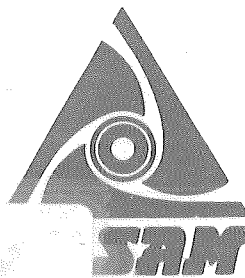


METODO DE REFERENCIA PARA A DETERMINAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO NA ATMOSFERA (METO

ARQUIVO TECNICO



**SUPERINTENDÊNCIA
DE SANEAMENTO
AMBIENTAL**

Secretaria de Estado da Saúde
Governo do Estado de S.Paulo



10221

005301

8303
G947m
005301

88304-
5301

8303
6947m
005301

THE UNIVERSITY OF CHICAGO
LIBRARY

A
d
N
t
d
d
a
b
c

t
P
f

q
u

APRESENTAÇÃO

De há longo tempo a Superintendência de Saneamento Ambiental - SUSAM, vem sendo solicitada no sentido de divulgar e padronizar métodos de amostragem e análise de poluentes atmosféricos. No entanto, antes de escolher alguns dentre os muitos métodos existentes esta Superintendência decidiu através do Centro Tecnológico da Diretoria de Controle da Poluição do Ar, estudar e testar cada um dos principais métodos recomendados, para só então sugerir e divulgar aqueles que apresentassem maior exatidão, melhor precisão, reproduzibilidade, especificidade e sensibilidade adequada dentro de razoáveis custos de equipamento, material de consumo e mão de obra.

Estes não são obviamente, os únicos métodos existentes, mas são aqueles recomendados pela "United States Environmental Protection Agency" publicados no Federal Register como métodos de referência e devidamente testados pela SUSAM.

Desta forma, espera-se que utilizados de forma adequada, seja a publicação destes métodos, útil para os que dela façam uso.

ENGº NELSON NEFUSSI
SUPERINTENDENTE DA SUPERINTENDÊNCIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL - SUSAM

E. METODO REFERENCIA PARA A DETERMINAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO NA ATMOSFERA (METODO DO AMOSTRADOR DE GRANDES VOLUMES)

SUMARIO

1. PRINCIPIO E APLICABILIDADE	
	Pág.
1.1 - Princípio	1
1.2 - Aplicabilidade	1
2. FAIXA DE CONCENTRAÇÃO E SENSIBILIDADE	
2.1 - Faixa de concentração	1
2.2 - Sensibilidade	1
3. INTERFERENCIAS	
3.1 - Por material particulado	1
3.2 - Por filtros de fibra de vidro	2
4. PRECISÃO, EXATIDÃO E ESTABILIDADE	
4.1 - Precisão	2
4.2 - Exatidão e estabilidade	2
5. APARELHAGEM	
5.1 - Amostragem	2
5.2 - Análise	3
6. REAGENTES	
6.1 - Meio filtrante	4
7. PROCEDIMENTO	
7.1 - Amostragem	4

7.2 - Análise	5
7.3 - Manutenção	5

8. CALIBRAÇÃO

8.1 - Propósito	5
-----------------------	---

9. CÁLCULOS

9.1 - Calibração do orifício	7
9.2 - Volume da amostra	7
9.3 - Cálculo da concentração de material particulado em suspensão..	8

LISTA DE FIGURAS

E 1 - Amostrador montado no abrigo	9
E 2 - Unidade de calibração (orifício)	9
E 3 - Partes de um amostrador de grandes volumes (High Volume / Air Sampler)	10
10. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	11



E - Método Referência para a Determinação de Material Particulado em Suspensão na Atmosfera (Método do Amostrador de Grandes Volumes)

I - PRINCÍPIO E APLICABILIDADE

- 1.1 - O ar é succionado para dentro de um abrigo onde passa através de um filtro a uma vazão tal ($1,13$ a $1,70 \text{ m}^3/\text{min}$ ou 40 a 60 pés cúbicos/min) que faz com que partículas em suspensão com diâmetros menores que $100 \mu\text{m}$ (diâmetro equivalente de Stokes) atinjam o filtro¹. Em filtros de fibra de vidro são coletadas partículas com diâmetro entre 100 e $0,1 \mu\text{m}$. A concentração de material particulado em suspensão ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) é calculada determinando-se a massa do material coletado e o volume de ar amostrado.
- 1.2 - Este método é aplicável na determinação da concentração de material particulado em suspensão na atmosfera. A amostra pode ser usada para se fazer outras determinações.

2 - FAIXA DE CONCENTRAÇÃO E SENSIBILIDADE

- 2.1 - Quando o amostrador é operado a uma vazão média de $1,70 \text{ m}^3/\text{min}$ (60 pés cúbicos/min) durante 24 horas, é possível determinar concentrações de até $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Em atmosferas com concentrações altas de material particulado pode-se fazer determinações usando-se amostras de 6 a 8 horas ou menos. Entretanto, recomenda-se uma amostragem de 24 horas, para se ter uma amostragem padronizada.
- 2.2 - A massa da amostra deve ser determinada até miligrama, a vazão até $0,03 \text{ m}^3/\text{min}$ ($1,0$ pé cúbico/min), o tempo de amostragem até 2 minutos e a concentração deve ser expressa até $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

3 - INTERFERÊNCIAS

- 3.1 - Material particulado oleoso, como por exemplo, o proveniente do "smog" fotoquímico, pode bloquear o filtro e fazer com que a vazão sofra uma queda brusca. Neblina densa ou alta umidade podem tornar o filtro muito úmido e reduzir também, o fluxo de ar através do filtro.

3.2 - Filtros de fibra de vidro são praticamente insensíveis a mudanças de umidade relativa, mas o material coletado pode ser higroscópico².

4 - PRECISÃO, EXATIDÃO E ESTABILIDADE

4.1 - O desvio padrão relativo obtido em um estudo em que participaram vários laboratórios foi de 3,0%, para um único laboratório e de 3,7% considerando a totalidade dos laboratórios³.

4.2 - A exatidão com que o amostrador determina a concentração depende da constância da vazão. A vazão é afetada pela concentração e natureza do material da atmosfera. Em condições desfavoráveis o erro na determinação da concentração pode ser maior que 50% do valor real, dependendo da queda na vazão e da variação da concentração com o tempo durante as 24 horas⁴.

5 - APARELHAGEM

5.1 - AMOSTRAGEM

5.1.1 - AMOSTRADOR - O amostrador é composto de três partes: (1) suporte do filtro; (2) adaptador; (3) motor.

A figura E1 mostra uma vista das partes em separado, suas relações, e como elas são montadas. O amostrador deve ser capaz de fazer passar ar atmosférico através de uma área de $406,5 \text{ cm}^2$ (63 - pés²) de um filtro de fibra de vidro de $20,3 \times 25,4 \text{ cm}$ (8" x 10") a uma vazão de, no mínimo, $1,70 \text{ m}^3/\text{min}$ (60 pés cúbicos/min). O motor deve ser capaz de operar continuamente por 24 horas, com voltagens de 110 a 120 V, 50 - 60 Hz. A vida do motor pode ser aumentada diminuindo-se a voltagem em cerca de 10% por meio de um transformador.

5.1.2 - ABRIGO DO AMOSTRADOR - É importante que o amostrador seja instalado adequadamente em um abrigo. O abrigo está sujeito a mudanças de temperatura, umidade, e a todos os tipos de poluentes. Por isso, os materiais para a construção do abrigo devem ser esco

lhidos cuidadosamente. Madeira compensada pintada ou alumínio dão bons resultados. O amostrador deve ser montado verticalmente dentro do abrigo, de tal forma que o filtro fique paralelo ao solo. O abrigo deve ter um teto que proteja o filtro contra material sedimentável. Na figura E2 é mostrado um abrigo.

A área livre entre a parte principal do abrigo e o teto, no ponto mais próximo, deve ser de $580,5 \pm 193,5 \text{ cm}^2$ (90 ± 30 polegadas quadradas). A parte principal do abrigo deve ser retangular, com dimensões de cerca de $29 \times 36 \text{ cm}$ ($11 \frac{1}{2}'' \times 14''$).

5.1.3 - ROTÂMETRO - Marcado em unidades arbitrárias, geralmente de 0 a 70, e capaz de ser calibrado. Outros instrumentos podem ser usados.

5.1.4 - ORIFÍCIO DE CALIBRAÇÃO - Consistindo de um tubo metálico de $7,6 \text{ cm}$ ($3''$) de diâmetro interno e $15,9 \text{ cm}$ ($6 \frac{1}{4}''$) de comprimento, com uma tomada para pressão estática localizada a $5,1 \text{ cm}$ ($2''$) de uma das extremidades. Ver figura E3.

5.1.5 - MANÔMETRO DIFERENCIAL - Capaz de medir, no mínimo, 40 cm ($16''$) de água.

5.1.6 - MEDIDOR DE VOLUME - Calibrado para ser usado como padrão primário.

5.1.7 - BARÔMETRO - Capaz de medir pressão atmosférica até mm de Hg .

5.2 - ANÁLISE

5.2.1 - AMBIENTE CONDICIONADO - Sala de balança ou dessecador mantido de 15 a 35°C e menos de 50% de umidade relativa.

5.2.2 - BALANÇA ANALÍTICA - Com câmara de pesagem e prato especial para possibilitar a pesagem sem dobrar o papel de filtro - $20,3 \times 25,4 \text{ cm}$ ($8'' \times 10''$) e com uma sensibilidade de $0,1 \text{ mg}$.

5.2.3 - FONTE DE LUZ - Do mesmo tipo das usadas para se examinar chapas de raios X.

5.2.4 - CARIMBO - Para identificar os filtros através de números.

6 - REAGENTES

6.1 - MEIO FILTRANTE - Filtros de fibra de vidro com uma eficiência de coleta de, no mínimo, 99% para partículas de diâmetro de 0,3 μm - são adequados para a determinação quantitativa de material particulado em suspensão⁵, embora algum outro meio filtrante, como por exemplo papel, possa ser conveniente para algumas análises. Quando se pretende fazer uma análise de um poluente qualquer na amostra coletada por filtração é necessário que se investigue anteriormente, se o meio filtrante não contém altos teores do poluente a ser analisado.

7 - PROCEDIMENTO

7.1 - AMOSTRAGEM

7.1.1 - PREPARAÇÃO DO FILTRO - Examinar cada filtro, usando a fonte de luz descrita acima, para se verificar se não há imperfeições. Filtros com imperfeições visíveis não devem ser usados. No caso de existência de partículas sobre o filtro, pode-se usar uma escovinha para a sua remoção. Equilibrar os filtros no ambiente condicionado por 24 horas. Pesar os filtros até miligrama; anotar a tara e o número de identificação do filtro. Não dobrar o filtro antes da amostragem.

7.1.2 - COLETA DA AMOSTRA - Abra o abrigo, solte as borboletas, retire a armação que prende o filtro. Instale o filtro numerado e pesado, com a face rugosa para cima, recoloque a armação e aperte seguramente. Se o aperto for insuficiente pode haver vazamentos e se for em demasia pode danificar a proteção de borracha que prende o filtro. Para impedir que o filtro cole na borracha, pode ser usada uma pequena quantidade de talco na borracha. Feche o abrigo e faça o amostrador funcionar por 5 minutos. Conecte o rotâmetro ao amostrador e leia a vazão na posição vertical. Anote a vazão inicial, a hora inicial e data. Desconecte o rotâmetro. Amostre 24 horas, de preferência de meia-noite a meia-noite e determine a vazão com o rotâmetro. Anote a leitura final do rotâmetro, a hora e a data. Remover o filtro cuidadosamente, tocando somente as áreas não ex-

postas do filtro. Dobre o filtro no sentido de sua maior dimensão com sua parte exposta para dentro e coloque dentro de uma folha de papel dobrada.

O rotâmetro usado no campo deve ser o mesmo que foi usado na calibração, inclusive com a mesma tubulação.

7.2 - ANÁLISE - Equilibrar os filtros expostos por 24 horas no ambiente condicionado e pesar. Depois de pesados os filtros, podem ser usados para outros tipos de análise.

7.3 - MANUTENÇÃO

7.3.1 - MOTOR - Substituir as escovas antes que elas estejam completamente gastas.

7.3.2 - PROTETOR DE BORRACHA - Quando a área filtrante não tiver margens bem definidas, é necessário trocar o protetor de borracha.

7.3.3 - ROTÂMETRO - Limpar sempre que necessário, usando álcool.

8 - CALIBRAÇÃO

8.1 - PROPÓSITO - Considerando-se que apenas uma pequena quantidade de ar passa através do rotâmetro durante a tomada de vazão, torna-se necessário que o rotâmetro seja calibrado, usando-se para isso, o orifício de calibração. Antes que o orifício de calibração possa ser usado, ele também deve ser calibrado contra um medidor de volume primário.

8.1.1 - CALIBRAÇÃO DO ORIFÍCIO - Adaptar o orifício na entrada do medidor de volume primário e o motor do amostrador na saída do mesmo. Conectar um dos ramos do manômetro diferencial ao ponto de tomada de pressão do orifício e deixar outro ramo aberto para a atmosfera. Ligar o motor e operá-lo a diversas vazões (geralmente seis). Para cada vazão obtida anota-se a leitura no manômetro. As diferentes vazões são obtidas utilizando-se placas perfuradas, com o número de perfurações variando de placa para placa. Estas placas são colocadas entre o orifício e o medidor de volume. A co

locação do orifício na entrada do medidor de volume faz com que a pressão no medidor seja menor que a atmosférica, tornando-se, portanto, necessária uma correção. Para isso, deve-se tomar a pressão do medidor. Para cada vazão, medir a pressão do medidor. Anotar - também a pressão atmosférica e a temperatura. Corrigir o volume de ar medido como em 9.1.1, e então, calcular a vazão Q, como em - 9.1.3. Fazer um gráfico de leituras no manômetro (H_2O) contra Q.

8.1.2 - CALIBRAÇÃO DO AMOSTRADOR - Instalar um filtro limpo no aparelho e deixar funcionar por 5 minutos. Instale o rotâmetro e faça com que a leitura seja 65. Sele o mecanismo de ajuste do rotâmetro. Desligue o motor, remova o filtro e instale o orifício. Usando o mesmo sistema das placas perfuradas, obtenha diversas vazões (geralmente seis). Para cada vazão anote a leitura no manômetro diferencial ligado ao orifício e o valor indicado no rotâmetro. Anotar a pressão atmosférica e a temperatura. Converter a leitura do manômetro diferencial para vazão, Q, usando a curva obtida em - / 8.1.1. Então, faça um gráfico de leitura no rotâmetro contra Q.

8.1.3 - CORREÇÃO PARA DIFERENÇAS DE PRESSÃO E TEMPERATURA - Se a - pressão ou temperatura durante a calibração do amostrador forem - muito diferentes da pressão ou temperatura de calibração do orifício, então deve-se fazer uma correção de Q.

Se a diferença de pressão for de 15% e a diferença de temperatura' for de 100% ($^{\circ}C$), o erro no valor de Q. será de 15%. Se for necessá- ria uma correção, aplicar a fórmula abaixo:

$$Q_2 = Q_1 \left(\frac{T_2 P_1}{T_1 P_2} \right)^{1/2}$$

Q_2 = vazão corrigida, m^3/min

Q_1 = vazão durante a calibração do amostrador (seção 8.1.2), m^3/min

T_1 = temperatura absoluta durante a calibração do orifício (seção 8.1.1), $^{\circ}K$

P_1 = pressão barométrica durante a calibração do orifício (seção 8.1.1), mm Hg

T_2 = temperatura absoluta durante a calibração do amostrador (seção 8.1.2), °K

P_2 = pressão barométrica durante a calibração do amostrador (seção 8.1.2), mm Hg

9 - CÁLCULOS

9.1 - CALIBRAÇÃO DO ORIFÍCIO

9.1.1 - VOLUME CORRIGIDO - Corrigir o volume indicado no medidor para a pressão atmosférica.

$$V_c = \frac{P_a - P_M}{P_a} \cdot V_M$$

V_c = volume corrigido para a pressão atmosférica, m³

P_a = pressão atmosférica, mm Hg

P_M = queda de pressão no medidor, mm Hg

V_M = volume indicado no medidor de volume, m³

9.1.2 - FATORES DE CONVERSÃO

polegadas de Hg x 25,4 = mm Hg

polegadas d'água x 73,48 x 10⁻³ = polegadas de Hg

pés cúbicos x 0,0284 = metros cúbicos

9.1.3 - VAZÃO

$$Q = \frac{V_c}{T}$$

Q = vazão, m³/min

T = tempo para a passagem do volume V_c , min

V_c = volume corrigido, m³

9.2 - VOLUME DA AMOSTRA

9.2.1 - CONVERSÃO DA LEITURA DO ROTÂMETRO - Converter as leituras inicial e final do rotâmetro para vazão, usando a curva de calibração obtida em 8.1.2.

9.2.2 - CÁLCULO DO VOLUME DE AR AMOSTRADO

$$V = \frac{Q_i + Q_f}{2} \times T$$

V = volume de ar amostrado, m³

Q_i = vazão inicial, m³/min

Q_f = vazão final, m³/min

T = tempo de amostragem, min

9.3 - CÁLCULO DA CONCENTRAÇÃO DE MATERIAL PARTICULADO EM SUSPENSÃO

$$C = \frac{(m_f - m_i) \times 10^6}{V}$$

C = concentração, µg/m³

m_i = massa inicial do filtro, g

m_f = massa final do filtro, g

V = volume amostrado, m³

10⁶ = conversão de g para µg

Existem equipamentos que incorporam um sistema de medição contínua de vazão. Este sistema, recentemente introduzido (Henderson, J.S., Eighth Conference on Methods in Air Pollution and Industrial Hygiene Studies, 1967, Oakland, Califórnia), foi amplamente adotado. Esta modificação tem por base a incorporação ao amostrador de um orifício acoplado com um registrador. O volume amostrado é calculado da seguinte forma:

$$V = Q \times T$$

V = vazão média, m³/min

T = tempo de amostragem, min

A vazão média é determinada na carta do registrador. A maneira de se determinar essa média depende da variação da vazão durante o período de amostragem. Se, por exemplo, a vazão não variar mais que 0,11 m³/min (4 ft³/min) durante o período de amostragem pode-se ler a vazão de duas em duas horas e tirar a média desses valores.

Nota : alternativa para medida de vazão.

FIGURA E1 - Amostrador montado no Abrigo

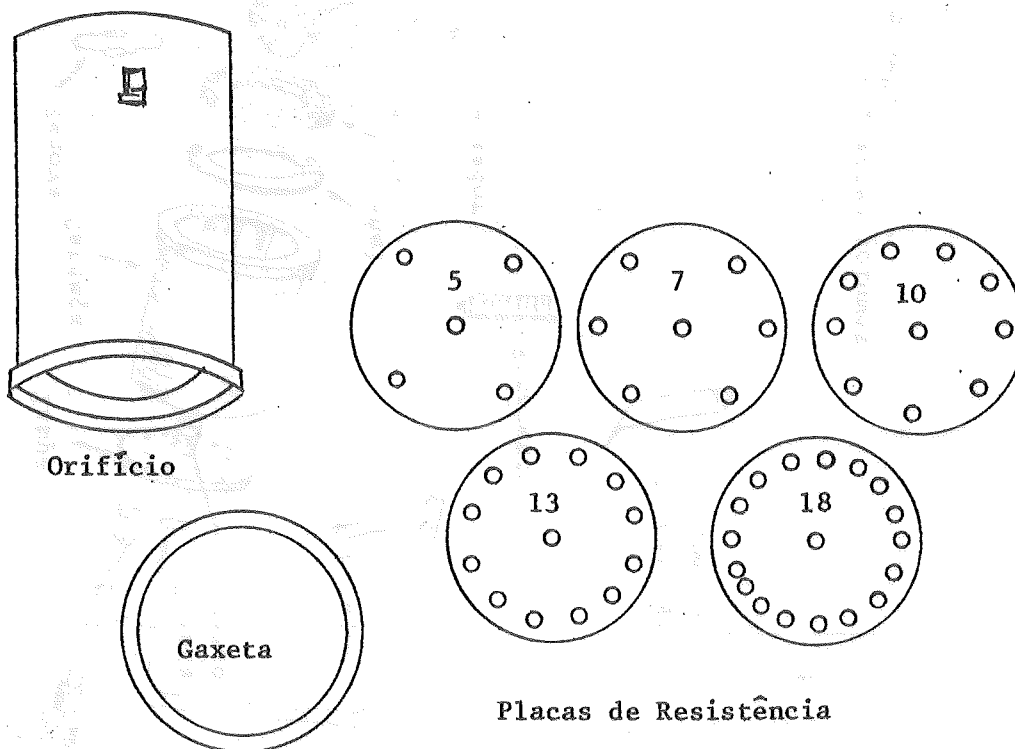
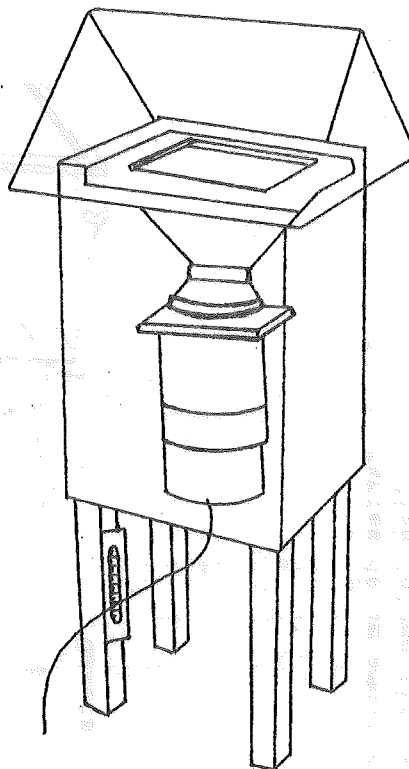


FIGURA E2 - Unidade de Calibração (Orifício)

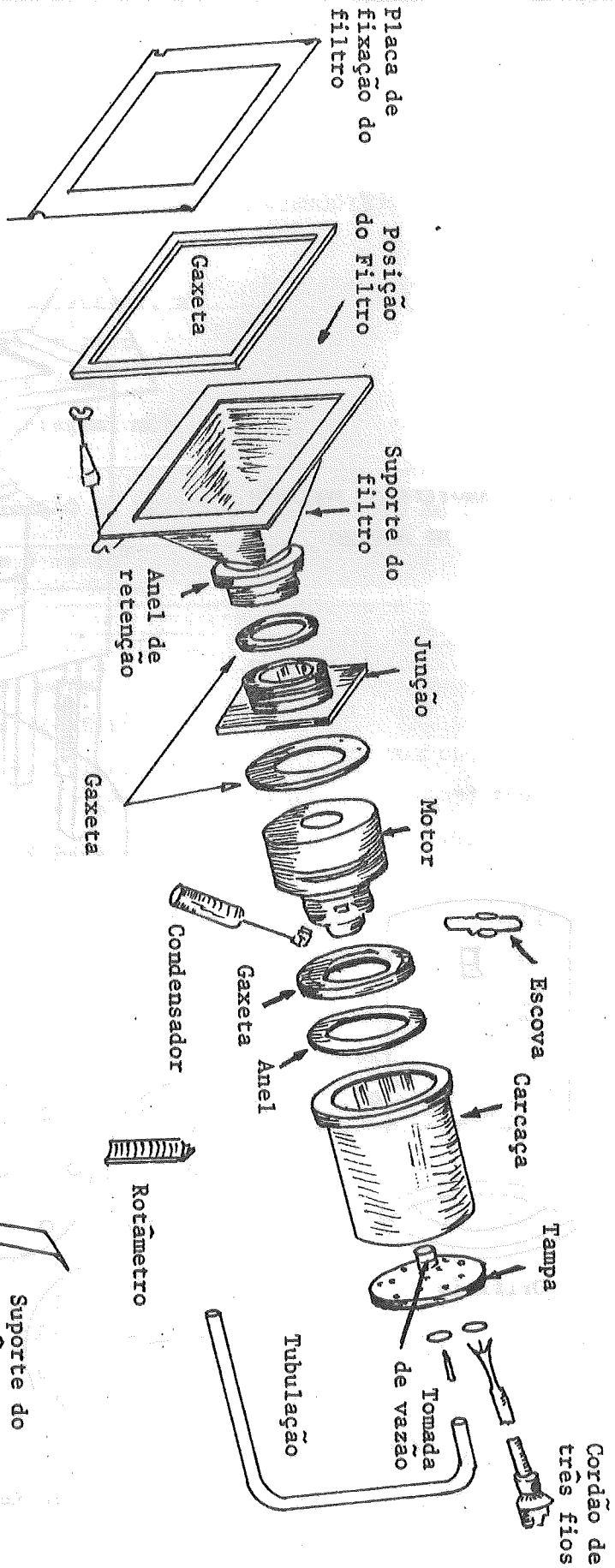


FIGURA E3 - Partes de um amostrador de grandes volumes.
 ("High Volume Air Sampler")

1. R
- E
2. T
- L
3. I
- 4.
- 5.

10 - REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Robson, C.D., and Foster, K.E., "Evaluation of Air Particulate Sampling Equipment", Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 24, 404 (1962)
2. Tierney, G.P., and Conner, W.D., "Hygroscopic Effects on Weight Determinations of Particulates Collected on Glass-Fiber Filters", Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 28, 363 (1967).
3. Unpublished data based on a collaborative test involving 12 participants, conducted under the direction of the Methods Standardization Services Section of the National Air Pollution Control Administration, October, 1970.
4. Harrison, W.K., Nader, J.S., and Fugman, F.S., "Constant Flow Regulators for High-Volume Air Sampler", Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 21, - 114-120 (1960).
5. Pate, J.B., and Tabor, E.C., "Analytical Aspects of the Use of - / Glass-Fiber Filters for the Collection and Analysis of Atmospheric Particulate Matter", Am. Ind. Hyg. Assoc. J. 23, 144-140 (1962).

