

CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

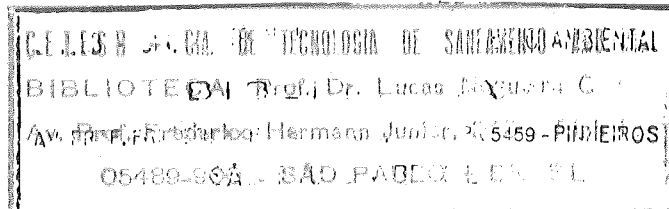
PROCOP

PROGRAMA DE CONTROLE DE POLUIÇÃO

PROGRAMA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA

SUB-PROGRAMA 13

DIRETORIA DE NORMAS E PADRÕES AMBIENTAIS
DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL E PADRÕES
DIVISÃO DE QUALIDADE DO AR
SETOR DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE DO AR



ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO DOS AEROSSÓIS
DA GRANDE SÃO PAULO-MODELO RECEPTOR
ECA/GSP Nº 3

Volume 1

São Paulo

Agosto/89

8210
AL72e(RCET)
018951

CL. No.	
AD. No.	
TO. No.	18951-V-1



CETESB

CETESB

FICHA TÉCNICA BIBLIOGRÁFICA

DOCUMENTO

TIPO	DATA	ORIGEM	Nº PÁGINA/V.	Nº MAPAS
Relatório Técnico	Ago./89	NPQA		

TÍTULO DO DOCUMENTO

ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO DOS AEROSSÓIS DA
GRANDE SÃO PAULO - MODELO RECEPTOR - ECA/GSP
Nº 3 - VOLUMES 1 a 5

AUTOR RESPONSÁVEL

ASSINATURA / CARIMBO / DATA

AUTORES/ENTIDADES OU UNIDADES A QUE PERTENCEM

Claudio Darwin Alonso
Jesuino Romano
Maria Helena R.B. Martins
Roberto Godinho

DOCUMENTO AUTORIZADO POR

ASSINATURA / CARIMBO / DATA

DOCUMENTO REVISADO

ASSINATURA / CARIMBO / DATA

CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

EXTERNA INTERNA
 RESERVADA

PALAVRAS CHAVES

Material Particulado
Poluição Atmosférica

CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO

ESTUDO DE CARACTERIZAÇÃO DOS AEROSSÓIS DA GRANDE SÃO PAULO

DISTRIBUIÇÃO INTERNA

ÁREAS/Nº DE CÓPIAS

NPQA/NPQ/PROCOP

USO DA BIBLIOTECA

CLASSIFICAÇÃO DE ASSUNTO	Nº DOCUMENTO	VISTO / CARIMBO / DATA
/		

RESUMO

O presente trabalho, cumprindo o que estabelece o programa 'Estudo de Caracterização dos Aerossóis da Grande São Paulo' do PROCOP, apresenta os resultados de medições efetuadas para diferentes tamanhos de poeiras presentes na atmosfera (Poeira Total em Suspensão < 30 µm; Poeira Inalável < 10 µm; Fração Grossa - entre 2,5 e 10 µm e Fração Fina da Poeira Inalável < 2,5 µm). Estas medições atendem um dos objetivos do subprograma o qual é identificar as principais fontes emissoras de material particulado, bem como quantificar suas contribuições na formação da poluição na região com o uso do Modelo Receptor. Para tanto estabeleceu-se uma rede de amostragem para coleta de amostras ambientais em quatro locais a saber: São Caetano, Parque D. Pedro, Parque do Ibirapuera e Osasco, onde as coletas de desenvolveam de novembro de 1986 a outubro de 1987. Para a obtenção das assinaturas de fontes, também foram coletadas amostras de fontes fixas (indústrias) e móveis (veículos automotores).

As amostras foram analisadas pelas técnicas de gravimetria, fluorescência de raios-X, cromatografia iônica, analisador de carbono por infra-vermelho. De posse dos dados das amostras das fontes e ambientais, obteve-se o Balanço Químico de Massas de cada amostra onde foi possível observar que quanto a poeira total, as maiores fontes contribuidoras foram as partículas ressuspensas do solo (aproximadamente 50%), exaustão dos veículos automotores (aproximadamente 30%) seguindo-se em importância os aerossóis secundários de enxofre e carbono. Em relação à poeira inalável, na ordem decrescente, as emissões veiculares e as poeiras ressuspensas continuam sendo as mais importantes e aumenta a importância dos aerossóis secundários. Na Fração Fina da Poeira Inalável (<2,5 µm) a contribuição dos aerossóis do solo ressuspensos cai drasticamente, passando a ser mais importante aquela referente às emissões veiculares seguida pelos aerossóis secundários. Outra conclusão importante é que à medida que se caminha na direção dos aerossóis de menor tamanho de partícula (maior significado higiênico) cresce em importância as emissões veiculares, principalmente ao se considerar que as gerações de aerossóis secundários também está estritamente ligada a estas emissões.

OBSERVAÇÕES

USO DA BIBLIOTECA

LOCAL

EDITORA

IDIOMA

PORTUGUÊS INGLÊS ESPANHOL FRANCÊS ALEMÃO ITALIANO _____

SÉRIE

EQUIPE DE TRABALHO

CARLOS ROBERTO SACHI

CLAUDIO DARWIN ALONSO

EDUARDO MARCHIORI

HILTON BARBOSA FILHO

IGINO PEREIRA

JESUINO ROMANO

MARIA HELENA R.B.MARTINS

MARIO NEGRINI

MATEUS SALES DOS SANTOS

ROBERTO GODINHO

VIVIANE APARECIDA DE OLIVEIRA

WILSON ACQUAVIVA

RELATORIO ELABORADO POR: JESUINO ROMANO

MARIA HELENA R.B.MARTINS

ROBERTO GODINHO

COORDENAÇÃO DO PROGRAMA: ARLINDO PHILIPPI JR.

COORDENAÇÃO DO PROJETO: CLAUDIO DARWIN ALONSO

EDUARDO

PÁG.

APRESENTAÇÃO.....	1
1. INTRODUÇÃO.....	2
1.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS.....	2
1.2. TOPOGRAFIA.....	2
1.3. METEOROLOGIA.....	2
1.4. DADOS HISTÓRICOS.....	3
2. MODELO RECEPTOR.....	3
3. PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DO ESTUDO.....	6
3.1. LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES.....	6
3.2. REDE DE AMOSTRAGEM.....	6
3.3. PERÍODO DE COLETA.....	6
3.4. NÚMERO DE AMOSTRAS COLETADAS.....	9
4. METODOLOGIA.....	9
4.1. AMOSTRAGEM.....	9
4.2. ANÁLISE.....	9
5. AMOSTRAGEM AMBIENTAL.....	10
5.1. AMOSTRADOR DE GRANDES VOLUMES.....	10
5.2. AMOSTRADOR DE PEQUENOS VOLUMES.....	10
5.3. AMOSTRADOR DICOTÔMICO.....	10
6. AMOSTRAGEM DE MATERIAL PARTICULADO EM FONTES MÓVEIS.....	12
6.1. VEÍCULOS MÓVIDOS A ETANOL OU GASOL.....	12
6.2. VEÍCULOS MÓVIDOS A DIESEL.....	14
6.3. TUNEL.....	14
7. AMOSTRAGEM DE MATERIAL PARTICULADO EM FONTES FIXAS.....	14
7.1. AMOSTRAGEM DE POEIRA DE RUA.....	16
7.2. AMOSTRAGEM DE TERRA.....	16
7.3. AMOSTRAGEM DE AEROSSOL MARINHO.....	16
7.4. AMOSTRAGEM DE ÓLEO COMBUSTÍVEL.....	20
7.5. ASSINATURA DE FONTES.....	20
8. ANÁLISES LABORATORIAIS.....	23
8.1. ANÁLISE GRAVIMÉTRICA.....	23
8.1.1. AMOSTRADOR DE GRANDES VOLUMES.....	23
8.1.2. AMOSTRADOR DE PEQUENOS VOLUMES E AMOSTRADOR DICOTÔMICO.....	23
8.2. ANÁLISE DE ELEMENTOS-ESPECTROMETRIA DE RAIOS-X.....	23
8.3. ANÁLISE DE ANIÔNS-CROMATOGRAFIA IÔNICA.....	25
8.4. ANÁLISE DE MATERIAL CARBONACEO.....	26
9. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS.....	28
9.1. A APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	28
9.2. ARQUIVO DE FONTES.....	32
9.3. CONSIDERAÇÃO SOBRE FONTES.....	32
9.3.1. VEÍCULOS.....	33
10. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS.....	33
11. FONTES DE MATERIAL CARBONACEO.....	66
12. CONCLUSÕES.....	79
13. RECOMENDAÇÕES.....	80
14. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	82

OBS: O RELATÓRIO ECA/GSP Nº 3 É COMPOSTO DE 5 VOLUMES, SENDO QUE OS VOLUMES DE Nº 2 A Nº 5 CONTEM OS BALANÇOS DE MASSAS QUÍMICAS DAS SEGUINTE ESTAÇÕES: Nº 2-OSASCO, Nº 3-IBIRAPUERA, Nº 4-S. CAETANO, Nº 5-P. D. PEDRO.

LISTA DE FIGURAS

Nº	TITULO	F46.
1	MODELOS DE EMISSÃO E RECEPÇÃO.....	4
2	LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES AMOSTRADORAS.....	7
3	AMOSTRADOR DICOTOMICO.....	11
4	AMOSTRAGEM DE MATERIAL PARTICULADO EM VEICULOS.....	13
5	AMOSTRAGEM DE MATERIAL PARTICULADO EM VEICULOS.....	13
6	AMOSTRAGEM NO INTERIOR DO TUNEL 9 DE JULHO.....	15
7	SISTEMA DE AMOSTRAGEM DE CHAMINE.....	16
8	COLETOR DE POEIRA DE RUA.....	18
9	CÂMARA DE RESSUSPENSÃO.....	19
10	ASSINATURA DA FONTE DE AEROSSOL MARINHO.....	21
11	ASSINATURA DA FONTE DE ROCHA FOSFÁTICA.....	22
12	ESQUEMA DO ANALISADOR DE CARBONO.....	24
13	BALANÇO DE MASSAS QUÍMICAS APRESENTADO NA FORMA TABULAR.....	29
14	BALANÇO DE MASSAS QUÍMICAS APRESENTADO NA FORMA DE HISTOGRAMA (RELAÇÃO ENTRE ELEMENTOS).....	30
15	BALANÇO DE MASSAS QUÍMICAS APRESENTADO NA FORMA DE "PIZZA".....	31
16	CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DAS FONTES-OSASCO-FINO.....	50
17	CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DAS FONTES-IBIRAPUERA-FINO.....	51
18	CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DAS FONTES-SAO CAETANO-FINO.....	52
19	CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DAS FONTES-P.D.PEDRO-FINO.....	53
20	CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DAS FONTES-OSASCO-GROSSO.....	54
21	CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DAS FONTES-IBIRAPUERA-GROSSO.....	55
22	CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DAS FONTES-SAO CAETANO-GROSSO.....	56
23	CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DAS FONTES-P.D.PEDRO-GROSSO.....	57
24	CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DAS FONTES-OSASCO-INALÁVEL.....	58
25	CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DAS FONTES-IBIRAPUERA-INALÁVEL.....	59
26	CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DAS FONTES-SAO CAETANO-INALÁVEL.....	60
27	CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DAS FONTES-P.D.PEDRO-INALÁVEL.....	61
28	CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DAS FONTES-OSASCO-TOTAL.....	62
29	CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DAS FONTES-IBIRAPUERA-TOTAL.....	63
30	CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DAS FONTES-SAO CAETANO-TOTAL.....	64
31	CONTRIBUIÇÃO MÉDIA DAS FONTES-P.D.PEDRO-TOTAL.....	65

LISTA DE QUADROS

Nº	TÍTULO	PÁG.
1	LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM.....	7
2	ESQUEMA GERAL DO ESTUDO.....	3
3	NUMERO DE AMOSTRAS COLETADAS NO ESTUDO.....	9
4	CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO DO ANALISADOR DE FLUORESCENCIA DE RAIQ-X.....	24
5	CONDIÇÕES DE ANÁLISE DO MATERIAL CARBONACEO.....	27
6	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - FRAÇÃO FINA-OSASCO.....	34
7	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - FRAÇÃO FINA-IBIRAPUERA.....	35
8	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - FRAÇÃO FINA-SAO CAETANO.....	36
9	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - FRAÇÃO FINA-P.D.PEDRO.....	37
10	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - FRAÇÃO GROSSA-OSASCO.....	38
11	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - FRAÇÃO GROSSA-IBIRAPUERA.....	39
12	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - FRAÇÃO GROSSA-SAO CAETANO.....	40
13	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - FRAÇÃO GROSSA-P.D.PEDRO.....	41
14	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - FRAÇÃO INALAVEL-OSASCO.....	42
15	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - FRAÇÃO INALAVEL-IBIRAPUERA.....	43
16	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - FRAÇÃO INALAVEL-SAO CAETANO.....	44
17	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - FRAÇÃO INALAVEL-P.D.PEDRO.....	45
18	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - FRAÇÃO TOTAL-OSASCO.....	46
19	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - FRAÇÃO TOTAL-IBIRAPUERA.....	47
20	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - FRAÇÃO TOTAL-SAO CAETANO.....	48
21	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - FRAÇÃO TOTAL-P.D.PEDRO.....	49
22	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ORGANICO-FINO-OSASCO.....	67
23	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ELEMENTAR-FINO-OSASCO.....	67
24	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ORGANICO-FINO-IBIRAPUERA.....	68
25	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ELEMENTAR-FINO-IBIRAPUERA.....	68
26	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ORGANICO-FINO-SAO CAETANO.....	69
27	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ELEMENTAR-FINO-SAO CAETANO.....	69
28	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ORGANICO-FINO-P.D.PEDRO.....	70
29	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ELEMENTAR-FINO-P.D.PEDRO.....	70
30	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ORGANICO-GROSSO-OSASCO.....	71
31	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ELEMENTAR-GROSSO-OSASCO.....	71
32	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ORGANICO-GROSSO-IBIRAPUERA.....	72
33	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ELEMENTAR-GROSSO-IBIRAPUERA.....	72
34	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ORGANICO-GROSSO-SAO CAETANO.....	73
35	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBOBO ELEMENTAR-GROSSO-SAO CAETANO.....	73
36	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ORGANICO-GROSSO-P.D.PEDRO.....	74
37	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ELEMENTAR-GROSSO-P.D.PEDRO.....	74
38	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ORGANICO-TOTAL-OSASCO.....	75
39	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ELEMENTAR-TOTAL-OSASCO.....	75
40	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ORGANICO-TOTAL-IBIRAPUERA.....	76
41	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBOBO ELEMENTAR-TOTAL-IBIRAPUERA.....	76
42	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ORGANICO-TOTAL-SAO CAETANO.....	77
43	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ELEMENTAR-TOTAL-SAO CAETANO.....	77
44	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ORGANICO-TOTAL-P.D.PEDRO.....	78
45	CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES - CARBONO ELEMENTAR-TOTAL-P.D.PEDRO.....	78

APRESENTAÇÃO

As medições de material particulado em suspensão na atmosfera da Grande São Paulo tem mostrado que este poluente apresenta violações de padrão na maioria das estações medidoras, sendo hoje o poluente que tem merecido a maior atenção.

Visando a redução de material particulado a CETESB elaborou um plano de controle de emissões das fontes estacionárias, que é parte integrante do PROCOP - Programa de Controle de Poluição que possui sustentação econômica tanto nacional como internacional.

O Programa de Assistência Técnica do PROCOP (PAT/PROCOPT) possui entre outros, o sub-programa "Estudo de Caracterização dos Aerossóis da Grande São Paulo" - ECA/GSP^{1,2} - que na sua proposta inicial apresenta como objetivos:

a) - Conhecer as características físicas dos aerossóis quanto ao tamanho de partículas nas seguintes categorias:

- Poeira total em suspensão (menores que 30 μm)
- Poeiras inaláveis (menores que 10 μm)
- Poeiras inaláveis grossas (entre 2,5 e 10 μm)
- Poeiras inaláveis finas (menores que 2,5 μm)

b) - Caracterizar as poeiras quanto a composição química.

c) - Identificar e quantificar os elementos tóxicos presentes nos aerossóis.

d) - Identificar quais as principais fontes emissoras de material particulado bem como quantificar suas participações na formação da poluição em São Paulo, com uso de modelo receptor.

O presente relatório é o terceiro da série ECA/GSP^{2,3} e apresenta os resultados provenientes de identificação e das principais fontes emissoras de material particulado na Grande São Paulo.

CETESB - COMISSÃO AMBIENTAL
DE SÃO PAULO

.02.

1. INTRODUÇÃO

1.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

A Região da Grande São Paulo é uma das maiores zonas industriais do país. Ocupa uma área de cerca de 8.000 km² e possui uma população de aproximadamente 15,3 milhões de habitantes⁴.

Como acontecem em muitos centros urbanos e industriais, tanto o crescimento da população quanto o industrial baseou-se mais na iniciativa local e na disponibilidade de recursos e comunicações, do que em qualquer tipo de planejamento acarretando um problema de poluição generalizado na cidade.

1.2. TOPOGRAFIA

A topografia da grande São Paulo é caracterizada por elevações que chegam a atingir de 650 a 1200 m de altitude acima do nível do mar. No lado sul a área é limitada por duas alas de montanhas denominadas Serra do Mar e Serra de Paranapiacaba. A região urbana é conhecida como Planalto Paulista e tem uma área de 5000 km² com altitude variando entre 715 e 900 m. A topografia em geral é bastante complexa e o fluxo de ar é fortemente influenciado pelas condições locais. Este fato é particularmente importante sob a influência do anticiclone com céu claro, quando os movimentos atmosféricos na área são quase que exclusivamente dominados por fenômenos mesometeorológicos de origem local. Em consequência a região vem apresentando altos níveis de poluição atmosférica há bastante tempo, principalmente durante o inverno.

1.3. METEOROLOGIA

O clima da região pode ser definido como seco no inverno e úmido no verão. De setembro a abril, a área é dominada por um vento úmido do sul e ocorrência freqüente de sistemas frontais, resultando em precipitações e nuvens de baixa altitude com pouca radiação solar. Durante o inverno, formações de alta pressão no Oceano Atlântico leste dirigem-se para o norte, produzindo ventos fracos provenientes da costa, forte inversão térmica de subsistência e céu claro. A precipitação pluviométrica torna-se muito menos freqüente e os problemas de poluição aumentam.

As temperaturas na região variam de aproximadamente 8°C (média das mínimas) durante o inverno, a 30°C (média das máximas) durante o verão. A brisa marítima e as circulações entre a região plana e a montanha produzem forte variação diurna no campo do vento nos baixos níveis. Essas circulações diurnas são mais fortes durante os meses de verão, quando a incidência solar é mais intensa e de maior duração.

1.4. DADOS HISTORICOS

A concentração de poeira total em suspensão na Grande São Paulo é bastante elevada sendo que tanto o padrão para 24 horas ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) como o anual ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$)⁵ são excedidos em todas as estações o que caracteriza um problema de poeira bastante sério na região.

A CETESB vem desenvolvendo desde 1981 ações de controle em fontes fixas de emissão de material particulado. Com uma estimativa de 398 ton/dia em 1981 chegou-se a uma estimativa de 95ton/dia para 1988⁴, ou seja, a redução estimada neste período foi de 76%. Esta redução não refletiu na melhoria da qualidade do ar na região de forma significativa. Os dados coletados nas diferentes estações de amostragem revelam que durante este período a situação se manteve mais ou menos estável.

Tornou-se necessário então, um estudo que caracterizasse com precisão quais as fontes que contribuíam para a presença do material particulado encontrado na atmosfera. Para esta avaliação utilizou-se a técnica de modelos receptores com balanço de massas químicas (BMQ).

Para a realização deste estudo foram necessária as seguintes etapas:

- Revisão dos dados históricos de emissão e dados meteorológicos
- Amostragem das fontes representativas e dados ambientais
- Determinação quantitativa das maiores fontes que contribuem para o particulado usando BMQ
- Validação dos resultados do BMQ
- Recomendações para estratégias de controle.

2. MODELO RECEPTOR

A atmosfera urbana é um sistema extremamente complexo composto de gases e material particulado formados por uma enorme variedade de compostos orgânicos e inorgânicos.

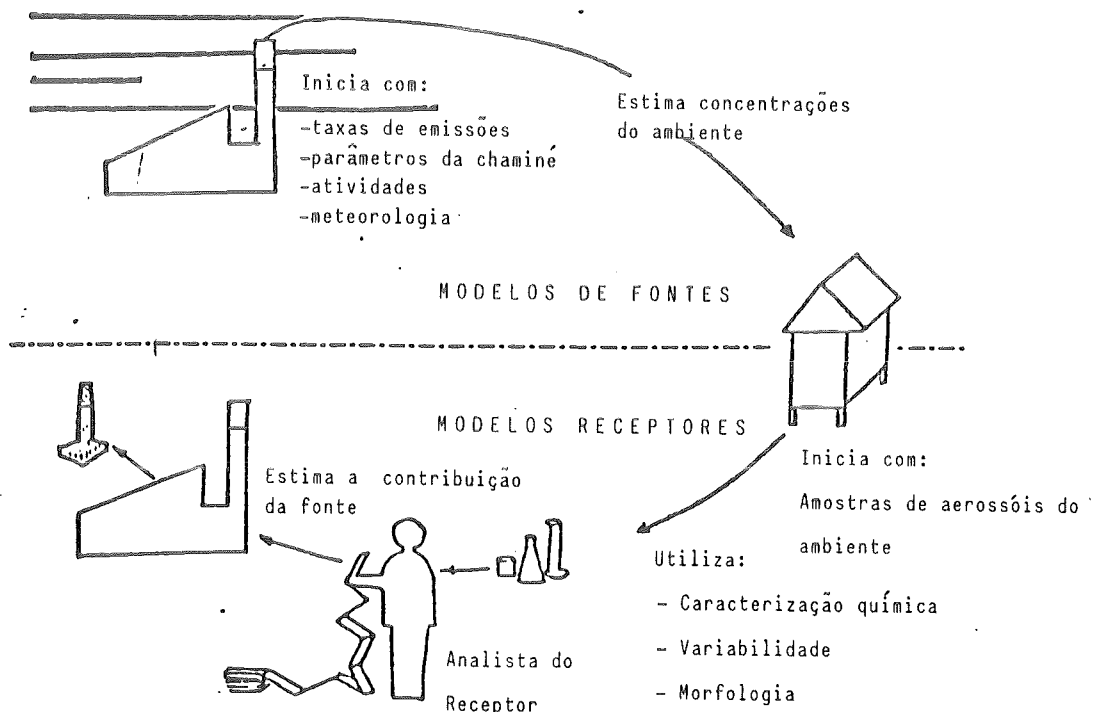
Tanto fontes naturais como antropogênicas contribuem para esta mistura. Para poder-se avaliar a contribuição das fontes individuais de poluição neste sistema, existem dois tipos de modelos: os modelos receptores e os de emissão (Fig. 1).

Os modelos de emissão partem das taxas de emissão e fatores de dispersão para fontes específicas e calculam o impacto destas fontes no sítio receptor.

Por outro lado os modelos receptores partem de medidas do aerossol no sítio receptor e avaliam a contribuição das fontes.

Os modelos receptores baseiam-se na conservação de massa e utilizam características do aerossol que são comuns tanto aos receptores quanto às fontes de emissão^{6,7,8,9}. Estas propriedades do aerossol podem ser tamanho de partícula, formato e cor, distribuição do tamanho de partícula, composição química, variações temporais e espaciais, etc. Podem ser agrupados basicamente em duas categorias: métodos químicos e métodos microscópicos.

FIGURA 1 - MODELOS E EMISSÃO E RECEPÇÃO



.05.

O BMQ modelo utilizado neste estudo é baseado na conservação da composição química relativa do aerossol desde o momento em que ele é emitido até sua chegada no sítio receptor. Considerando p fontes contribuindo cada uma com uma massa M_j no sítio receptor, então o total de massa coletada no filtro receptor é:

$$m = \sum_{j=1}^p M_j \quad (1)$$

Assume-se então que a massa depositada no filtro é uma contribuição linear de massa de cada fonte.

Considerando a massa de um elemento m_i temos:

$$m_i = \sum_{j=1}^p M_{ij} = \sum_{j=1}^p F'_{ij} M_j \quad (2)$$

Onde M_{ij} é a massa da espécie i originária da fonte j e F'_{ij} é a fração de massa da espécie i na fonte j como coletada no receptor.

$$\text{Assume-se que } F_{ij} = F'_{ij} \quad (3)$$

Onde F_{ij} é a fração da espécie química i emitida pela fonte j como coletada na fonte.

O grau de validade desta hipótese depende das propriedades físicas e químicas das espécies e suas tendências para modificações atmosféricas como condensações, volatilizações, reações químicas, sedimentação, etc.

A validade desta hipótese é maior se as fonte e as amostras ambientais são classificadas por tamanho, e se as amostras das fontes são coletadas a temperaturas próximas ao ambiente.

Substituindo a equação (3) na equação (2) e dividindo a equação (2) por m , sendo m a massa coletada no sítio receptor tem-se:

$$\frac{m_i}{m} = \sum_{j=1}^p F_{ij} \frac{m_j}{m} \quad (4)$$

$$\text{ou } C_i = \sum_{j=1}^p F_{ij} S_j \quad (5)$$

Onde C_i é a concentração da espécie i medida no sítio receptor e S_j é a contribuição da fonte j .

.06.

Se são conhecidos C_i e F_{ij} , no receptor para as p fontes que são suspeitas de afetarem o sítio receptor e se $p < n$, onde n é o número de espécies químicas quantificadas, então, tem-se um conjunto de n equações simultâneas onde S_j pode ser calculada através do método dos mínimos quadrados¹⁰.

3. PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DO ESTUDO

3.1. LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES

O estudo foi realizado em 4 locais de coleta distribuídos na região metropolitana da Grande São Paulo, de modo a se obter dados em regiões de diferentes uso de solo. A localização das 4 estações amostradoras é mostrada na Figura 2. O quadro 1 descreve os locais e tipo de uso do solo.

QUADRO 1 - LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE AMOSTRAGEM

NOME	ENDEREÇO	USO DO SOLO
SAO CAETANO	Praça Itália Município: S.C. do Sul	INDUSTRIAL/RESIDENCIAL/COMERCIAL
PARQUE D. PEDRO	Parque D. Pedro II Município: São Paulo	COMERCIAL
IBIRAPUERA	Parque do Ibirapuera Município: São Paulo	PQ. PUBLICO EM AREA COMERCIAL
OSASCO	Praça 31 de Março Município: Osasco	INDUSTRIAL/RESIDENCIAL/COMERCIAL

3.2. REDE DE AMOSTRAGEM

Em cada local foram instalados os seguintes equipamentos:

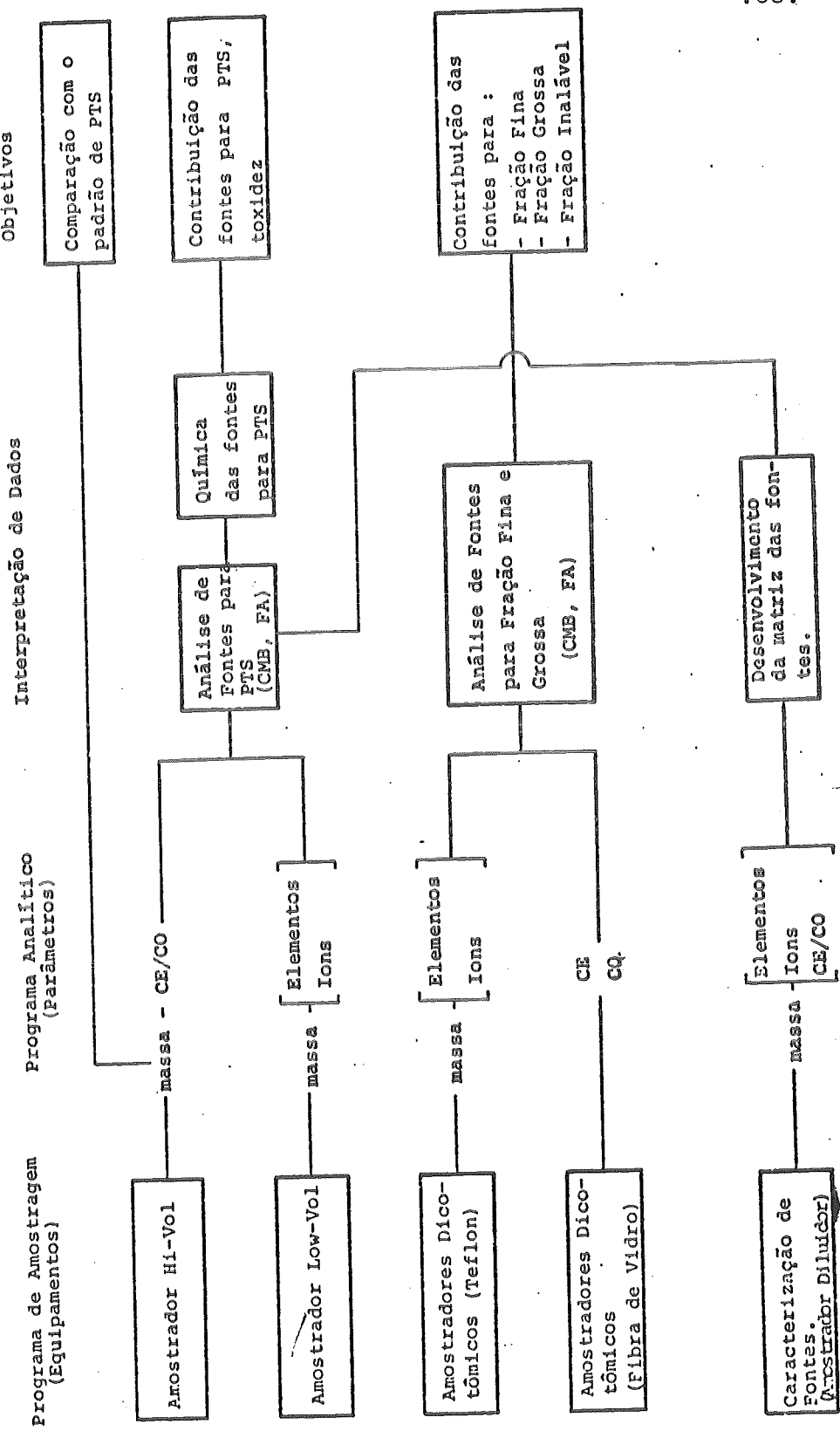
- a. 1 amostrador de grandes volumes
- b. 1 amostrador de pequenos volumes
- c. 1 amostrador dicotômico com filtros de teflon
- d. 1 amostrador dicotômico com filtros de fibra de vidro

A captação da poeira deu-se a 3 m do nível do solo. No Quadro 2 é mostrado um esquema geral do estudo desenvolvido.

3.3. PERÍODO DE COLETA

As amostragens foram iniciadas em novembro de 1986 e finalizadas em outubro de 1987, totalizando 12 meses de coleta. As amostras foram coletadas a cada 6 dias por um período contínuo de 24 horas.

QUADRO 2 - ESQUEMA GERAL DO ESTUDO



3.4. NUMERO DE AMOSTRAS COLETADAS

O Quadro abaixo apresenta o total de amostras coletadas durante o periodo de estudo.

QUADRO 3 - NUMERO DE AMOSTRAS COLETADAS NO ESTUDO

AMOSTRADOR	N° DE AMOSTRAS
Grandes Volumes	240
Pequenos Volumes	240
Dicotômico(grosso/teflon)	240
Dicotômico(fino/teflon)	240
Dicotômico(grosso/fibra de vidro)	240
Dicotômico(fino/fibra de vidro)	240
TOTAL	1440 AMOSTRAS

4. METODOLOGIA

Na realização deste estudo foram utilizadas as seguintes técnicas:

4.1. AMOSTRAGEM

a). Amostrador de grandes volumes para coleta de poeira total em suspensão (PTS) em filtro de fibra de vidro

b). Amostrador de pequenos volumes - para coleta de PTS em filtro de teflon¹.

c). Amostrador dicotômico - para coleta de poeiras inaláveis (PI) em filtros de fibra de vidro e teflon.

4.2. ANALISE

a). Micro-balança - para análise de massa do material coletado.

b). Espectrometria de fluorescência de raios-X para análise elementar de cerca de 30 elementos^{12, 13}.

c). Cromatografia iônica - para análise de ânions^{14, 15}.

d). Analisador de carbono - para análise de carbono orgânico e elementar^{16, 17, 18}.

.10.

Uma descrição mais completa dos métodos de coleta de amostras ambientais e de fontes, bem como de análises é apresentada a seguir.

5. AMOSTRAGEM AMBIENTAL

5.1. AMOSTRADOR DE GRANDES VOLUMES

O ar é aspirado continuamente sob uma vazão entre 1.13 a 1.70m³/minuto, passando por um filtro de fibra de vidro com área de filtração de 40.645 cm², onde partículas entre 0,1 e aproximadamente 30 µm ficam retidas. A concentração mássica da poeira total em suspensão é calculada medindo-se gravimetricamente a massa de poeira coleta, e o volume de ar amostrado. Esta amostra foi utilizada também para as análises de carbono elementar e carbono orgânico.

5.2. AMOSTRADOR DE PEQUENOS VOLUMES

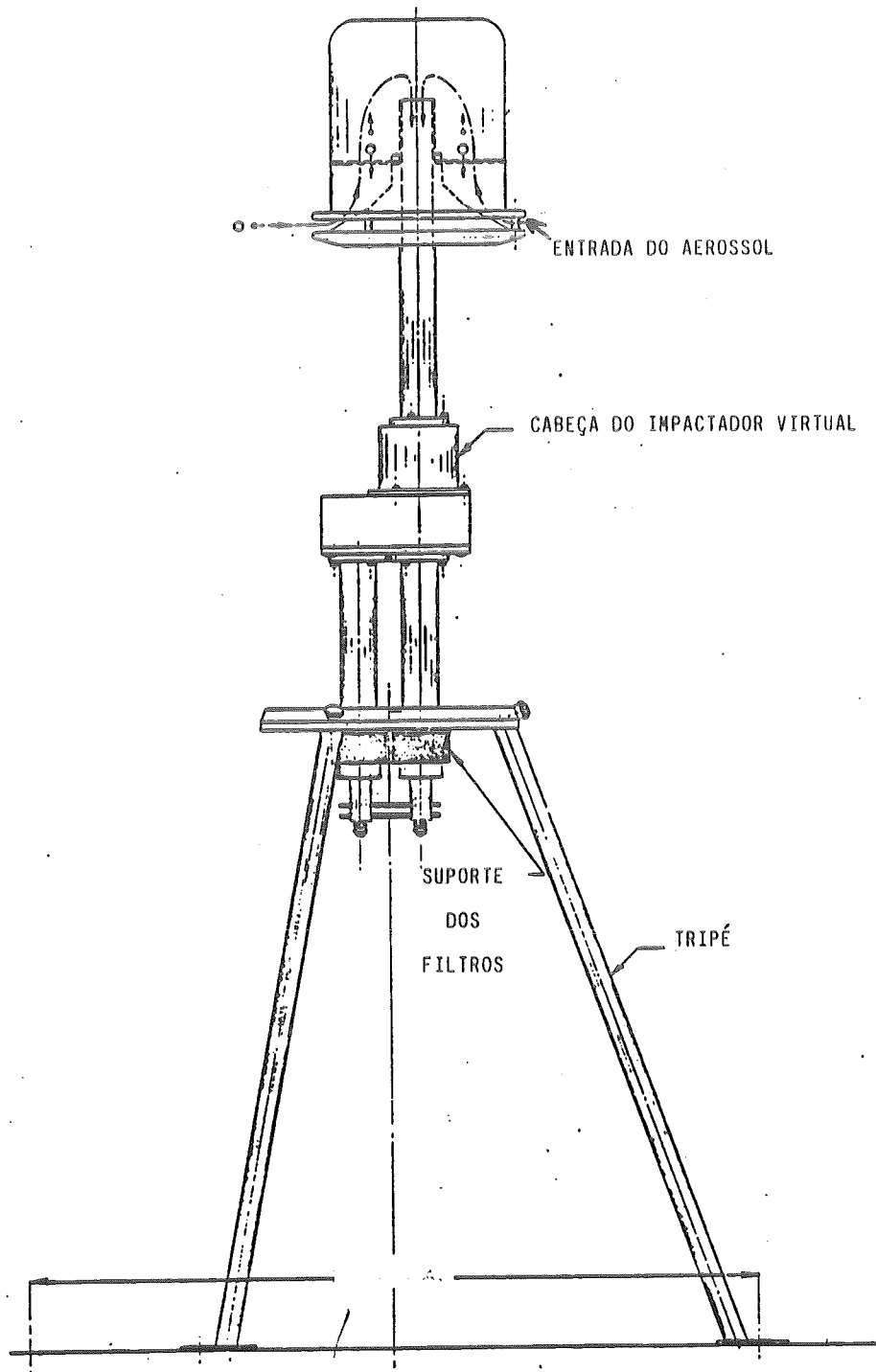
O ar é aspirado continuamente sob uma vazão entre 25 e 30 litros por minuto, passando por um filtro de teflon com área de filtração de 13,8 cm², retendo as partículas menores que aproximadamente 30µm. Esse amostrador assim operado permite a determinação da concentração mássica de poeira total em suspensão e análise de elementos por fluorescência de raio-X.

5.3. AMOSTRADOR DICOTOMICO

O amostrador dicotômico é um impactador virtual que separa aerodinamicamente partículas em frações de tamanho correspondente a moda fina e grossa da distribuição normal de tamanho de partículas do ar ambiente¹¹.

Para tanto o ar é aspirado continuamente sob uma vazão de 16,7 litros por minuto (lpm) penetrando na cabeça seletiva a qual possui um diâmetro de corte de 10 µm. A vazão original (16.7 lpm) é dividida em duas outras vazões de 15,0 e 1,7 lpm separando partículas nas frações < 2,5 µm e entre 2,5 e 10µm respectivamente. A Figura 3 ilustra o funcionamento desse amostrador.

FIGURA 3 - AMOSTRADOR DICOTÔMICO



6. AMOSTRAGEM DE MATERIAL PARTICULADO EM FONTES MOVEIS

Para a coleta de material particulado emitido por fontes móveis (veículos), foram utilizadas 3 técnicas de coleta :

- a) - Veículos movidos a etanol ou gasolina/etanol 23% (gasol)
- b) - Veículos a diesel
- c) - Túnel

6.1. VEICULOS MOVIDOS A ETANOL OU GASOL

Os ensaios de emissão foram realizados no laboratório de testes de veículos da CETESB, em dinamômetro hidráulico de chassis, utilizando-se as três fases do ciclo de condição urbana¹⁹.

Diversos veículos foram submetidos individualmente a coleta de poeira de suas emissões em seus respectivos escapamentos. Os gases e partículas emitidos pelo veículo percorriam um duto de aço inox, eram diluídos e resfriados por injeção de ar ambiente filtrado. O produto da exaustão já diluído era então insuflado até a câmara de resfriamento e coleta onde estavam instalados os amostradores. As Figuras 4 e 5 ilustram o sistema de coleta.

FIGURA 4 - AMOSTRAGEM DE MATERIAL PARTICULADO EM VEÍCULOS

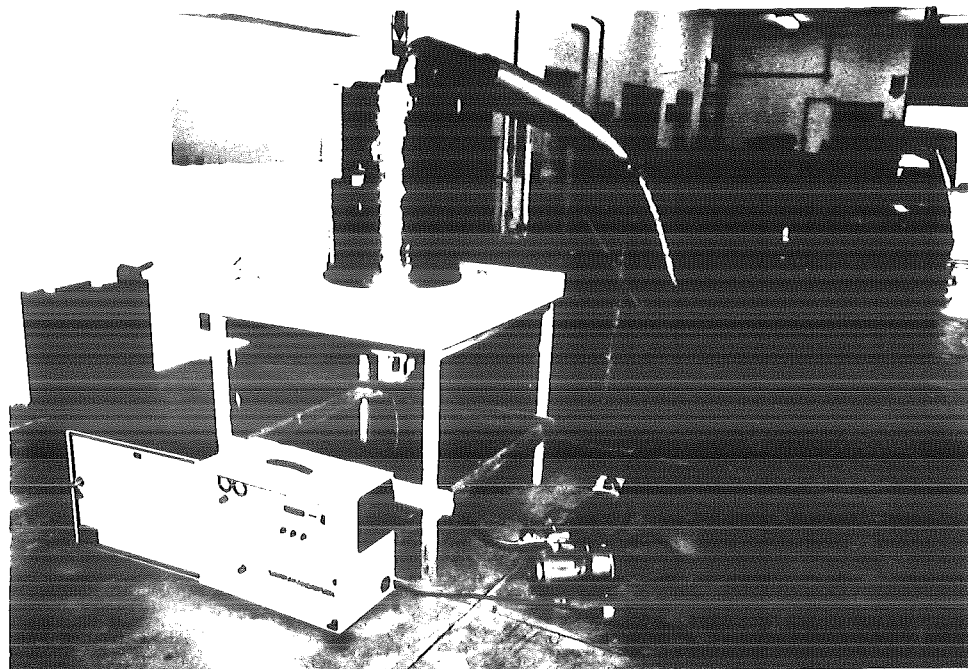
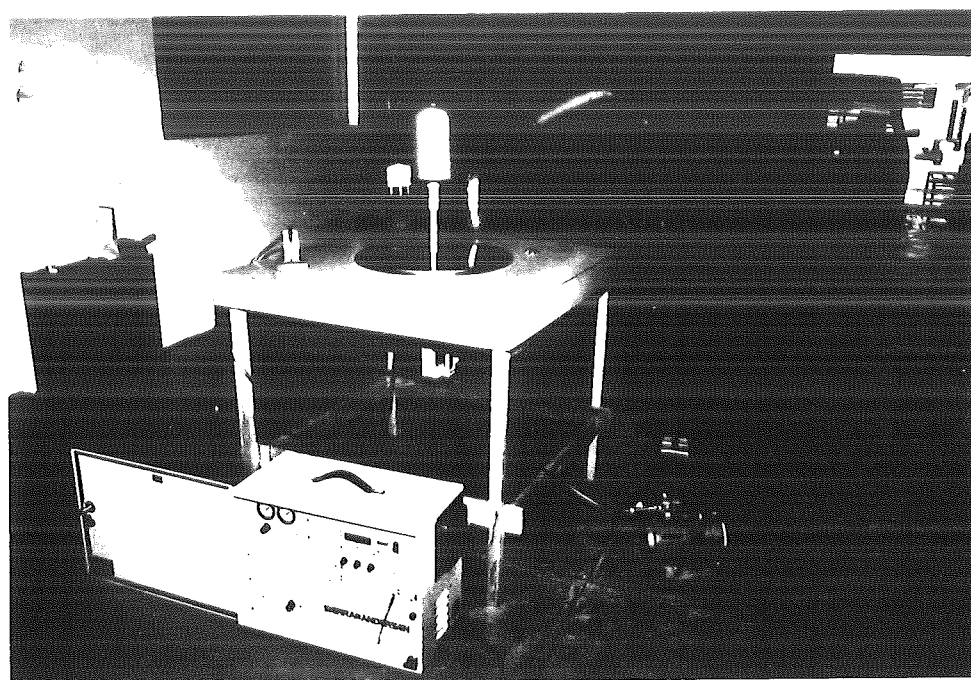


FIGURA 5 - AMOSTRAGEM DE MATERIAL PARTICULADO EM VEÍCULOS



6.2. VEICULOS MOVIDOS A DIESEL

As coletas foram realizadas na Companhia Municipal de Transporte Coletivo (CMTC) que possui um dinamômetro hidráulico de bancada para ensaio de motor marca Zolner tipo 4M22, utilizado para amaciamento dos motores. O motor foi colocado no dinamômetro e submetido a diferentes tipos de carga. Na experiência, foram simuladas 3 condições de diferentes cargas no motor (zero kgf-1000 rpm; 20kgf-1800 rpm; e 32 kgf-2800 rpm), que correspondia ao denominado ponto morto, meia carga e carga máxima. Na saída da exaustão, adaptou-se uma bifurcação em forma de "y", na qual em um dos ramos havia injeção de ar de diluição filtrado, que misturado a fração exaurida do motor, chegava até a câmara de diluição e coleta.

6.3. TUNEL

Foram realizadas coletas de poeira em suspensão no interior do túnel 9 de Julho, onde a atmosfera foi considerada resultante da contribuição individual dos diferentes veículos movidos a álcool, gasol ou diesel. Foram instalados dois amostradores dicotômicos e dois amostradores de pequenos volumes equipados com filtros de fibra de vidro e teflon, a cerca de 20 metros antes da saída do túnel no sentido bairro-cidade. A Figura 6 ilustra a amostragem. Também foi coletada poeira do solo no interior do túnel através da metodologia descrita neste relatório

7. AMOSTRAGEM DE MATERIAL PARTICULADO EM FONTES FIXAS

O modelo receptor de balanço de massas químicas com referência a contribuição das fontes, assume que a composição dos aerossóis e partículas emitidos pelas fontes tem sua composição inalterada até o receptor. Quando os aerossóis são emitidos por uma fonte, ocorrem processos de resfriamento e diluição pelo ar atmosférico que podem alterar significativamente a distribuição de tamanho e composição química dos aerossóis.

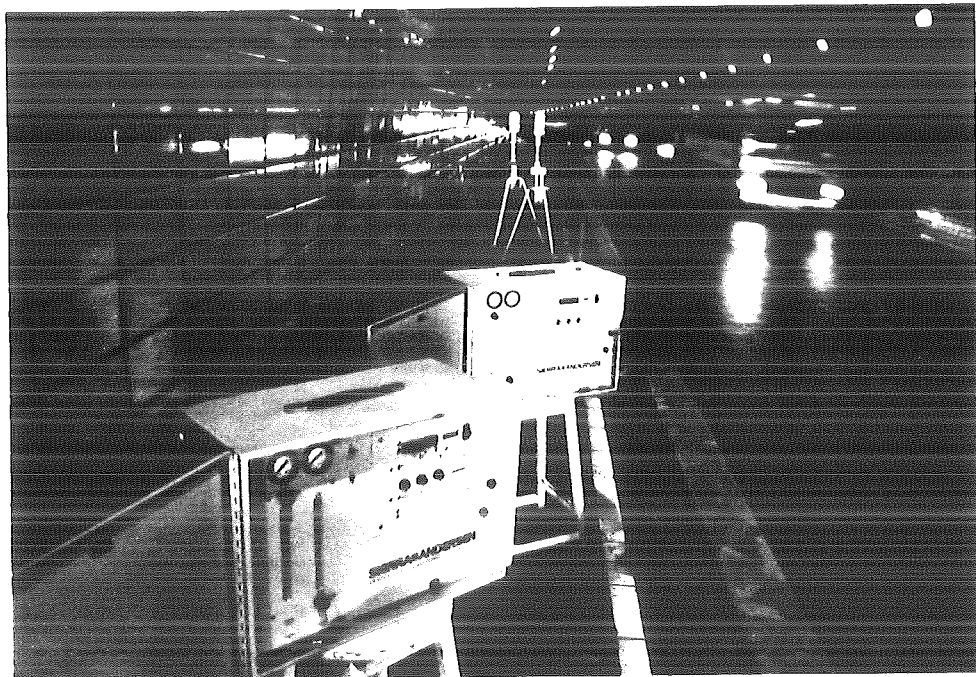
Para que esses processos fossem levados em consideração durante a amostragem, foi utilizado um sistema de diluição/resfriamento²⁰. Os princípios fundamentais inerentes ao sistema foram:

a) - Remoção isocinética do aerossol da chaminé de uma fontes industrial.

b) - Mistura e resfriamento dos aerossóis da fonte com excesso de ar ambiente filtrado.

c) - Coleta do particulado de tamanhos já definidos na câmara de diluição, sendo estes tamanhos compatíveis com método de coleta em partículas ambientais.

FIGURA 6 - AMOSTRAGEM NO INTERIOR DO TÚNEL 9 DE JULHO



O principal objetivo do sistema amostrador-diluidor é obter dados químicos representativos de emissões de material particulado de uma fonte na atmosfera. Neste modelo, as taxas de emissão não são importantes. O sistema de amostragem está ilustrado na Figura 7. Durante a coleta a amostra é aspirada continuamente da chaminé através do conjunto boquilha-sonda e é conduzida à câmara de diluição onde o ar succionado é diluído continuamente por um fluxo de ar ambiente filtrado, que tem sua vazão controlada. Uma fração dessa amostra diluída é aspirada por um amostrador dicotômico ligeiramente modificado, para fornecer amostras de fontes em frações de dois tamanhos ($< 2,5 \mu\text{m}$ e $2,5$ a $10 \mu\text{m}$), quais ficam retidas em filtros de teflon ou fibra de vidro.

7.1. AMOSTRAGEM DE POEIRA DE RUA

A literatura tem mostrado que em estudos de poeira em suspensão da atmosfera em áreas urbanas, a ressuspensão de poeira de rua produzida pelo tráfego de veículos é significativa. Com o objetivo de se realizar a coleta, utilizou-se um amostrador de grandes volumes modificado (Figura 8), que succiona a poeira do solo retendo-a num filtro de fibra de vidro $8 \times 10"$. Esta poeira é posteriormente transferida para um frasco apropriado e levada para o laboratório. Foram coletadas poeiras junto às sarjetas e ao meio-fio de ruas próximas a estações amostradoras. As amostras foram secadas a 90°C em estufa e peneiradas de modo a se obter duas frações finais ($< 75 \mu\text{m}$ e $< 38 \mu\text{m}$). Essas frações de poeira foram ressuspensas em câmara especialmente construída (Figura 9) e coletadas em amostrador dicotômico ou amostrador de pequenos volumes.

7.2. AMOSTRAGEM DE TERRA

Em alguns locais em que havia grandes extensões de solo exposto nos arredores da estação amostradora, a terra foi coletada para se estudar sua possível contribuição na formação da poeira em suspensão, em função de ações do vento. Esse material sofreu o mesmo procedimento de laboratório descrito em 7.1.

7.3. AMOSTRAGEM DE AEROSSOL MARINHO

A água do mar foi coletada em frascos apropriados e levada ao laboratório da CETESB onde o líquido foi transferido para um nebulizador, gerando aerossol marinho que foi impregnado em filtro de teflon formando uma fina camada sobre o mesmo.

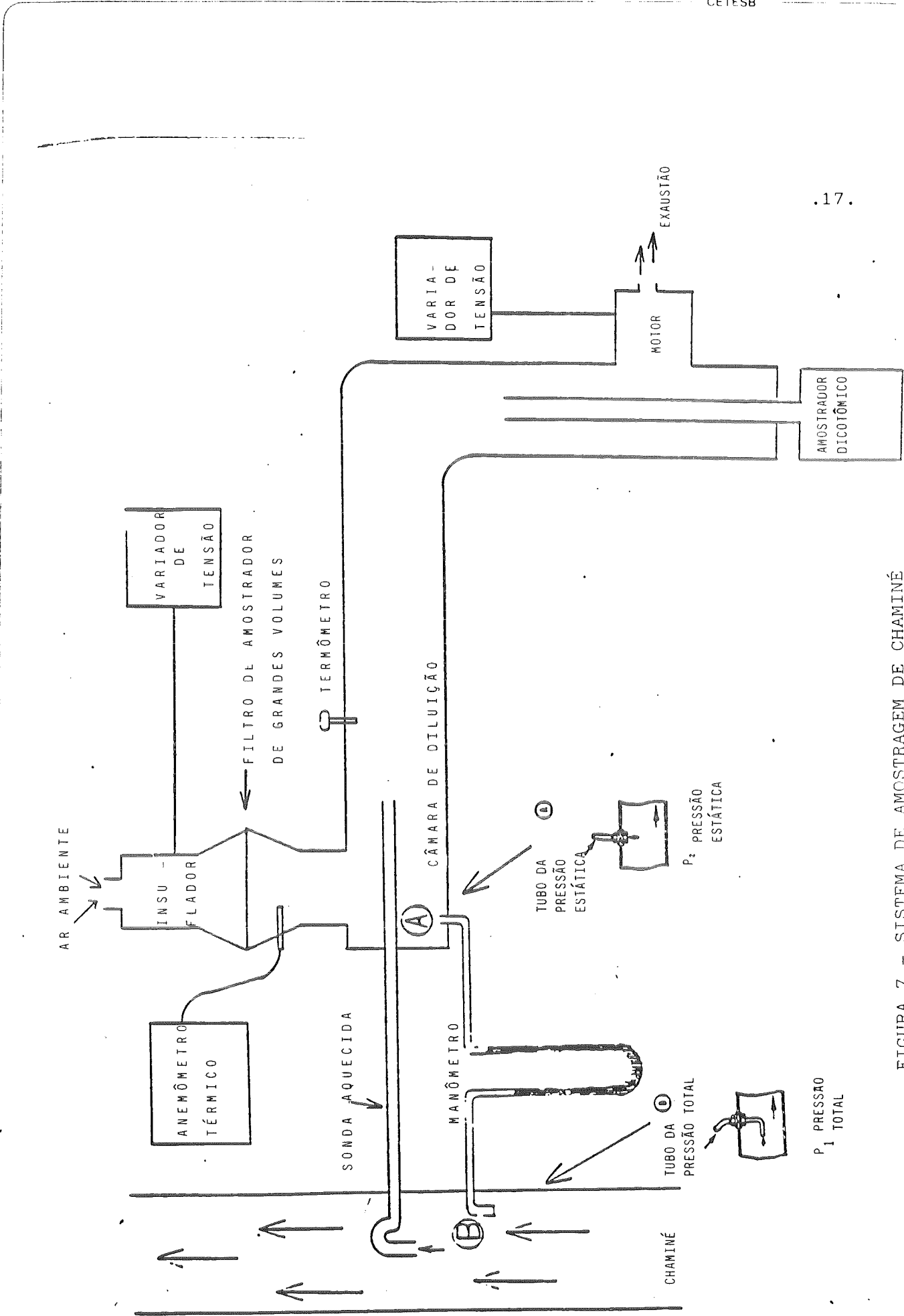


FIGURA 7 - SISTEMA DE AMOSTRAGEM DE CHAMINÉ

FIGURA 8 - COLETOR DE POEIRA DE RUA

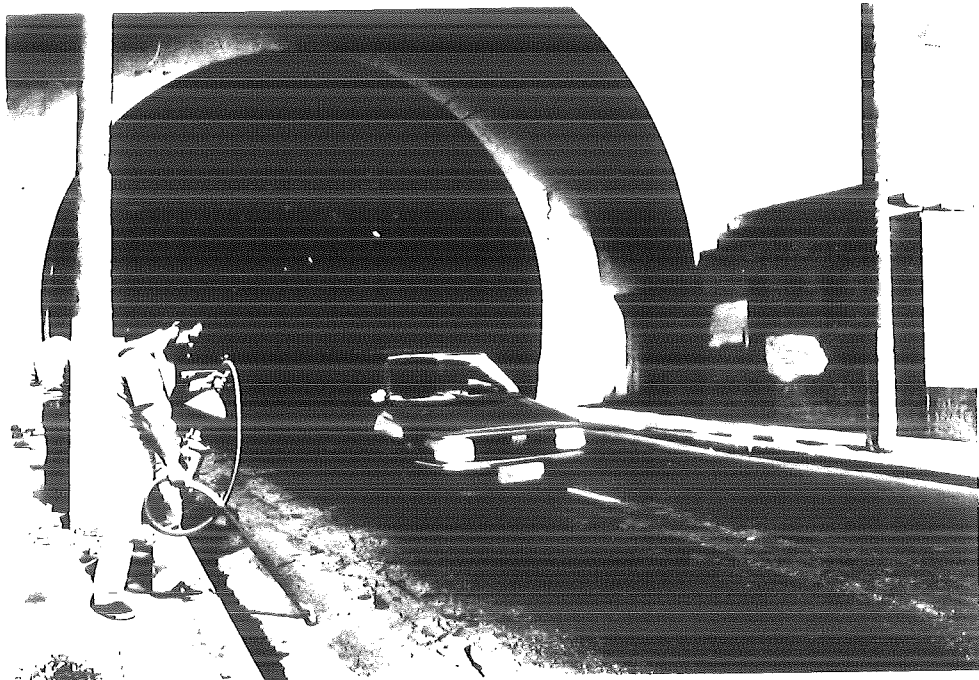
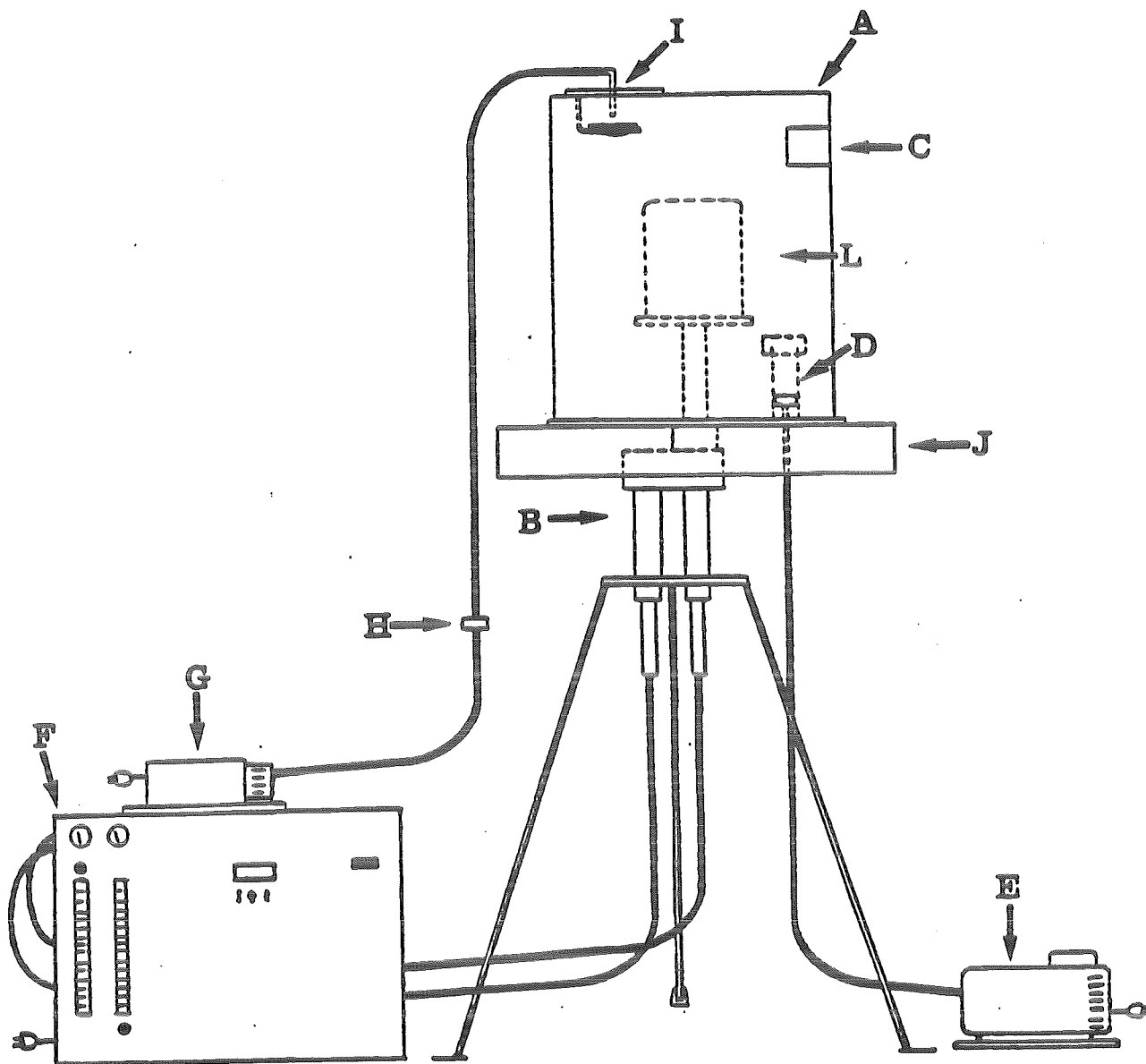


FIGURA 9 - CÂMARA DE RESSUSPENSÃO



- A - CÂMARA DE RESSUSPENSÃO
- B - AMOSTRADOR DICOTÔMICO
- C - FILTRO DA ENTRADA DO AR DE DILUIÇÃO
- D - SUPORTE DE FILTRO DO AMOSTRADOR DE PEQUENOS VOLUMES
- E - BOMBA DO AMOSTRADOR DE PEQUENOS VOLUMES
- F - UNIDADE DE CONTROLE DO AMOSTRADOR DICOTÔMICO
- G - BOMBA DE AR INSUFLADORA PARA RESSUSPENSÃO
- H - FILTRO DE AR DA LINHA
- I - DISPOSITIVO SUPORTE PARA VIDRO DE RELÓGIO
- J - PLATAFORMA DE RESSUSPENSÃO
- L - CABEÇA COLETORA DO AMOSTRADOR DICOTÔMICO

CETESB - CIA. DE LICENÇAS E CONTROLE AMBIENTAL
 25.1.1981

7.4. AMOSTRAGEM DE OLEO COMBUSTIVEL

A CETESB possuía assinatura de fontes de óleo combustível com baixo teor de enxofre desde o estudo efetuado em Cubatão em 1984. Tendo em vista que mais de 50% do óleo combustível consumido na região metropolitana de São Paulo corresponde ao óleo combustível com alto teor de enxofre decidiu-se pela obtenção de assinatura de fonte da queima deste óleo, utilizando metodologia de coleta já descrita.

7.5. ASSINATURA DE FONTES

A título de ilustração são apresentadas duas assinaturas de fontes na forma de histograma nas figuras 10 e 11. Estas figuras correspondem as fontes de aerossol marinho (mar) e rocha fosfática. Os elementos estão em porcentagem em relação a massa total de particulado. Para caracterização de fontes é importante a porcentagem dos elementos, bem como suas relações.

FIGURA 10 - ASSINATURA DA FONTE DE AEROSOL MARINHO

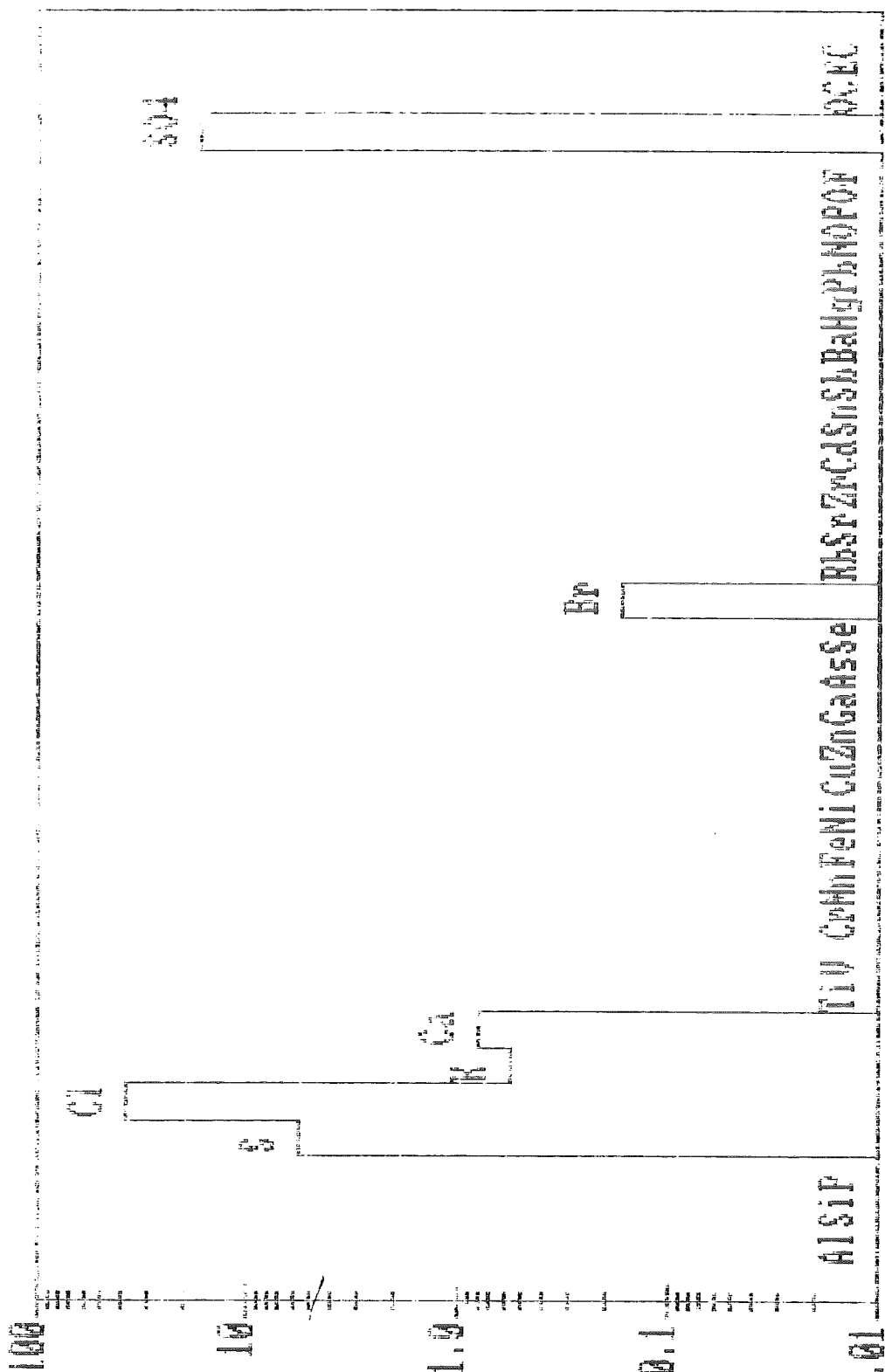
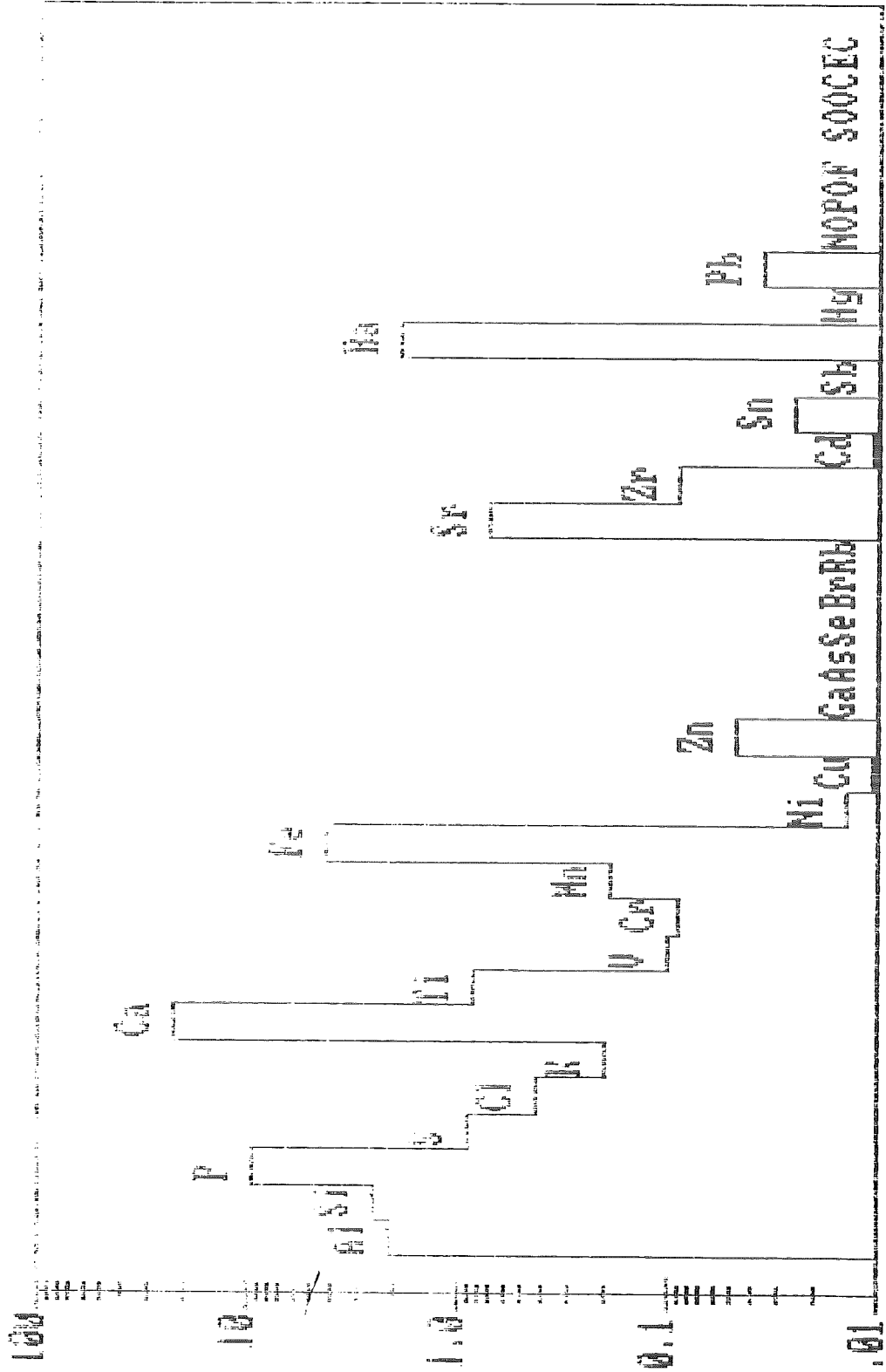


FIGURA 11 - ASSINATURA DA FONTE DE ROCHA FOSFÁTICA



3. ANALISES LABORATORIAIS

3.1. ANALISE GRAVIMETRICA

Foram determinadas as massas de material coletado nos filtros, para tanto estes foram pesados antes e após a amostragem.

3.1.1. Amostrador de grandes volumes

Neste amostrador foram utilizados filtros de fibra de vidro condicionados por 24 horas em uma estufa especial onde a temperatura permanece na faixa de 20 a 25°C e a umidade relativa em torno de 40%. Este tratamento foi aplicado aos filtros tanto antes como após a amostragem. A pesagem foi efetuada em balança Torball com sensibilidade de 0,1mg. O controle de qualidade da pesagem foi efetuado pela verificação de zero antes e após a pesagem de cada 12 filtros.

3.1.2. Amostrador de pequenos volumes e amostrador dicotômico

Os filtros de teflon utilizados foram condicionados antes e após a amostragem em uma câmara de acrílico com umidade relativa controlada (40%) e temperatura entre 20 e 25°C. Nesta câmara estava instalada uma micro-balança Mettler com sensibilidade de mais ou menos 1 µg. Imediatamente antes da pesagem os filtros tiveram suas cargas eletrostáticas anuladas pela ação de uma fonte alfa de Po.

Um rigoroso controle de qualidade foi efetuado para garantia dos resultados visto que as massas amostradas eram muito pequenas (da ordem de microgramas). Um filtro não amostrado foi utilizado como referência durante todo o estudo, servindo para demonstrar se a balança não possuía variabilidade de pesagem durante a operação. Tal filtro tinha sua massa avaliada antes e após o conjunto de filtros que eram pesados. Uma variação maior que 10 µg entre a pesagem inicial e final do filtro controle implicava numa repesagem do lote inteiro.

3.2. ANALISE DE ELEMENTOS - ESPECTROMETRIA DE RAIOS-X

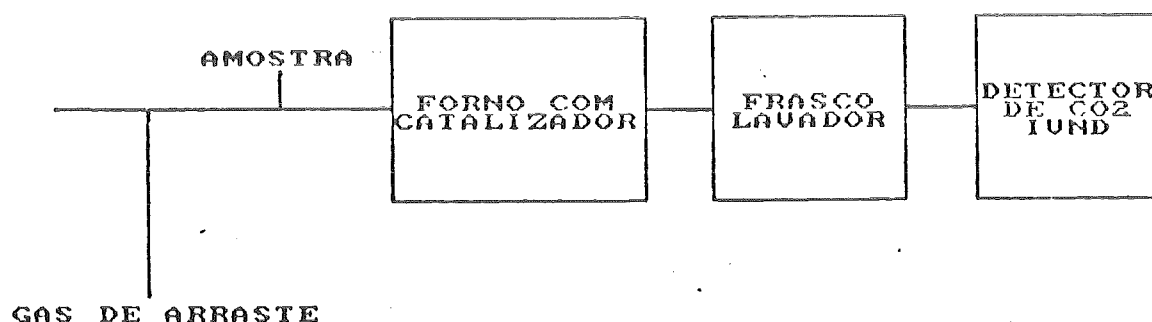
Os filtros de teflon contendo as poeiras coletadas pelos amostradores dicotômicos e pequenos volumes, foram analisados pela técnica de fluorescências de Raio-X utilizando um analisador ORTEC TEFA III - Modelo 6143-60. As amostras foram manuseadas em ambiente asséptico (capela de fluxo laminar) com uso de luvas, para evitar possível contaminação. Para análise de cada amostra foram utilizadas 3 condições de excitação (ver QUADRO 4), sendo que cada excitação foi escolhida para otimizar a sensibilidade de um grupo de diferentes elementos.

3.4. ANALISE DE MATERIAL CARBONACEO

Foram analisados carbono total e orgânico, sendo o elementar obtido pela diferença aritmética dos mesmos.

Uma aliquota de 0,126 cm² do filtro de fibra de vidro onde foi coletado o material particulado foi cortada com uma punção e inserida num bote de platina sob um fluxo de gás de arraste (2% de oxigênio em argônio). Inseriu-se então o bote em um tubo de quartzo instalado dentro de um forno, onde ocorreu volatilização e combustão do material carbonáceo sendo total oxidação garantida pela passagem sobre um catalizador de CuO sólido. O CO₂ produzido passa por frasco lavador contendo solução de ácido fosfórico (PH=2) e é quantificado por um detector infra-vermelho não dispersivo (IVNP). O aparelho utilizado nesta análise foi DOHRMAN CARBON ANALYSER Modelo DC-85 modificado e esquematizado na figura 12.

FIG.12- ESQUEMA DA APARELHO DOHRMANN CARBON ANALYSER.



As condições de análise para determinação de carbono orgânico e carbono total estão descritas na tabela.

QUADRO 5 - CONDIÇÕES DE ANÁLISE DO MATERIAL CARBONACEO

CONDIÇÃO	CARBONO ORGANICO	CARBONO TOTAL
TEMP. DE OXIDAÇÃO (°C)	450	700
TEMP. DO CATALIZADOR	650-700	650-700
VAZAO DO GAS DE ARRASTE (ML/MIN)	200	200

Em ambos os casos a calibração do detector infra-vermelho foi feita injetando-se no bote 40 µl de uma solução padrão de biftalato de potássio com 2000 µgC/ml. A eficiência e vida útil do catalizador foram testadas injetando-se um padrão de carbonato de sódio com 2000 µgC/ml no frasco lavador de ácido fosfórico comparando-se seu resultado com o obtido com a injeção do padrão de biftalato de potássio.

9. CONSIDERAÇÕES SOBRE OS RESULTADOS

9.1. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Os resultados dos EMQ são apresentados em detalhes para cada amostra coletada nos apêndices de 1 a 4. Estes resultados são apresentados na forma tabular como mostrado na figura 13. Nas Figuras 14 e 15, estão ilustrados um histograma e uma "pizza" para a mesma amostra.

A forma tabular apresenta no topo da página o código de identificação do filtro (PTC 54), o tamanho da partícula (TOTAL), os "flags" que são observações ou anotações a respeito das amostras, o número e o nome da estação de monitoramento (3 São Caetano). Na linha seguinte são listados a data de amostragem (870802) para o dia 02 de agosto de 1987, a hora de início da amostragem (00) e o período de duração da amostragem (24 hs.). Na próxima linha tem-se o valor do chi quadrado (1,556) que mede a qualidade do ajuste do modelo, e o número graus de liberdade (10) que é a diferença entre o número elementos usados para ajuste e o número de fontes (19-9). A seguir são listadas a contribuição das fontes, concentração medida e calculada de cada elemento assim como sua relação. Neste exemplo, 9 fontes são identificadas e suas contribuições assim como incertezas são calculadas. A poeira de rua (PRUA) por exemplo contribui com $32,199 \pm 3,266 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de massa do particulado total ou seja $41,832 \pm 5,963\%$ da massa total medida ($77,0 \pm 7,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$). A massa total calculada foi ($78,205 \pm 8,046$) o que corresponde a $101,600 \pm 14,588\%$ da massa medida.

Os elementos assinalados com (*) são os elementos usados para ajuste do modelo. A concentração do Al é, por exemplo, $3,661 \pm 0,519 \mu\text{g}/\text{m}^3$ o que corresponde a $4,756\%$ de concentração total medida. A relação entre a concentração calculada e medida é $0,992 \pm 0,193$, sendo que o valor desejado da relação (1,0) está dentro da faixa de incerteza desta medida.

As relações (calculada/medida) de maior importância são as dos elementos usados como ajuste (*) porque estes elementos foram selecionados com base no seu poder de resolver as fontes, precisão analítica e outros fatores. Elementos traço de menor importância geralmente não são usados como elementos de ajuste porque suas concentrações são geralmente muito variáveis e sua análise não é muito precisa.

FIGURA 13 - BALANÇO DE MASSAS QUÍMICAS APRESENTADO NA FORMA TABULAR

SAMPLE ID: PTC54 PARTICLE SIZE: TOTAL
 FIELD FLAG: MASS FLAG: ANALYSIS FLAGS:
 SITE: 3 SAO CAETANO
 SAMPLE DATE: 870802 START TIME: .0 DURATION: 24.0 HOURS
 REDUCED CHI SQUARE: 1.556 DEGREES OF FREEDOM: 10

---	SOURCE	---	SIZE	---	UG/M3	---	PERCENT	---
	14	MAR	T		3.712+- .767		4.822+- 1.108	
	24	PRUA	T		32.199+- 3.266		41.832+- 5.963	
	27	VEICSP	T		8.464+- 4.212		10.996+- 5.582	
	5031	ACOEL	F		3.461+- .635		4.496+- .940	
	5118	GALVAN	T		.594+- .122		.772+- .177	
	5127	CARSEC	F		11.541+- 4.301		14.994+- 5.787	
	5110	SULSEC	F		7.970+- 2.985		10.354+- 4.015	
	5221	OLCOM	T		8.845+- 2.757		11.491+- 3.762	
	5208	RFOSFA	C		1.419+- .544		1.844+- .731	

	TOTAL:				78.205+- 8.046		101.600+- 14.588	

---	SPECIES	---	MEAS. UG/M3	---	%	---	CALC. UG/M3	---	CALC./MEAS.	---
	Al *		3.661+- .519		4.756		3.630+- .485		.992+- .193	Al
	Si *		5.679+- .805		7.378		6.832+- .899		1.203+- .233	Si
	P *		.417+- .094		.541		.314+- .040		.753+- .195	P
	S *		3.827+- .642		4.972		3.827+- .265		1.000+- .181	S
	Cl *		1.534+- .254		1.992		1.567+- .172		1.022+- .203	Cl
	K *		.785+- .112		1.020		.596+- .076		.759+- .145	K
	Ca *		1.742+- .247		2.263		1.566+- .130		.899+- .148	Ca
	Ti *		.244+- .040		.317		.242+- .033		.994+- .211	Ti
	V *		.113+- .021		.146		.098+- .011		.867+- .192	V
	Cr *		.163+- .027		.212		.093+- .049		.567+- .313	Cr
	Mn *		.331+- .050		.430		.353+- .032		1.066+- .188	Mn
	Fe *		2.797+- .397		3.634		3.214+- .280		1.149+- .191	Fe
	Ni *		.038+- .006		.049		.168+- .014		4.465+- .820	Ni
	Cu *		.076+- .011		.099		.039+- .004		.517+- .090	Cu
	Zn *		.593+- .084		.770		.593+- .049		1.000+- .164	Zn
	Ga *		.015+- .002		.019		.003+- .001		.198+- .080	Ga
	As *		< .021				.008+- .015		.000+- .000	As
	Se *		.002+- .001		.003		.001+- .002		.364+- .817	Se
	Br *		.011+- .002		.014		.010+- .004		.939+- .413	Br
	Rb *		.006+- .002		.008		.008+- .002		1.343+- .488	Rb
	Sr *		.021+- .003		.027		.025+- .003		1.186+- .234	Sr
	Zr *		.029+- .010		.038		.002+- .010		.086+- .348	Zr
	Cd *		.019+- .009		.025		.023+- .011		1.217+- .835	Cd
	Sn *		.022+- .012		.029		.001+- .015		.027+- .668	Sn
	Sb *		< .014				.027+- .019		2.223+- 3.001	Sb
	Ba *		.135+- .057		.176		.164+- .065		1.216+- .702	Ba
	Hg *		.023+- .007		.030		.010+- .006		.420+- .284	Hg
	Pb *		.152+- .022		.197		.083+- .009		.548+- .101	Pb
	NO3						.000+- .048			NO3
	PO4						.000+- .000			PO4
	F						.000+- .017			F
	SO4						6.518+- .594			SO4
	OC *		15.656+- 2.215		20.340		15.656+- 1.221		1.000+- .162	OC
	EC *		4.757+- .673		6.180		5.215+- .431		1.096+- .180	EC

MASS 77.0 +- 7.7

* FITTING SPECIES

FIGURA 14 - BALANÇO DE MASSAS QUÍMICAS APRESENTADO NA FORMA DE HISTOGRAMA (RELAÇÃO ENTRE ELEMENTOS)

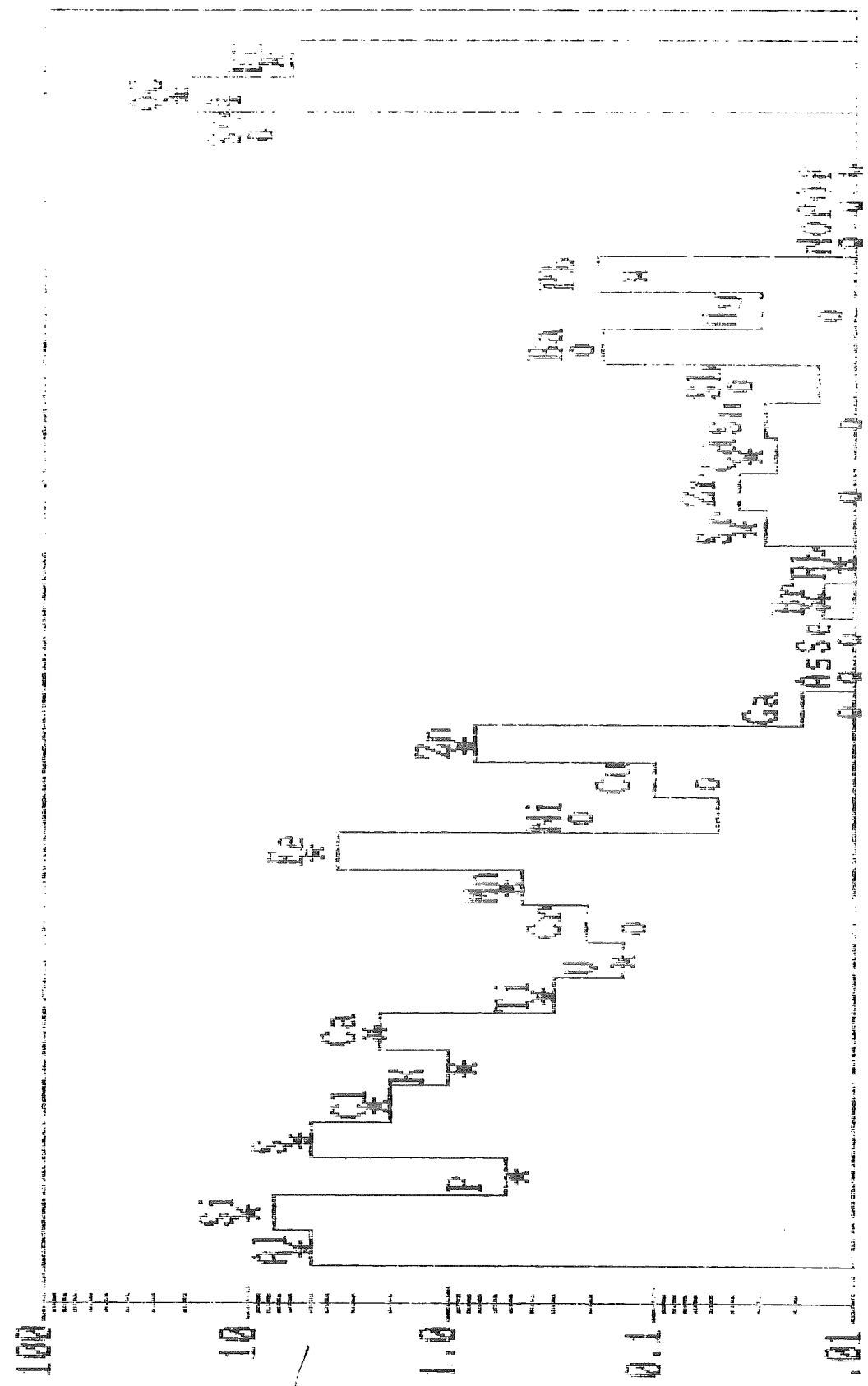
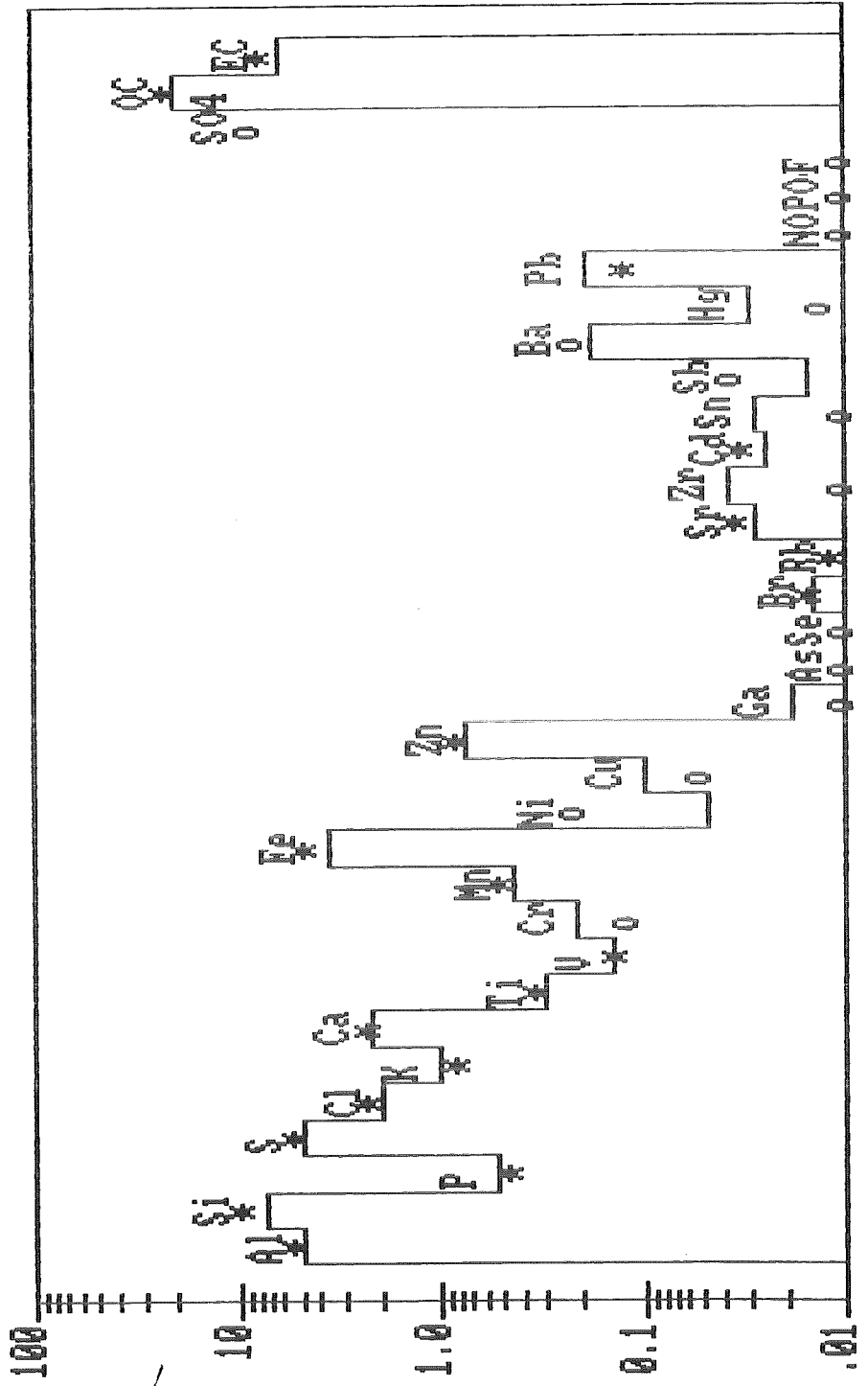


FIGURA 14 - BALANÇO DE MASSAS QUÍMICAS APRESENTADO NA FORMA DE HISTOGRAMA (RELAÇÃO ENTRE ELEMENTOS)



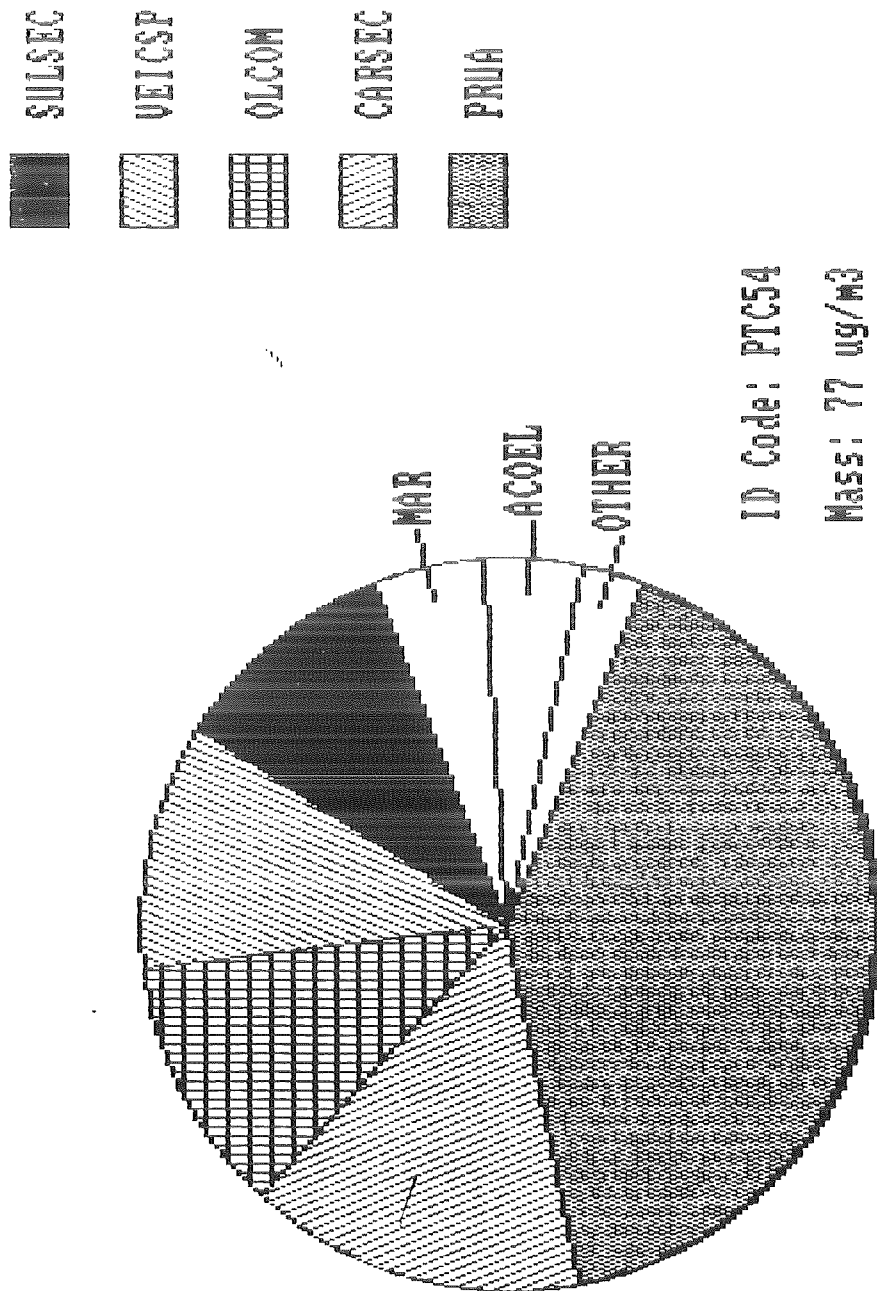


FIGURA 15 - BALANÇO DE MASSAS QUÍMICAS APRESENTADO NA FORMA DE "PIZZA"

A Figura 14 mostra uma comparação entre as concentrações medidas para os diversos elementos (topo da barra) e as calculadas pelo modelo, sendo que os elementos assinalados pelo símbolo (*) são os utilizados para o ajuste do modelo enquanto que os outros são assinalados por (o).

9.2. ARQUIVO DE FONTES

Do arquivo de fontes disponíveis as seguintes foram utilizadas:

- 1 - ACOEL - Forno de arco elétrico
- 2 - CARSEC - Carbono secundário
- 3 - FERMAN - Ferro e manganês
- 4 - FERACO - Ferro e aço
- 5 - GALVAN - Galvanoplastia
- 6 - MAR - Aerossol marinho
- 7 - NITSEC - Nitrato secundário
- 8 - NPK - Fertilizantes (NPK)
- 9 - OLCOM - Oleo combustível(Cubatão)
- 10 - OLCOMB - Oleo combustível
- 11 - PRUA - Poeira de rua
- 12 - REOSFA - Rocha fosfática
- 13 - SFGRA - Granulação superfosfato
- 14 - SULSEC - Sulfato secundário
- 15 - VEICSP - Veículos

As fontes 6, 10, 11 e 15 foram amostradas neste estudo; as fontes 8, 9, 12 e 13 no estudo realizado em 1984 em Cubatão¹⁰, e as restantes são do arquivo fornecido pela NEA, Inc.

9.3. CONSIDERAÇÕES SOBRE FONTES

Foram coletadas amostras representativas de fontes de emissão de particulado na bacia aérea da região da Grande São Paulo. Devido ao surgimento de dificuldades na caracterização de fontes, são feitas algumas considerações:

9.3.1. VEICULOS

Para a utilização da coleta de material particulado emitido por veículos leves, utilizou-se diversos veículos de diferentes marcas e ano de fabricação. Alguns veículos estavam regulados segundo especificação da fábrica. Os ensaios de emissão foram realizados em dinamômetro hidráulico de chassi instalado no laboratório de testes de veículos da CETESB. Nos ensaios foram utilizados as 3 fases do ciclo de condução urbana, de modo a simular as condições de tráfego.

A medida que se foi coletando e analisando as amostras, verificou-se que para veículos que utilizavam o mesmo tipo de combustível ocorria enorme variabilidade da composição química do material particulado coletado, sendo que esta variabilidade ocorria em função do tipo, ano de fabricação e condições de manutenção do veículo.

Aplicou-se o BMQ para amostras ambientais utilizando-se as 3 assinaturas de fontes veiculares selecionadas (álcool, gasolina e diesel). Foi observada a impossibilidade de utilização destas fontes conjuntamente, uma vez que suas composições químicas eram tais que o modelo não distinguia corretamente as contribuições destas fontes.

Devido a impossibilidade de se caracterizar essas três fonte com outros novos elementos, optou-se por utilizar as amostras coletadas no interior do túnel 9 de Julho como fonte representativa das contribuições dos veículos como um todo ou seja, esta atmosfera do túnel foi considerada como a resultante da contribuição individual dos diferentes veículos movidos por diferentes tipos de combustível. A fração de poeira presente na atmosfera do túnel proveniente da ressuspensão do solo, foi subtraída da poeira coletada, obtendo-se então a massa de poeira proveniente somente das emissões veiculares.

10. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

A seguir são apresentadas na forma tabular e gráfica a média da contribuição das fontes durante o período estudado para os quatro pontos de amostragem para os diferentes tamanho de partículas. O código INEXPL (inexplicado) aparece quando o modelo não consegue explicar toda a contribuição das fontes na amostra.

QUADRO 7 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 FRAÇÃO FINA - IBIRAPUERA

 TAMANHO: FINO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 45
 CHI QUADRADO MEDIO: .91

FONTES	MEDIA	*A	*B	*C	MEDIA	N
	($\mu\text{G}/\text{M}^3$)				(%)	(*)
14 MAR	.07+-	.02	.16	.04	.25	8
16 OLCOMB	1.39+-	.13	.89	.34	4.99	44
24 PRUA	2.02+-	.22	1.45	.27	7.26	45
27 VEICSP	7.79+-	.73	4.93	1.08	27.98	44
5127 CARSEC	6.03+-	1.81	12.14	1.42	21.66	20
5110 SULSEC	8.88+-	.93	6.24	1.91	31.90	45
5237 NPK	.62+-	.10	.64	.27	2.23	39
5272 NITSEC	.04+-	.02	.16	.01	.14	4
INEXPL	1.00+-	.51	3.44		3.59	

SOMA: 27.84

 MASSA MEDIA: 27.84 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

100.00

- (*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA
- (*B) DESVIO PADRAO DA CONTRIBUIÇÃO
- (*C) INCERTEZA MEDIA DA CONTRIBUIÇÃO DA FONTE
- (*N) NUMERO DE BQM EM QUE A FONTE APARECE

QUADRO 7 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 FRAÇÃO FINA - IBIRAPUERA

 TAMANHO: FINO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 45
 CHI QUADRADO MEDIO: .91

FONTE	MEDIA	*A	*B	*C	MEDIA	N
	($\mu\text{G}/\text{M}^3$)				(%)	(*)
14 MAR	.07+-	.02	.16	.04	.25	8
16 OLCOMB	1.39+-	.13	.89	.34	4.99	44
24 PRUA	2.02+-	.22	1.45	.27	7.26	45
27 VEICSP	7.79+-	.73	4.93	1.08	27.98	44
5127 CARSEC	6.03+-	1.81	12.14	1.42	21.66	20
5110 SULSEC	8.88+-	.93	6.24	1.91	31.90	45
5237 NPK	.62+-	.10	.64	.27	2.23	39
5272 NITSEC	.04+-	.02	.16	.01	.14	4
INEXPL	1.00+-	.51	3.44		3.59	

SOMA: 27.84

 MASSA MEDIA: 27.84 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

100.00

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

(*B) DESVIO PADRAO DA CONTRIBUIÇÃO

(*C) INCERTEZA MEDIA DA CONTRIBUIÇÃO DA FONTE

(*N) NUMERO DE BQM EM QUE A FONTE APARECE

QUADRO 8 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 FRAÇÃO FINA - SAO CAETANO

 TAMANHO: FINO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 53
 CHI QUADRADO MEDIO: 1.10

FONTE	MEDIA	*A	*B	*C	MEDIA	N
	($\mu\text{G}/\text{M}^3$)				(%)	(*)
14 MAR	.19+-	.10	.72	.06	.42	8
16 OLCOMB	1.86+-	.19	1.38	.49	4.16	46
24 PRUA	3.92+-	.40	2.91	.60	8.77	54
27 VEICSP	18.83+-	1.19	8.75	2.41	42.12	54
5031 ACOEL	1.90+-	.42	3.12	.27	4.25	41
5030 FERMAN	.05+-	.05	.35	.01	.11	2
5118 GALVAN	.46+-	.07	.54	.09	1.03	41
5127 CARSEC	6.48+-	1.58	11.64	2.14	14.49	21
5110 SULSEC	10.74+-	.79	5.84	2.52	24.02	54
5098 FERACO	.08+-	.08	.62	.01	.18	1
5237 NPK	.01+-	.01	.08	.01	.02	1
5208 RFOSFA	.18+-	.05	.36	.06	.40	12
5222 SFGRA	.05+-	.05	.38	.02	.11	1
5272 NITSEC	.09+-	.04	.26	.02	.20	10
INEXPL	-.13+-	.52	3.86		-.29	

SOMA: 44.71

 MASSA MEDIA: 44.71 $\mu\text{G}/\text{M}^3$

100.00

- (*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA
- (*B) DESVIO PADRAO DA CONTRIBUIÇÃO
- (*C) INCERTEZA MEDIA DA CONTRIBUIÇÃO DA FONTE
- (*N) NUMERO DE BQM EM QUE A FONTE APARECE

QUADRO 8 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 FRAÇÃO FINA - SAO CAETANO

 TAMANHO: FINO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 53
 CHI QUADRADO MEDIO: 1.10

-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
FONTE	MEDIA	*A	*B	*C	MEDIA	N
	($\mu\text{G}/\text{M}^3$)				(%)	(*)
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
14 MAR	.19+-	.10	.72	.06	.42	8
16 OLCOMB	1.86+-	.19	1.38	.49	4.16	46
24 PRUA	3.92+-	.40	2.91	.60	8.77	54
27 VEICSP	18.83+-	1.19	8.75	2.41	42.12	54
5031 ACOEL	1.90+-	.42	3.12	.27	4.25	41
5030 FERMAN	.05+-	.05	.35	.01	.11	2
5118 GALVAN	.46+-	.07	.54	.09	1.03	41
5127 CARSEC	6.48+-	1.58	11.64	2.14	14.49	21
5110 SULSEC	10.74+-	.79	5.84	2.52	24.02	54
5098 FERACO	.08+-	.08	.62	.01	.18	1
5237 NPK	.01+-	.01	.08	.01	.02	1
5208 RFOSFA	.18+-	.05	.36	.06	.40	12
5222 SFGRA	.05+-	.05	.38	.02	.11	1
5272 NITSEC	.09+-	.04	.26	.02	.20	10
INEXPL	-.13+-	.52	3.86		-.29	
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

SOMA: 44.71

 MASSA MEDIA: 44.71 $\mu\text{G}/\text{M}^3$

100.00

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

(*B) DESVIO PADRAO DA CONTRIBUIÇÃO

(*C) INCERTEZA MEDIA DA CONTRIBUIÇÃO DA FONTE

(*N) NUMERO DE BQM EM QUE A FONTE APARECE

 /

 CETESB - COM. DE LICENCIAMENTO E FISC. AMBIENTAL

 21.11.83

QUADRO 9 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 FRAÇÃO FINA - PARQUE D.PEDRO

TAMANHO: FINO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 48
 CHI QUADRADO MEDIO: 1.30

FONTE	MEDIA	*A	*B	*C	MEDIA	N
	($\mu\text{G}/\text{M}^3$)				(%)	(*)
14 MAR	.32+-	.15	1.04	.09	.63	9
16 OLCOMB	1.86+-	.14	1.00	.46	3.68	48
24 PRUA	2.12+-	.27	1.87	.35	4.20	47
27 VEICSP	27.40+-	1.96	13.61	2.96	54.26	48
5118 GALVAN	.35+-	.09	.63	.07	.69	25
5127 CARSEC	7.98+-	2.15	14.89	2.66	15.80	19
5110 SULSEC	8.62+-	.72	4.98	2.13	17.07	46
5237 NPK	.10+-	.08	.54	.04	.20	2
5272 NITSEC	.12+-	.06	.38	.02	.24	8
INEXPL	1.63+-	.53	3.64		3.23	

SOMA: 50.50

MASSA MEDIA: 50.50 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

100.00

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

(*B) DESVIO PADRAO DA CONTRIBUIÇÃO

(*C) INCERTEZA MEDIA DA CONTRIBUIÇÃO DA FONTE

(*N) NUMERO DE BQM EM QUE A FONTE APARECE

QUADRO 10 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 FRAÇÃO GROSSA - OSASCO

TAMANHO: GROSSO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 56
 CHI QUADRADO MEDIO: .90

FONTE	MEDIA	*A	*B	*C	MEDIA	N
	($\mu\text{G}/\text{M}^3$)				(%)	(*)
14 MAR	.49+-	.12	.87	.20	1.78	28
24 PRUA	14.12+-	1.49	11.15	1.63	51.35	56
27 VEICSP	12.11+-	.76	5.68	1.47	44.04	56
5031 ACOEL	.13+-	.05	.40	.04	.47	8
5118 GALVAN	.01+-	.00	.03	.00	.04	8
5208 RFOSFA	.03+-	.02	.12	.01	.11	3
16 OLCOMB	.29+-	.05	.38	.18	1.05	25
INEXPL	.33+-	.23	1.73		1.20	

SOMA: 27.50

 MASSA MEDIA: 27.50 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

100.00

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

(*B) DESVIO PADRAO DA CONTRIBUIÇÃO

(*C) INCERTEZA MEDIA DA CONTRIBUIÇÃO DA FONTE

(*N) NUMERO DE BQM EM QUE A FONTE APARECE

QUADRO 11 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 FRAÇÃO GROSSA - IBIRAPUERA

TAMANHO: GROSSO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 51
 CHI QUADRADO MEDIO: 1.07

FONTE	MEDIA	*A	*B	*C	MEDIA	N
	($\mu\text{G}/\text{M}^3$)				(%)	(*)
14 MAR	.57+-	.12	.85	.20	3.25	31
24 PRUA	8.60+-	1.27	9.06	1.01	49.06	51
27 VEICSP	8.05+-	.58	4.16	.98	45.92	51
5237 NPK	.03+-	.01	.08	.02	.17	9
16 OLCOMB	.40+-	.06	.41	.21	2.28	30
INEXPL	-.12+-	.19	1.33		-.68	

SOMA: 17.53

MASSA MEDIA: 17.53 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

100.00

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

(*B) DESVIO PADRAO DA CONTRIBUIÇÃO

(*C) INCERTEZA MEDIA DA CONTRIBUIÇÃO DA FONTE

(*N) NUMERO DE BQM EM QUE A FONTE APARECE

QUADRO 12 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 FRAÇÃO GROSSA - S.CAETANO

TAMANHO: GROSSO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 55
 CHI QUADRADO MEDIO: .95

FONTE	MEDIA	*A	*B	*C	MEDIA	N
	($\mu\text{G}/\text{M}^3$)				(%)	(*)
14 MAR	.68+-	.12	.88	.28	1.61	32
24 PRUA	22.48+-	2.75	20.42	2.52	53.12	55
27 VEICSP	16.21+-	1.07	7.94	2.06	38.30	55
5031 ACOEL	.84+-	.22	1.66	.20	1.98	26
5118 GALVAN	.10+-	.02	.14	.03	.24	26
5208 RFOSFA	.24+-	.08	.61	.11	.57	10
16 OLCOMB	1.19+-	.26	1.90	.44	2.81	33
INEXPL	.57	.58	4.27		1.35	

SOMA: 42.32

MASSA MEDIA: 42.32 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

100.00

- (*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA
 (*B) DESVIO PADRAO DA CONTRIBUIÇÃO
 (*C) INCERTEZA MEDIA DA CONTRIBUIÇÃO DA FONTE
 (*N) NUMERO DE BQM EM QUE A FONTE APARECE

QUADRO 13 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 FRAÇÃO GROSSA - PARQUE D. PEDRO

TAMANHO: GROSSO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 44
 CHI QUADRADO MEDIO: .98

FONTE	MEDIA	*A	*B	*C	MEDIA	N
	($\mu\text{G}/\text{M}^3$)				(%)	(*)
14 MAR	.85+-	.16	1.09	.32	2.68	29
24 PRUA	16.27+-	1.97	13.04	1.99	51.29	44
27 VEICSP	13.93+-	1.03	6.82	1.79	43.92	44
5118 GALVAN	.15+-	.03	.22	.04	.47	22
16 OLCOMB	1.12+-	.20	1.31	.46	3.53	32
INEXPL	-.59+-	.38	2.50		-1.86	

SOMA: 31.72
 MASSA MEDIA: 31.72 $\mu\text{g}/\text{M}^3$ 100.00

- (*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA
- (*B) DESVIO PADRAO DA CONTRIBUIÇÃO
- (*C) INCERTEZA MEDIA DA CONTRIBUIÇÃO DA FONTE
- (*N) NUMERO DE BQM EM QUE A FONTE APARECE

QUADRO 14 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 FRAÇÃO INALAVEL - OSASCO

TAMANHO: INALAVEL

FONTES	MEDIA ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)	MEDIA (%)
14 MAR	.66	1.03
24 PRUA	16.13	25.26
27 VEICSP	25.92	40.59
5237 NPK	.05	.08
16 OLCOMB	1.49	2.33
5127 CARSEC	11.16	17.48
5110 SULSEC	7.58	11.87
5272 NITSEC	.05	.08
5208 RFOSFA	.13	.20
5031 ACOEL	.54	.85
5118 GALVAN	.13	.20
INEXPL	.04	.06
SOMA:	63.84	

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO - INSTITUTO DE QUÍMICA
 BIBLIOTECA

QUADRO 15 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 FRAÇÃO INALAVEL - IBIRAPUERA

TAMANHO: INALAVEL

FONTE	MEDIA ($\mu\text{G}/\text{M}^3$)	MEDIA (%)
14 MAR	.64	1.41
24 PRUA	10.62	23.41
27 VEICSP	15.84	34.91
5237 NPK	.65	1.43
16 OLCOMB	1.79	3.95
5127 CARSEC	6.03	13.29
5110 SULSEC	8.88	19.57
5272 NITSEC	.04	.09
INEXPL	.88	1.94
SOMA:	45.37	

QUADRO 16 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 FRAÇÃO INALAVEL - SAO CAETANO

TAMANHO: INALAVEL

FONTE	MEDIA (µG/M ³)	MEDIA (%)
14 MAR	.87	1.00
24 PRUA	26.40	30.33
27 VEICSP	35.04	40.26
5237 NPK	.01	.01
16 OLCOMB	3.05	3.50
5127 CARSEC	6.48	7.45
5110 SULSEC	10.74	12.34
5272 NITSEC	.09	.10
5208 RFOSFA	.42	.48
5222 SFGRA	.05	.06
5031 ACOEL	2.74	3.15
5098 FERACO	.08	.09
5030 FERMAN	.05	.06
5118 GALVAN	.56	.64
INEXPL	.44	.51
SOMA:	87.02	

QUADRO 18 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 FRAÇÃO TOTAL - OSASCO

 TAMANHO: TOTAL
 NUMERO DE AMOSTRAS: 53
 CHI QUADRADO MEDIO: .90

FONTES	MEDIA	*A	*B	*C	MEDIA	N
	($\mu\text{G}/\text{M}^3$)				(%)	(*)
14 MAR	3.76+-	.34	2.46	.87	3.10	52
24 PRUA	60.79+-	4.96	36.14	5.39	50.19	53
27 VEICSP	36.87+-	2.75	20.01	5.08	30.44	53
5031 ACOEL	.90+-	.19	1.37	.25	.74	30
5118 GALVAN	.32+-	.04	.32	.08	.26	44
5127 CARSEC	5.41+-	1.59	11.55	2.05	4.47	14
5110 SULSEC	8.54+-	1.16	8.48	2.94	7.05	40
5221 OLCOM	1.28+-	.14	.99	.47	1.06	44
5208 RFOSFA	.53+-	.12	.85	.29	.44	17
INEXPL	2.72+-	.68	4.95		2.25	

SOMA: 121.11

 MASSA MEDIA: 121.11 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

100.00

- (*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA
- (*B) DESVIO PADRAO DA CONTRIBUIÇÃO
- (*C) INCERTEZA MEDIA DA CONTRIBUIÇÃO DA FONTE
- (*N) NUMERO DE BQM EM QUE A FONTE APARECE

QUADRO 19 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 FRAÇÃO TOTAL - IBIRAPUERA

TAMANHO: TOTAL
 NUMERO DE AMOSTRAS: 49
 CHI QUADRADO MEDIO: 1.16

FONTE	MEDIA	*A	*B	*C	MEDIA	N
	($\mu\text{G}/\text{M}^3$)				(%)	(*)
14 MAR	2.11+-	.36	2.51	.51	2.82	42
24 PRUA	36.34+-	4.14	29.00	3.58	48.62	49
27 VEICSP	17.07+-	2.05	14.36	2.64	22.84	49
5127 CARSEC	6.88+-	1.40	9.80	2.24	9.21	25
5110 SULSEC	10.59+-	.93	6.54	2.97	14.17	47
5221 OLCOM	1.30+-	.13	.94	.35	1.74	45
5237 NPK	.73+-	.10	.70	.33	.98	31
5208 RFOSFA	.03+-	.03	.20	.01	.04	1
INEXPL	-.31+-	.81	5.64		-.41	

SOMA: 74.74

MASSA MEDIA: 74.74 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

100.00

- (*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA
- (*B) DESVIO PADRAO DA CONTRIBUIÇÃO
- (*C) INCERTEZA MEDIA DA CONTRIBUIÇÃO DA FONTE
- (*N) NUMERO DE BQM EM QUE A FONTE APARECE

QUADRO 20 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 FRAÇÃO TOTAL - S.CAETANO

 TAMANHO: TOTAL
 NUMERO DE AMOSTRAS: 51
 CHI QUADRADO MEDIO: 1.19

FONTE	MEDIA	*A	*B	*C	MEDIA	N
	($\mu\text{G}/\text{M}^3$)				(%)	(*)
14 MAR	4.52+-	.46	3.31	1.19	2.52	49
24 PRUA	98.51+-	8.34	59.56	8.46	54.76	51
27 VEICSP	47.78+-	3.84	27.40	6.67	26.56	51
5031 ACOEL	4.85+-	1.15	8.18	1.06	2.70	29
5118 GALVAN	1.12+-	.12	.87	.25	.62	50
5127 CARSEC	2.90+-	.82	5.85	1.53	1.61	11
5110 SULSEC	7.95+-	1.01	7.24	3.15	4.42	34
5221 OLCOM	3.60+-	.54	3.86	1.23	2.00	44
5208 RFOFSA	.80+-	.24	1.72	.31	.44	14
5222 SFGRA	.70+-	.37	2.64	.37	.39	4
INEXPL	7.17+-	1.85	13.18		3.99	

SOMA: 179.91

 MASSA MEDIA: 179.91 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

100.00

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

(*B) DESVIO PADRAO DA CONTRIBUIÇÃO

(*C) INCERTEZA MEDIA DA CONTRIBUIÇÃO DA FONTE

(*N) NUMERO DE BQM EM QUE A FONTE APARECE

QUADRO 21 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 FRAÇÃO TOTAL - PARQUE D. PEDRO

 TAMANHO: TOTAL
 NUMERO DE AMOSTRAS: 46
 CHI QUADRADO MEDIO: 1.08

FONTES	MEDIA	*A	*B	*C	MEDIA	N
	($\mu\text{G}/\text{M}^3$)				(%)	(*)
14 MAR	3.43+-	.40	2.68	.84	2.47	45
24 PRUA	62.41+-	5.69	38.60	5.52	45.02	46
27 VEICSP	52.81+-	4.01	27.19	6.93	38.09	46
5118 GALVAN	1.00+-	.14	.92	.21	0.72	46
5127 CARSEC	2.49+-	1.13	7.01	1.24	1.80	7
5110 SULSEC	9.63+-	1.31	8.92	3.27	6.95	35
5221 OLCOM	2.06+-	.17	1.13	.63	1.49	45
INEXPL	4.79+-	1.04	7.07		3.46	

SOMA: 138.63

 MASSA MEDIA: 138.63 $\mu\text{G}/\text{M}^3$

100.00

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

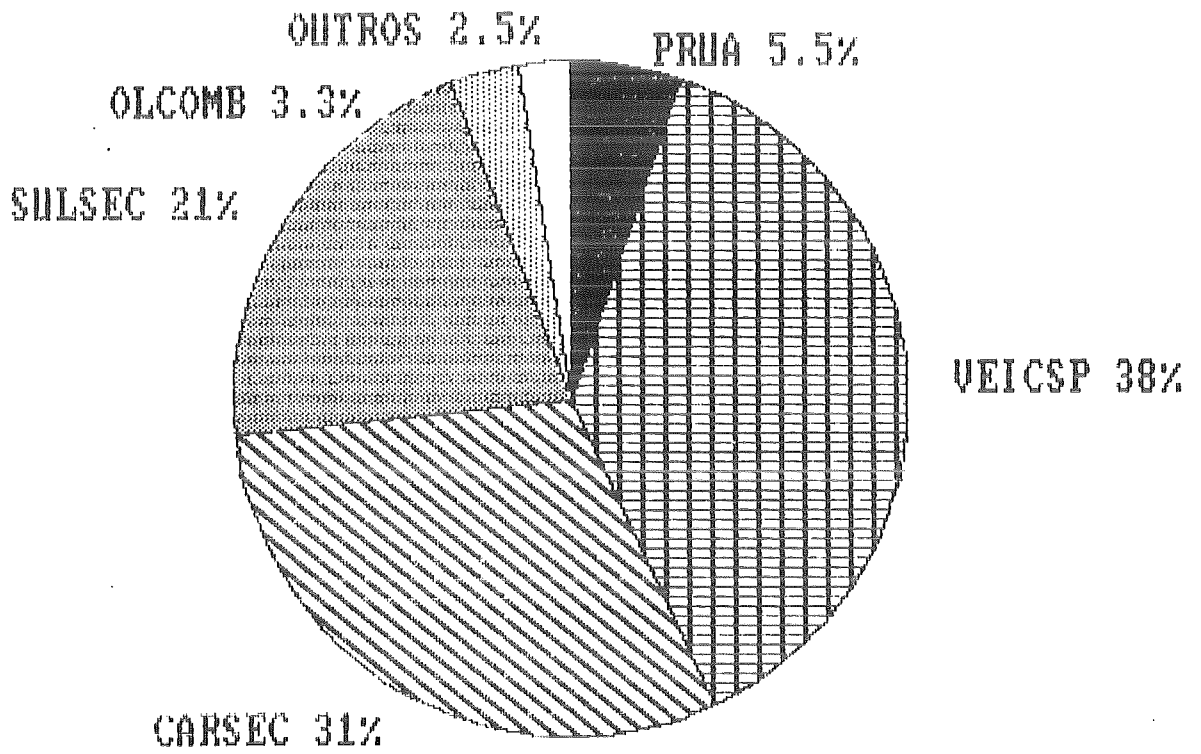
(*B) DESVIO PADRAO DA CONTRIBUIÇÃO

(*C) INCERTEZA MEDIA OU CONTRIBUIÇÃO DA FONTE

(*N) NUMERO DE BQM EM QUE A FONTE APARECE

FIG. 16 - CONTRIBUICAO MEDIA DAS FONTES .50.

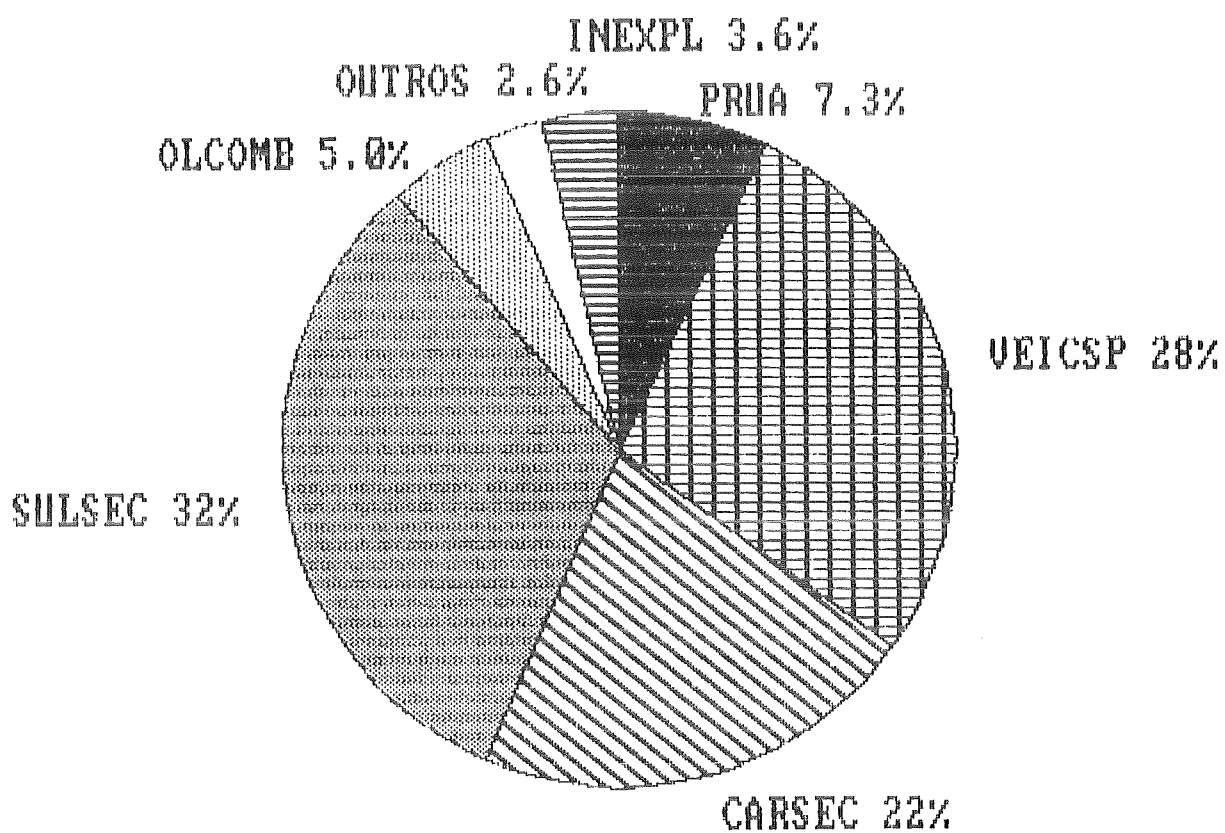
OSASCO-FINO



CONC=36 UG/M3

FIG. 17 - CONTRIBUICAO MEDIA DAS FONTES

IBIRAPUERA-FINO

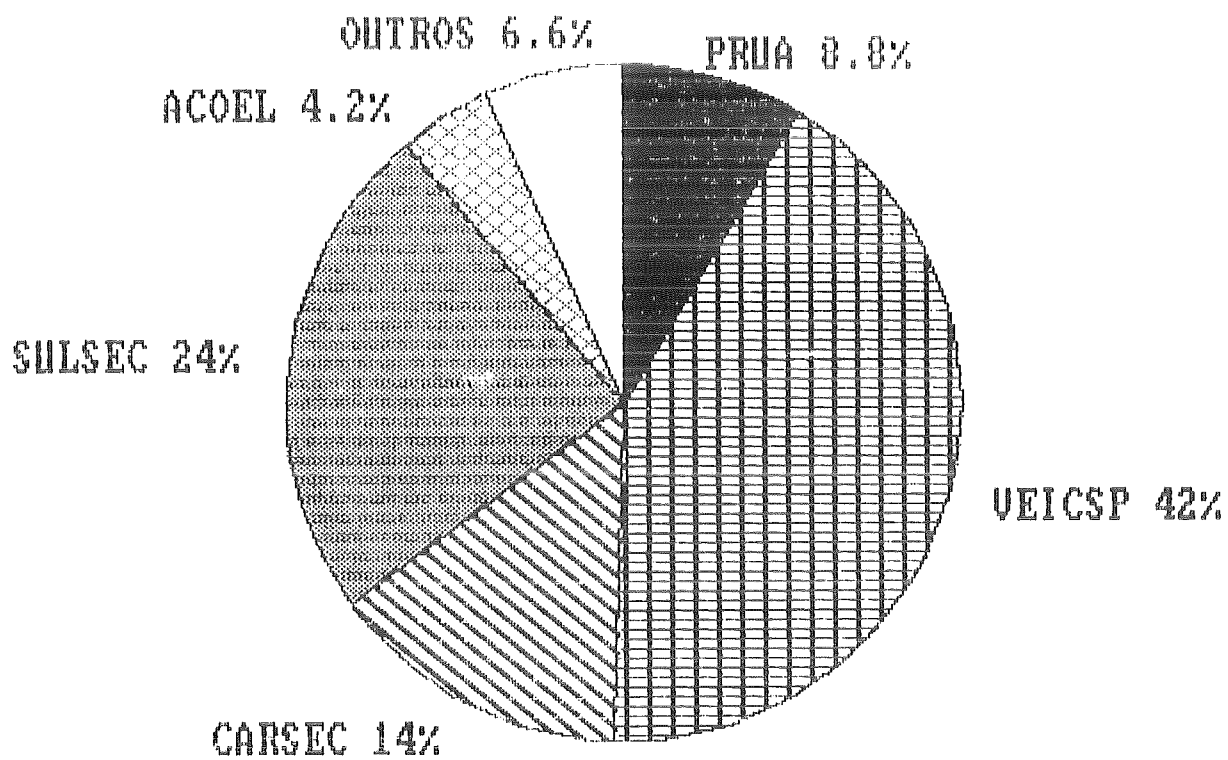


CONC=28 UG/M3

FIG. 19 - CONTRIBUICAO MEDIA DAS FONTES

.52.

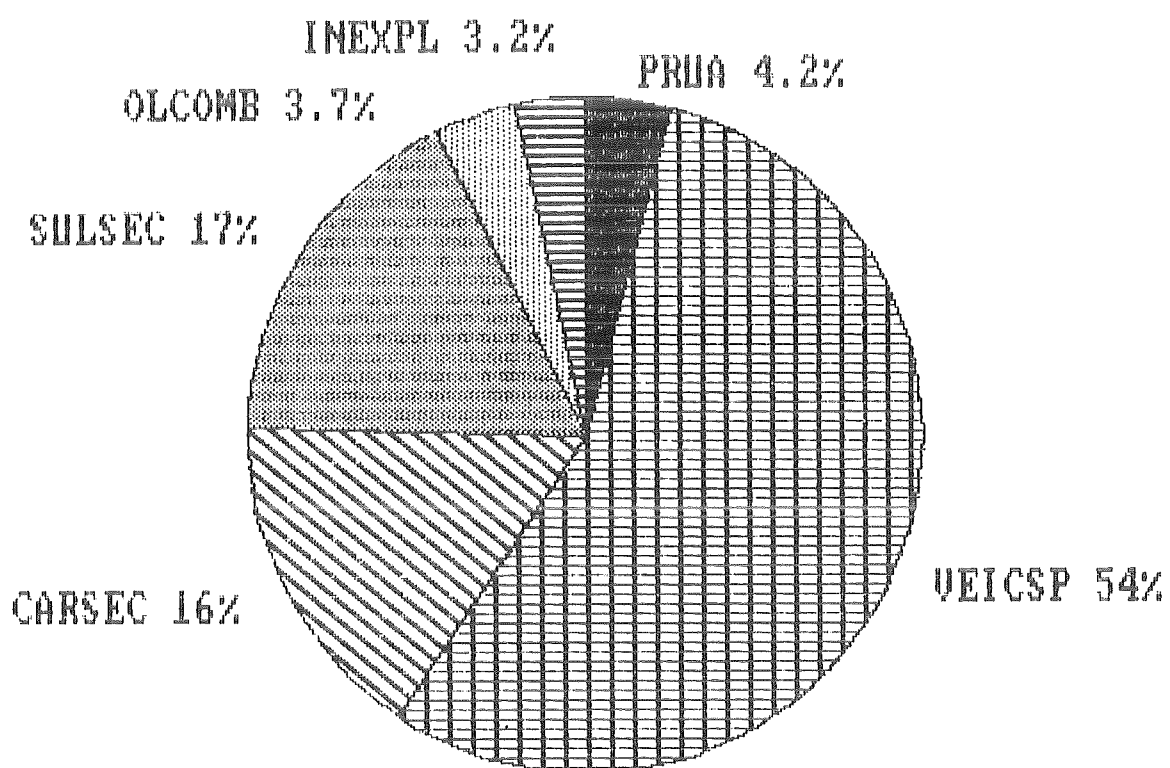
S. CAETANO-FINO



CONC=45 UG/M3

FIG. 19 - CONTRIBUICAO MEDIA DAS FONTES

P. D. PEDRO-FINO

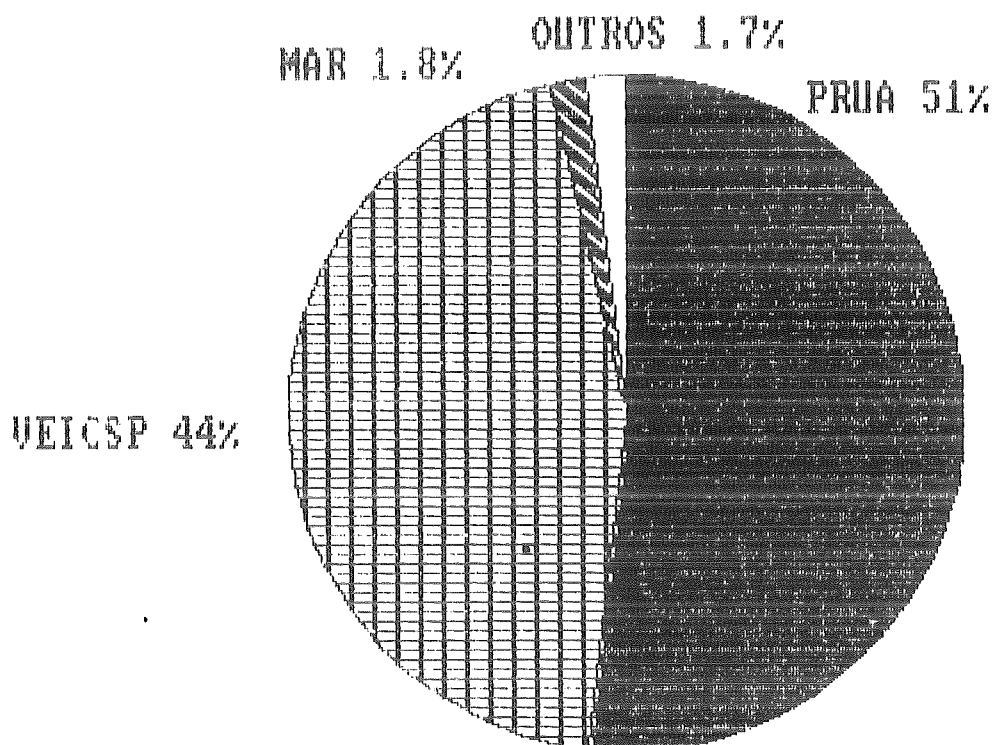


CONC=50 UG/M3

FIG. 16 - CONTRIBUICAO MEDIA DAS FONTES

.54.

OSASCO-GROSSO

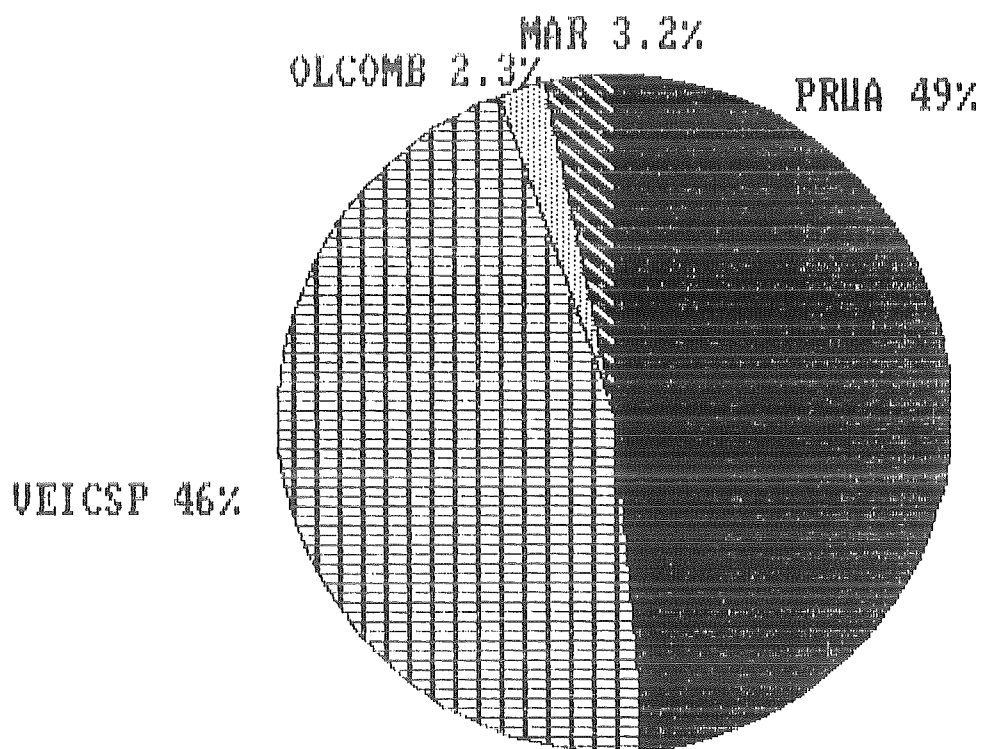


CONC=28 UG/M2

FIG. 31 - CONTRIBUICAO MEDIA DAS FONTES

.55.

IBIRAPUERA-GROSSO

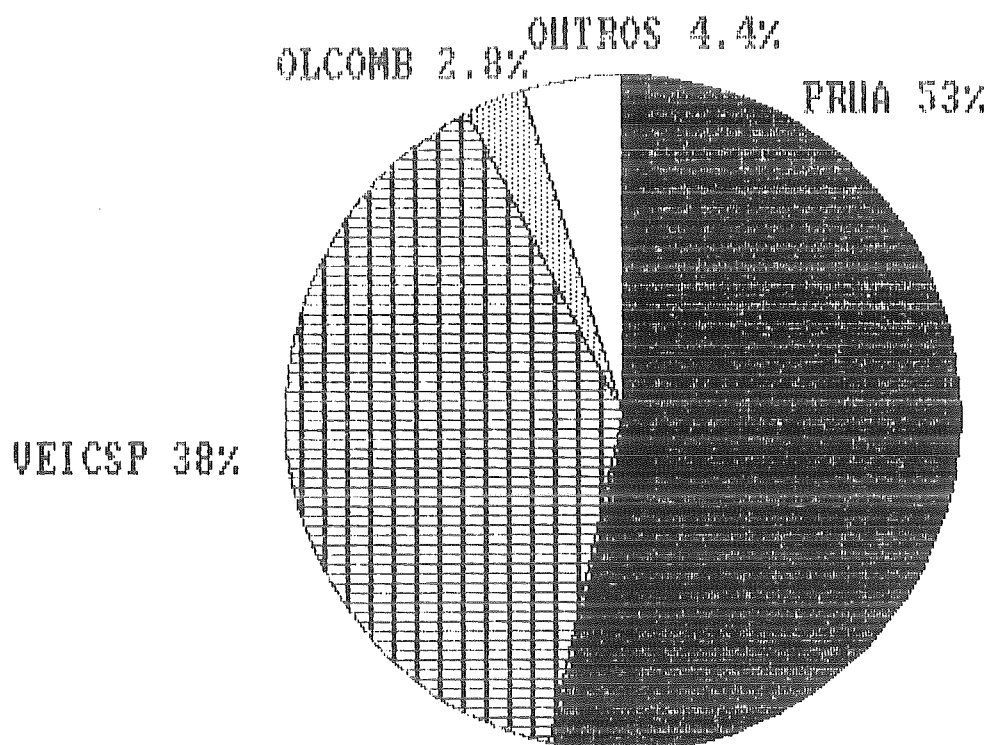


CONC=18 UG/M3

FIG. 12 - CONTRIBUICAO MEDIA DAS FONTES

.56.

S. CAETANO-GROSSO



CONC=42 UG/M3

FIG. 23 CONTRIBUICAO MEDIA DAS FONTES

.57.

P. D. PEDRO-GROSSO

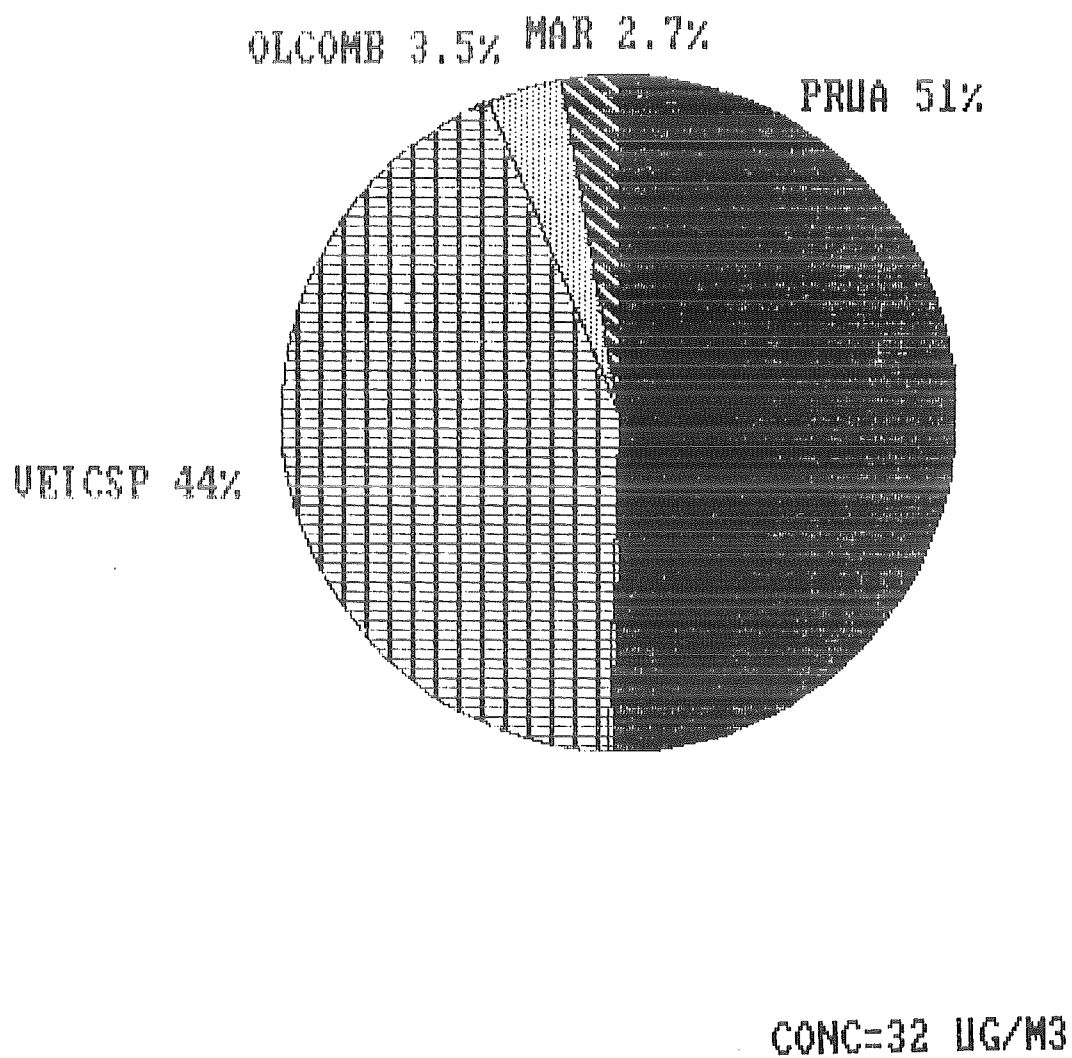
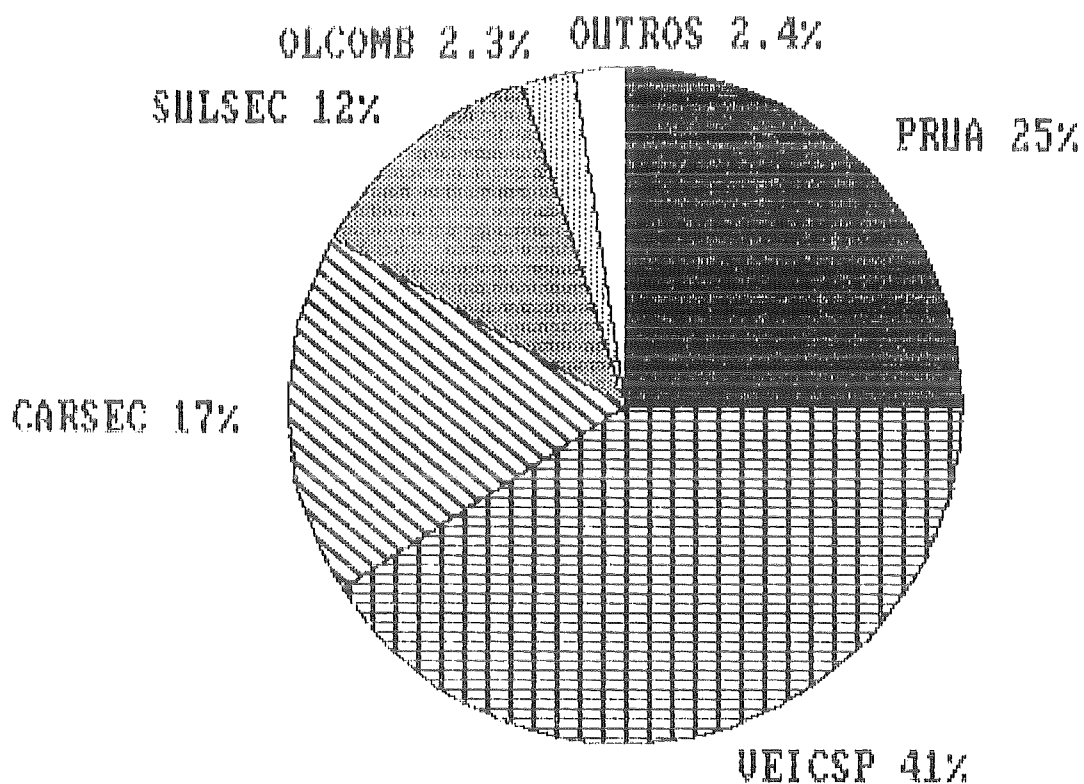


FIG. 24 - CONTRIBUICAO MEDIA DAS FONTES

.58.

OSASCO-INALAVEL

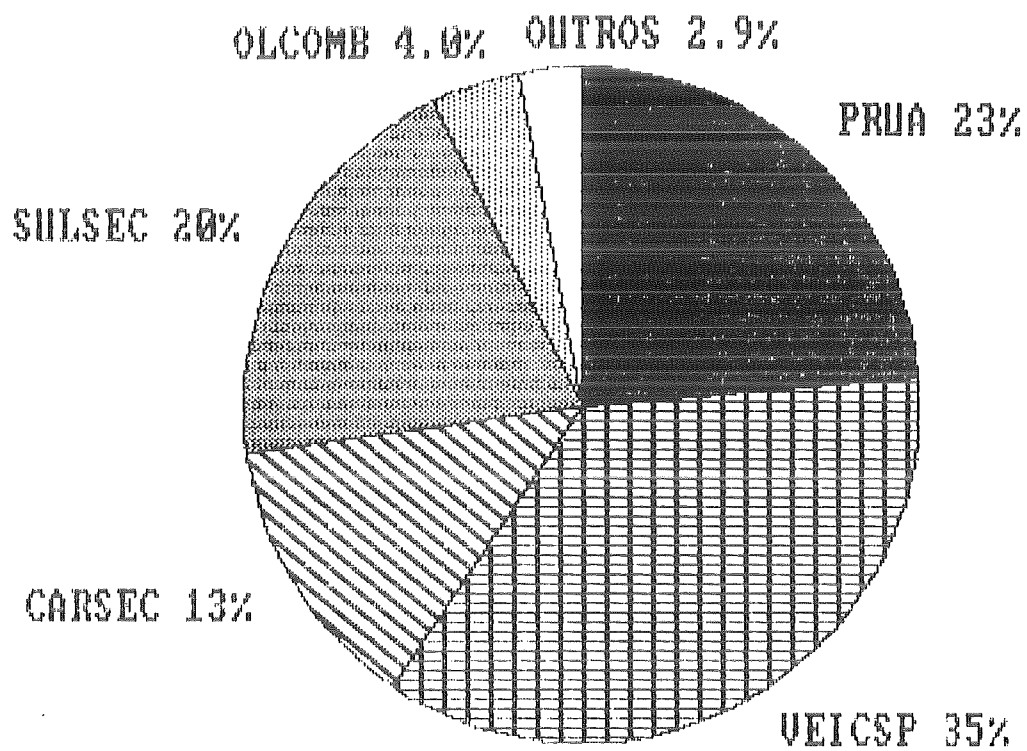


CONC=64 UG/M3

FIG. 25 - CONTRIBUICAO MEDIA DAS FONTES

.59.

IBIRAPUERA-INALAVEL

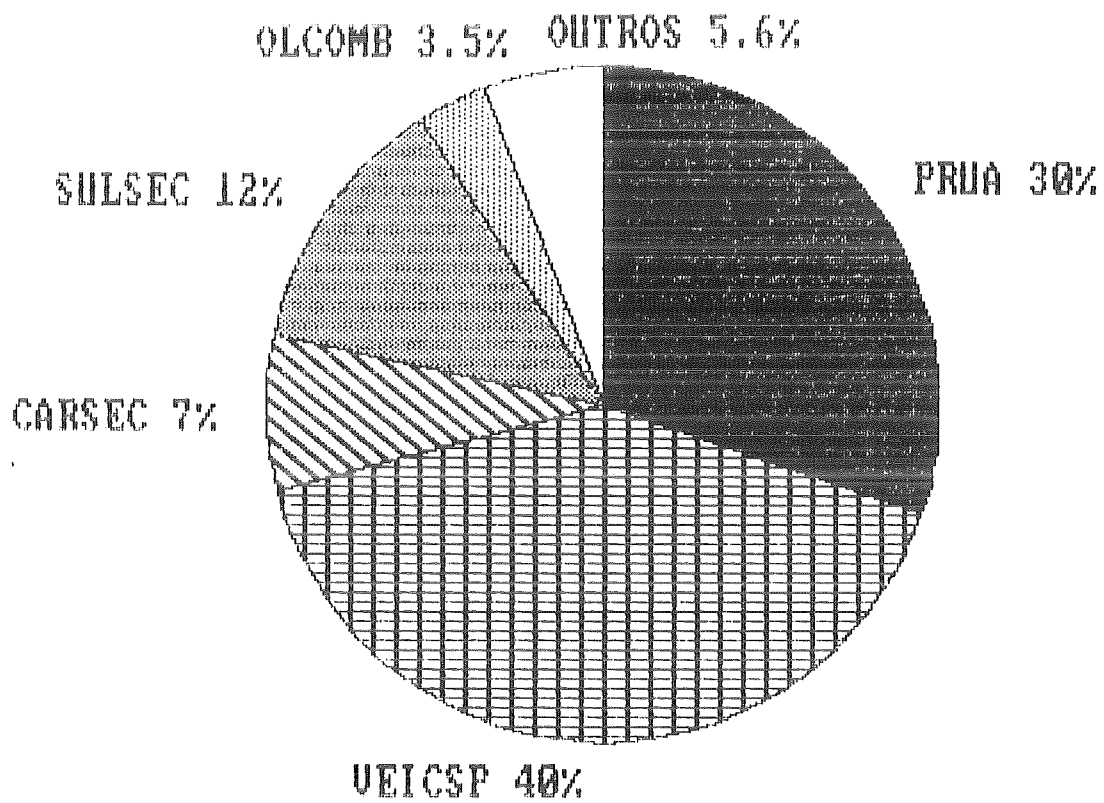


CONC=45 UG/M3

FIG. 26 CONTRIBUICAO MEDIA DAS FONTES

.60.

S. CAETANO-INALAVEL

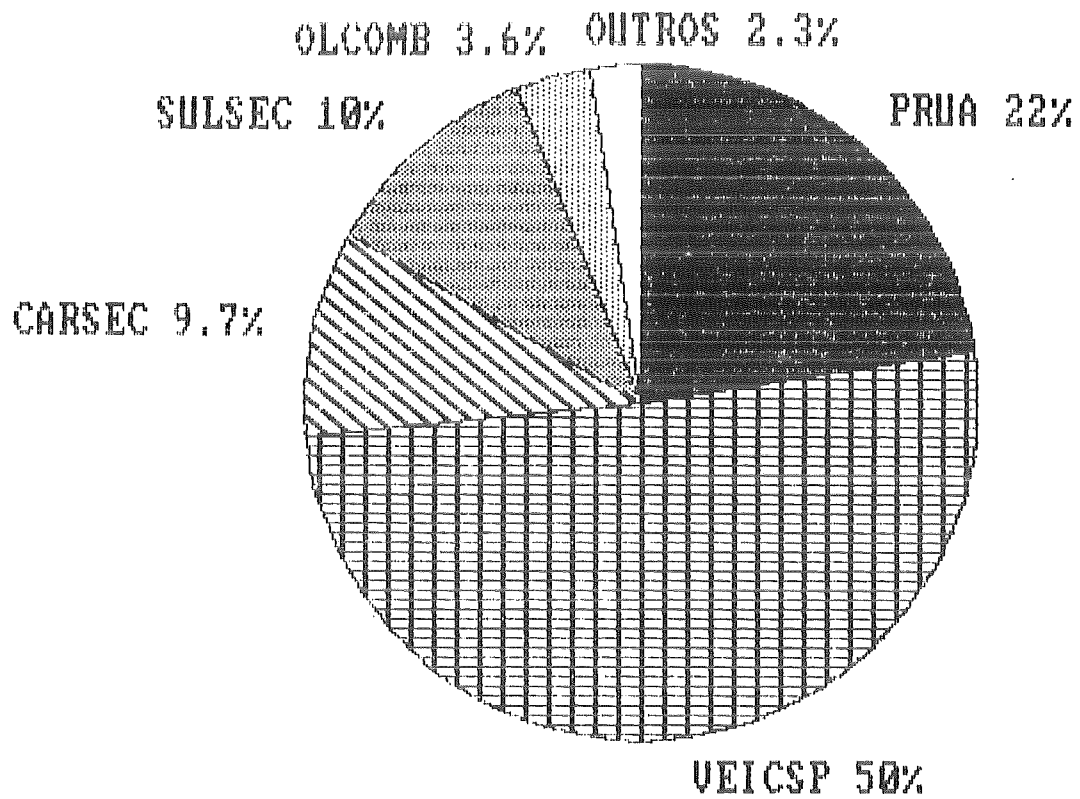


CONC=87 UG/M3

FIG. 27 - CONTRIBUICAO MEDIA DAS FONTES

.61.

P. D. PEDRO-INALAVEL

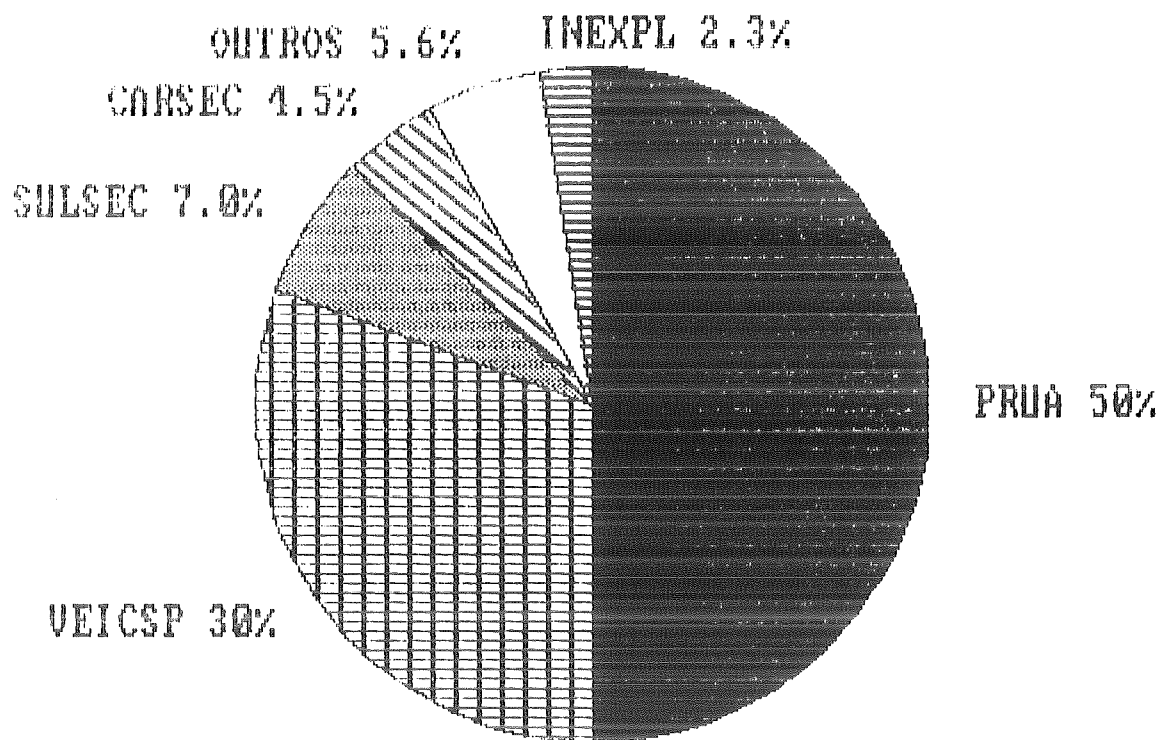


CONC=82 UG/M3

FIG. 20 - CONTRIBUICAO MEDIA DAS FONTES

.62.

OSASCO-TOTAL

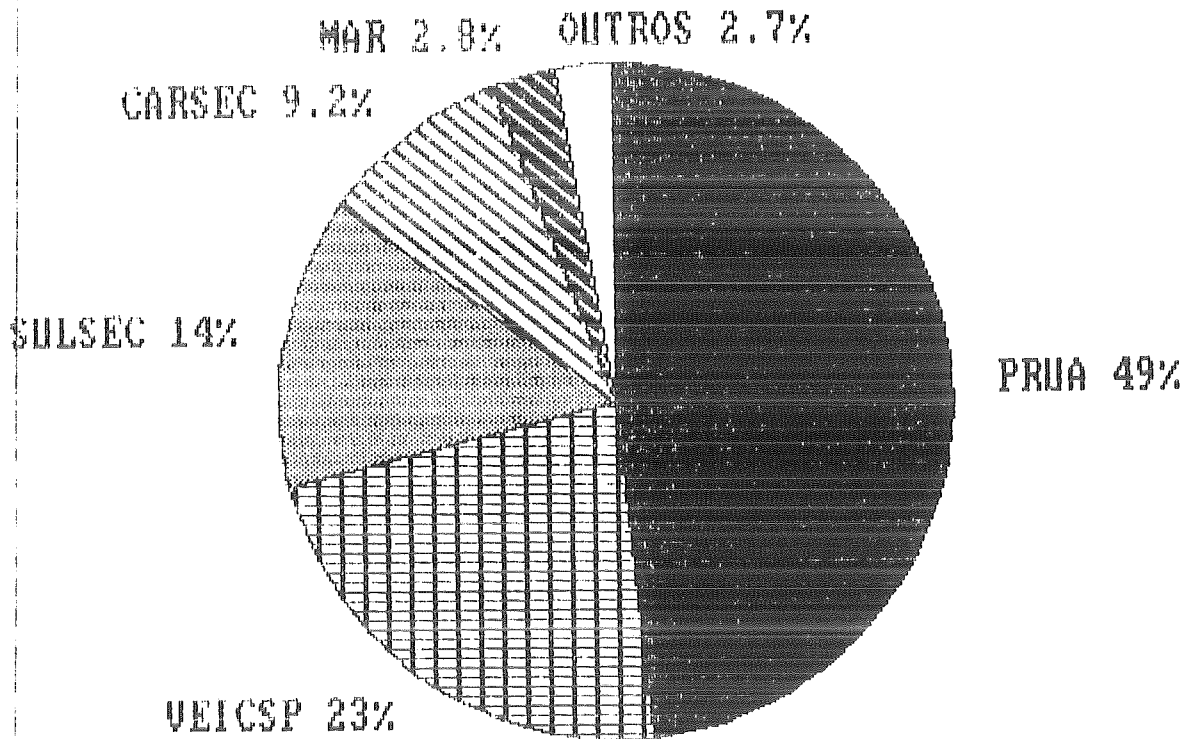


CONC=121 UG/M3

FIG. 29 - COMERCIALIZAÇÃO MÉDIA DOS FOMIOS

.63.

IBIRAPUERA-TOTAL

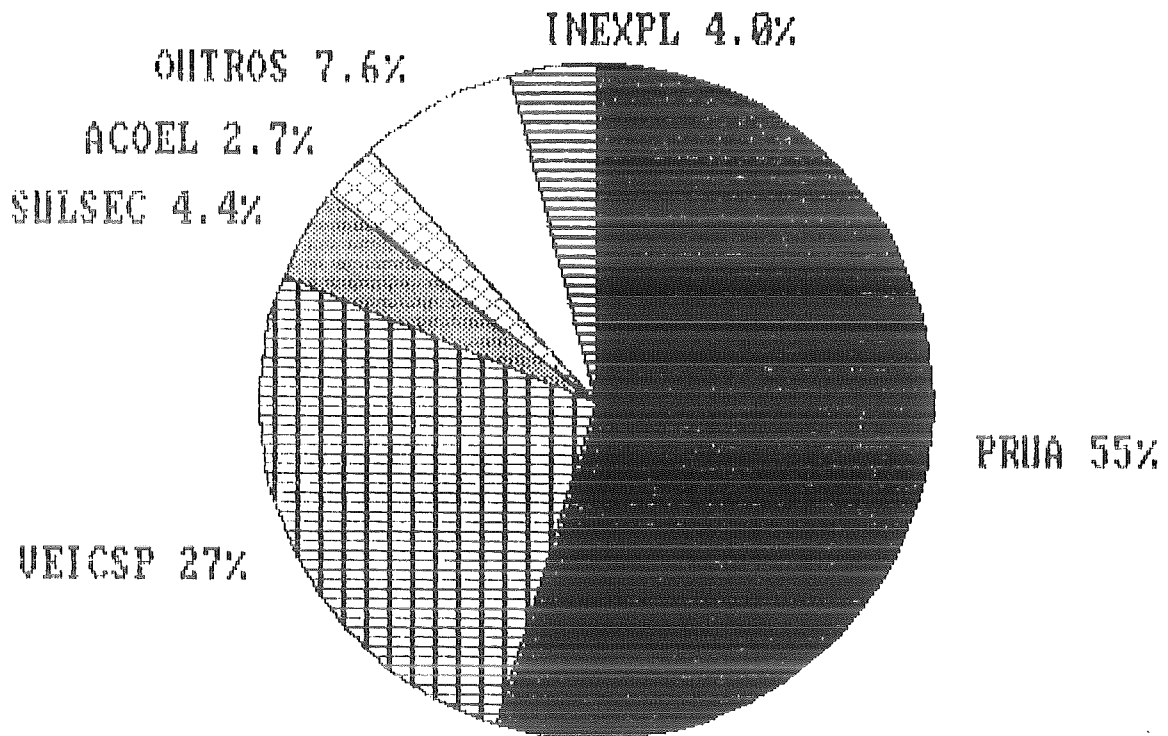


CONC=75 UG/M3

FIG. 30 - CONTINUIDADE MÉDIA DAS FONTES

.64.

S. CAETANO-TOTAL

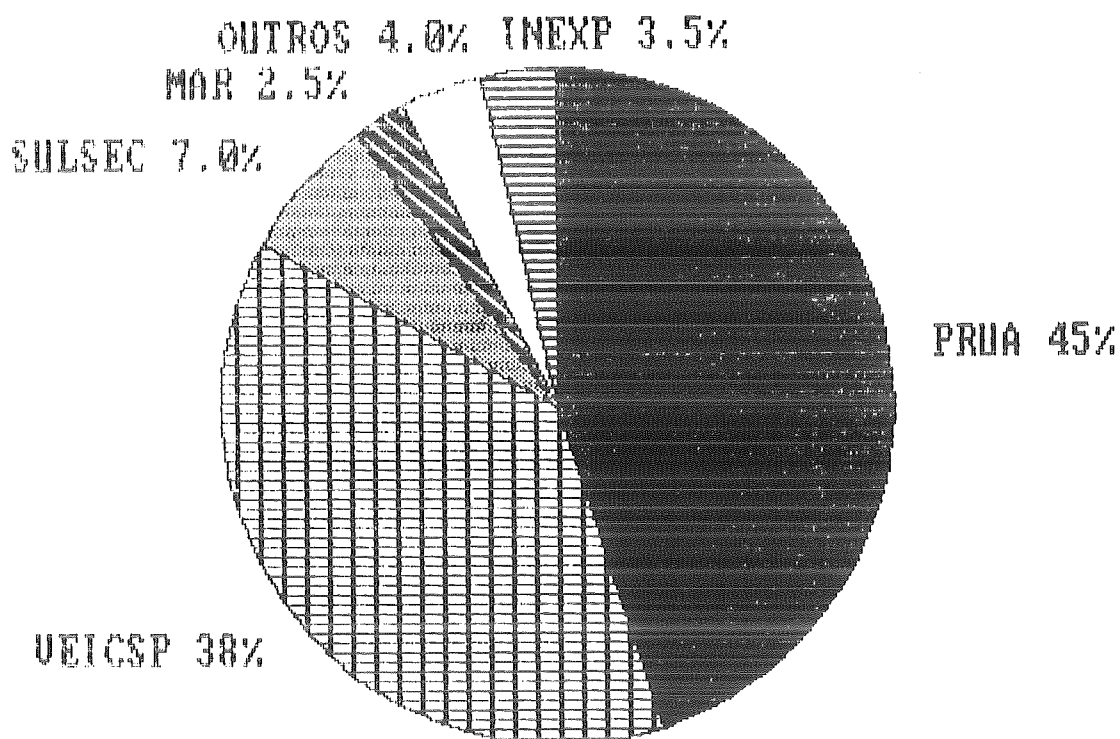


: CONC=180 UG/M3

FIG. 01 CONTRIBUICAO MEDIA DAS FONTES

.65.

P. D. PEDRO-TOTAL



CONC=139 UG/M3

11. FONTES DE MATERIAL CARBONACEO

Os teores de material carbonáceo encontrados na Grande São Paulo são bastante elevados o que é agravado pelo fato de haver indícios de que esse material é mutagênico. Torna-se então importante poder identificar as fontes que são responsáveis por sua emissão. O programa do BMQ possibilita esta identificação através da média dos Balanços de Massas Químicas das amostras. Estes resultados são apresentados a seguir:

QUADRO 22 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
CARBONO ORGANICO - OSASCO

TAMANHO: FINO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 55
 CHI QUADRADO MEDIO: 1.13

FONTES	MEDIA (%)	A (*)
16 OLCOMB	.71 +-	.06
27 VEICSP	59.05 +-	4.21
5127 CARSEC	39.30 +-	4.31
INEXPL	.95 +-	.93

MASSA MEDIA: 18.14 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 23 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
CARBONO ELEMENTAR - OSASCO

TAMANHO: FINO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 55
 CHI QUADRADO MEDIO: 1.13

FONTES	MEDIA (%)	A (*)
16 OLCOMB	3.56 +-	.54
27 VEICSP	93.36 +-	2.78
INEXPL	3.08 +-	2.80

MASSA MEDIA: 4.19 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 24 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 CARBONO ORGANICO - IBIRAPUERA

 TAMANHO: FINO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 45
 CHI QUADRADO MEDIO: .91

FONTE	MEDIA (%)	A (*)
16 OLCOMB	1.44 +-	.11
27 VEICSP	67.09 +-	5.12
5127 CARSEC	28.74 +-	5.27
INEXPL	2.72 +-	1.54

 MASSA MEDIA: 10.21 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

 QUADRO 25 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 CARBONO ELEMENTAR - IBIRAPUERA

 TAMANHO: FINO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 45
 CHI QUADRADO MEDIO: .91

FONTE	MEDIA (%)	A (*)
16 OLCOMB	9.30 +-	2.13
27 VEICSP	99.01 +-	3.68
INEXPL	-8.30 +-	2.61

 MASSA MEDIA: 2.12 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 26 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
CARBONO ORGANICO - S.CAETANO

TAMANHO: FINO
NUMERO DE AMOSTRAS: 54
CHI QUADRADO MEDIO: 1.10

FONTE	MEDIA (%)	A (*)
16 OLCOMB	1.27 +-	.19
27 VEICSP	77.00 +-	4.22
5030 FERMAN	.03 +-	.03
5127 CARSEC	20.95 +-	40.26
5222 SFGRA	.03 +-	.03
INEXPL	.72 +-	1.80

MASSA MEDIA: 17.55 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 27 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
CARBONO ELEMENTAR - S.CAETANO

TAMANHO: FINO
NUMERO DE AMOSTRAS: 54
CHI QUADRADO MEDIO: 1.10

FONTE	MEDIA (%)	A (*)
16 OLCOMB	4.66 +-	.72
27 VEICSP	107.23 +-	2.58
5030 FERMAN	.01 +-	.01
5222 SFGRA	.01 +-	.01
INEXPL	-11.92 +-	2.50

MASSA MEDIA: 4.86 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 28 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 CARBONO ORGANICO - P.D.PEDRO

 TAMANHO: FINO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 48
 CHI QUADRADO MEDIO: 1.30

FONTE	MEDIA (%)	A (*)
16 OLCOMB	.79+-	.07
27 VEICSP	84.49+-	4.77
5127 CARSEC	19.25+-	3.90
INEXPL	-4.53+-	1.99

 MASSA MEDIA: 23.57 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

 QUADRO 29 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 CARBONO ELEMENTAR - P.D.PEDRO

 TAMANHO: FINO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 48
 CHI QUADRADO MEDIO: 1.30

FONTE	MEDIA (%)	A (*)
16 OLCOMB	2.62+-	.29
27 VEICSP	97.09+-	3.39
INEXPL	.28+-	3.48

 MASSA MEDIA: 8.19 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 30 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
CARBONO ORGANICO - OSASCO

TAMANHO: GROSSO
NUMERO DE AMOSTRAS: 56
CHI QUADRADO MEDIO: .90

FONTES	MEDIA (%)	A (*)
16 OLCOMB	.61+-	.10
27 VEICSP	89.76+-	4.12
INEXPL	9.63+-	4.13

MASSA MEDIA: 4.71 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 31 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
CARBONO ELEMENTAR - OSASCO

TAMANHO: GROSSO
NUMERO DE AMOSTRAS: 56
CHI QUADRADO MEDIO: .90

FONTES	MEDIA (%)	A (*)
16 OLCOMB	1.58+-	.30
27 VEICSP	85.54+-	2.59
INEXPL	12.88+-	2.68

MASSA MEDIA: 2.20 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 32 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
CARBONO ORGANICO - IBIRAPUERA

TAMANHO: GROSSO
NUMERO DE AMOSTRAS: 51
CHI QUADRADO MEDIO: 1.07

FONTES	MEDIA (%)	A (*)
16 OLCOMB	1.12+-	.16
27 VEICSP	83.51+-	3.82
INEXPL	15.37+-	3.86

MASSA MEDIA: 3.29 µg/M3

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 33 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
CARBONO ELEMENTAR - IBIRAPUERA

TAMANHO: GROSSO
NUMERO DE AMOSTRAS: 51
CHI QUADRADO MEDIO: 1.07

FONTES	MEDIA (%)	A (*)
16 OLCOMB	3.43+-	.59
27 VEICSP	106.35+-	11.49
INEXPL	-9.78+-	11.44

MASSA MEDIA: 1.40 µg/M3

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 34 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 CARBONO ORGANICO - S.CAETANO

TAMANHO: GROSSO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 55
 CHI QUADRADO MEDIO: .95

FONTES	MEDIA (%)	A (*)
16 OLCOMB	2.39+-	.42
27 VEICSP	104.31+-	3.76
INEXPL	-6.70+-	3.89

MASSA MEDIA: 5.34 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

 QUADRO 35 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 CARBONO ELEMENTAR - S.CAETANO

TAMANHO: GROSSO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 55
 CHI QUADRADO MEDIO: .95

FONTES	MEDIA (%)	A (*)
16 OLCOMB	4.09+-	.74
27 VEICSP	78.66+-	3.12
INEXPL	17.25+-	3.20

MASSA MEDIA: 3.09 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 36 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
CARBONO ORGANICO - P.D.PEDRO

TAMANHO: GROSSO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 44
 CHI QUADRADO MEDIO: .98

FONTE	MEDIA (%)	A (*)
16 OLCOMB	3.26+-	.51
27 VEICSP	76.18+-	3.83
INEXPL	20.56+-	4.00

MASSA MEDIA: 3.81 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 37 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
CARBONO ELEMENTAR - P.D.PEDRO

TAMANHO: GROSSO
 NUMERO DE AMOSTRAS: 44
 CHI QUADRADO MEDIO: .98

FONTE	MEDIA (%)	A (*)
16 OLCOMB	3.26+-	.51
27 VEICSP	76.18+-	3.83
INEXPL	20.56+-	4.00

MASSA MEDIA: 3.81 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 38 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
CARBONO ORGANICO - OSASCOTAMANHO: TOTAL
NUMERO DE AMOSTRAS: 53
CHI QUADRADO MEDIO: .90

FONTE	MEDIA (%)	A (*)
5221 OLCOM	.50+-	.45
27 VEICSP	88.20+-	3.66
5127 CARSEC	13.39+-	3.26
INEXPL	-2.02+-	1.36

MASSA MEDIA: 27.59 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 39 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
CARBONO ELEMENTAR - OSASCOTAMANHO: TOTAL
NUMERO DE AMOSTRAS: 53
CHI QUADRADO MEDIO: .90

FONTE	MEDIA (%)	A (*)
5221 OLCOM	4.93+-	.62
27 VEICSP	102.65+-	1.83
INEXPL	-7.58+-	1.73

MASSA MEDIA: 9.99 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 40 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 CARBONO ORGANICO - IBIRAPUERA

TAMANHO: TOTAL
 NUMERO DE AMOSTRAS: 49
 CHI QUADRADO MEDIO: 1.16

FONTE	MEDIA (%)	A (*)
5221 OLCOM	.69+-	.07
27 VEICSP	68.53+-	4.05
5127 CARSEC	28.28+-	4.27
INEXPL	2.51+-	1.17

MASSA MEDIA: 17.16 μ g/M3

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

 QUADRO 41 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 CARBONO ELEMENTAR - IBIRAPUERA

TAMANHO: TOTAL
 NUMERO DE AMOSTRAS: 49
 CHI QUADRADO MEDIO: 1.16

FONTE	MEDIA (%)	A (*)
5221 OLCOM	10.61+-	1.03
27 VEICSP	101.88+-	1.96
INEXPL	-12.50+-	1.44

MASSA MEDIA: 4.52 μ g/M3

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 42 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 CARBONO ORGANICO - S. CAETANO

 TAMANHO: TOTAL
 NUMERO DE AMOSTRAS: 51
 CHI QUADRADO MEDIO: 1.19

FONTA	MEDIA (%)	A (*)
5221 OLCOM	1.23+-	.24
27 VEICSP	95.38+-	3.45
5127 CARSEC	9.01+-	2.59
INEXPL	-5.62+-	1.75

 MASSA MEDIA: 31.57 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

 QUADRO 43 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
 CARBONO ELEMENTAR - S. CAETANO

 TAMANHO: TOTAL
 NUMERO DE AMOSTRAS: 51
 CHI QUADRADO MEDIO: 1.19

FONTA	MEDIA (%)	A (*)
5221 OLCOM	10.97+-	1.90
27 VEICSP	99.09+-	2.78
INEXPL	-10.06+-	1.99

 MASSA MEDIA: 13.21 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 44 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
CARBONO ORGANICO - P.D.PEDRO

TAMANHO: TOTAL
NUMERO DE AMOSTRAS: 43
CHI QUADRADO MEDIO: 1.09

FONTE	MEDIA (%)	A (*)
5221 OLCOM	.51+-	.04
27 VEICSP	97.93+-	3.63
5127 CARSEC	6.62+-	2.56
INEXPL	-5.06+-	2.25

MASSA MEDIA: 34.94 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

QUADRO 45 - CONTRIBUIÇÃO MEDIA DAS FONTES
CARBONO ELEMENTAR - P.D.PEDRO

TAMANHO: TOTAL
NUMERO DE AMOSTRAS: 43
CHI QUADRADO MEDIO: 1.09

FONTE	MEDIA (%)	A (*)
5221 OLCOM	5.49+-	.46
27 VEICSP	105.70+-	2.21
INEXPL	-11.19+-	2.30

MASSA MEDIA: 14.40 $\mu\text{g}/\text{M}^3$

(*A) DESVIO PADRAO DA MEDIA

.79.

Observa-se que no particulado fino as fontes que parecem mais contribuir para o carbono orgânico são: veículos e carbono secundário, e para o carbono elementar os veículos. O mesmo é verdadeiro quando observa-se o material carbonáceo no particulado total.

Já no particulado grosso os veículos são os maiores responsáveis identificados pela emissão do material carbonáceo.

Pelo número de parâmetros envolvidos essas observações parecem estar melhor fundamentadas do que as apresentadas no item 5 (TENTATIVA DE CARACTERIZAÇÃO DAS FONTES) do relatório "Teores de Material Particulado Carbonáceo na Atmosfera da Grande São Paulo - ECA/GSP".

12. CONCLUSOES

As conclusões gerais desta parte do estudo são resumidas abaixo:

- Quando se considera o parâmetro partículas totais em suspensão (PTS) as maiores contribuições se referem a partículas ressuspensas do solo (contribuição da ordem de 50%), vindo a seguir a contribuição da exaustão dos veículos automotores (cerca de 30%). Seguem-se em importância os aerossóis secundários de enxofre e carbono.

- Quando se considera o parâmetro poeira inalável (PI), continuam sendo as contribuições mais importantes, as emissões veiculares e as poeiras ressuspensas, porém em menor escala e aumenta a importância dos aerossóis secundários.

- Na fração fina (<2,5 μm) cai drasticamente a contribuição dos aerossóis ressuspensos, passando a ser a contribuição mais importante aquela referente às emissões veiculares, vindo logo a seguir os aerossóis secundários.

- A medida que se caminha na direção dos aerossóis de maior significado higiênico (menor tamanho de partícula) cresce a importância das emissões veiculares, principalmente ao se considerar que a geração dos aerossóis secundários também está estritamente ligada a essas emissões.

13. RECOMENDAÇÕES

- A estratégia de controle das concentrações de partículas totais em suspensão (PTS) deve contemplar obrigatoriamente a redução das poeiras ressuspensas do solo. Nessa tarefa é importante considerar dois aspectos: a origem dessa poeira que está sedimentada nas ruas e o agente de ressuspensão dessa poeira. Quanto ao agente de ressuspensão da poeira o vento seguramente deve desempenhar um papel importante nos períodos de boa ventilação, mas nos períodos de calma, que constituem os períodos críticos para poluição do ar outra vez os veículos são os grandes responsáveis. Quanto a origem dessa poeira, considerando tratar-se basicamente de material constituinte do solo, podemos atribuir grande importância as áreas com o solo desprotegido existente na região incluindo-se aí as obras de construção civil. É importante notar que a grande contribuição da poeira ressuspensa do solo não se dá em áreas vizinhas a obras mas trata-se de um problema generalizado. Assim sendo é lícito especular sobre a possibilidade de o problema ocorrer via erosão, assoreamento de rios, enchentes, não ficando então o problema restrito às áreas de erosão.

- Outra parcela importante das partículas é proveniente das emissões veiculares. Aqui tem-se que distinguir entre as partículas primárias e secundárias. No que se refere aos particulados primários o veículo movido a diesel deve receber um tratamento diferenciado, uma vez que seus fatores de emissão são maiores. Já quando se considera os particulados secundários, que tem como seus precursores os compostos orgânicos, os veículos leves se constituem no alvo principal.

- É importante ressaltar que a ação nas emissões veiculares é que efetivamente resultará em uma redução das frações higienicamente mais significativas.

- Recomenda-se a adoção de padrões de qualidade do ar para poeira inalável ao lado dos padrões para poeira total já existentes.



.81.

- Observando-se o quadro geral da poluição do ar por material particulado fica ressaltada a importância da redução das emissões veiculares através do PROCONVE. Porém mais que isso, é necessário pensar também na necessidade de diminuir o uso dos veículos particulares. Isso só é possível pelo aumento da oferta de transporte coletivo que possa apresentar vantagens sobre o transporte individual.

- Com relação a episódios agudos de poluição do ar, esta poderosa ferramenta (Modelo Receptor) poderá e deverá ser utilizada para o estabelecimento da melhor estratégia de abatimento das concentrações e também para comprovar a eficácia das medidas adotadas.

- São recomendados estudos adicionais para que este modelo possa resolver a contribuição dos veículos por tipo de combustível (gasolina/álcool, álcool hidratado e diesel). Para tanto haverá a necessidade de estabelecimento de assinaturas para cada tipo de veículo.

14. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- (1) GODINHO R., ALONSO C.D., COOPER J.A.. Estudo da Caracterização dos Aerossóis da Grande São Paulo: Plano Preliminar. São Paulo, CETESB, 1983 (Apresentado no Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental; 12 - Camboriu, 1983).
- (2) Teores de Material Particulado Fino, Grosso, Inalável e Total na Atmosfera da Grande São Paulo. ECA-GSP n° 1 - São Paulo: CETESB, 1988.
- (3) Teores de Material Particulado Carbonáceo na Atmosfera da Grande São Paulo. ECA-GSP n° 2 - São Paulo: CETESB, 1988.
- (4) Qualidade do Ar na Região Metropolitana de São Paulo e em Cubatão 1988 - São Paulo: CETESB, 1988.
- (5) BRASIL. Leis, Decretos, etc. Ministério do Interior. Portaria MINTER n° 231 de 27 abril 1976. Estabelece padrões de qualidade do ar. In.: Controle da Poluição Ambiental - Legislação Estadual e Federal. São Paulo, CETESB, 1986.
- (6) GORDON E.G.. "Receptor Models", Env. Sci. Tech. 14(7),729-800 (1980).
- (7) HENRY R.C.,LEWIS C.W.,HOPKE P.K.,WILLIAMSON H.S., "Review of Receptor Model Fundamentals" Atm.Env. 18(8),1507-1515,(1984).
- (8) COOPER J.A.,WATSON J.G., "Receptor Oriented Methods of Air Particulate Source Apportionment" J. Air Poll. Control. Assoc., 30(10) ,1116-1125,1980.
- (9) FRIEDLANDER S.K. "Chemical Element Balances and Identification of Air Pollution Sources". Env. Sci. Tech 7(3), 235-240,(1973).
- (10) Cubatão Aerosol Source Apportionment Study -vols. I,II ,NEA Inc.,1985.
- (11) LOO B.W., JAKLEVIC J.M., GOULDIN G.F.S.. "Dichotomous Virtual Impactors for Large Scale Monitoring of Airborne Particulate Matter", Laurence Berkeley Laboratory Report n° LBL-3854 (1975).
- (12) COOPER J.A., "Comparison of Particle and Pholon Excited X-ray Fluorescence Applied to Trace Element Samples . "Nuclear Instruments and Methods 106, 525-538, 1973.
- (13) COOPER, J.A.. Interpretation of Energy-Dispersive X-ray Spectra", Am. Lab. 8(11), 35-48, 1976.

- (14) MUELLER P.X., MENDOZ A.B.V., COLLINS S.J.C., WILGUS E.S.. "Application of Ion chromatography to the Analysis of Anions Extracted from Airbone Particulate Watter" in SAWICKI E., MULIK J.D., WITTGENSTEIN E., ed. "Ion Chromatographic Analysis of Environmental Pollutants"
- (15) BUTLER F.E., JUNGER R.H., PORTER L.F., RILEY D.E., TOTH F.J.. "Analyses of Air Particulates by Ion Chromatography: Comparison with Accepted Methods" in SAWICK I.E., MULIK J.D., WITTGENSTEIN E., ed. "Ion Chromatographic Analysis of Environmental Pollutants", Ann Arbor Science, 1981, p.65-76.
- (16) JOHNSON R.L., SHAH,R.A., CARY R.A. e HUNTZICKER J.J., "An Automated Thermal-Optical Method for the Analisy of Carbonaceous Aerosol". In: MACIAS E.S. & HOPKE P.K., ed. "Atmospheric Aerosol", 1981, p. 223.
- (17) ROMANO J., ALONSO C.D.. Medição de Carbono Particulado no Ar, Desenvolvimento de Metodologia. São Paulo, CETESB, 1987 (trabalho apresentado no IV Encontro Nacional de Química Analítica, São Paulo, 1987).
- (18) CADLE S.H., GROBLICK, J.P., STROUP D.P. "An Automated Carbon Analyser for Particulate Samples", (Apresentado no II Chemical Congress of the North Americam Continent, Las Vegas, 1980).
- (19) Norma NB-6601 - Analises dos Gases de Escapamento de Veículos Rodoviários Automotores Leves a Gasolina - ABNT.
- (20) HEIN SOHN R.J., DAVIS J.W., KNAPP K.T.. "Dilution Source Sampling System". Environ. Sci. Technol., 14(10), 1205, 1980.

Date:
NO:
Division:
Page: 01
Date for: