	38,5	57,5	100,0
18,0	12,0	38,0	39,5	58,0	102,5
18,5	12,3	38,5	40,5	58,5	105,0
19,0	13,0	39,0	41,5	59,0	108,0
19,5	13,5	39,5	43,0	59,5	111,5
20,0	14,0	40,0	44,0	60,0	115,0
20,5	14,5	40,5	45,0		