

CETESB - CIA. DE TÉCNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA  
AV. PROF. FREDERICO HERRMANN JR., 045 CEP 05489 - PINHEIROS  
SÃO PAULO - BRASIL

QUALIDADE DO AR NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

ARQUIVO TECNICO

81  
G545q(RCET)  
024907



16103

024907

QUIM. ROBERTO GODINHO  
GERENTE DA DIVISÃO DE  
QUALIDADE DO AR

A Região Metropolitana de São Paulo está localizada no Planalto Atlântico sob o Trópico de Capricórnio.

Possui cerca de 8.000 km<sup>2</sup> com uma população de aproximadamente 17 milhões de pessoas (1990). Cerca de 70% dessa população vive na cidade de São Paulo e o restante está distribuído entre as cidades menores e distritos. Atualmente, a RMSP é uma das maiores zonas industriais do Brasil. Como aconteceu em muitos centros industriais, tanto o crescimento da população quanto o industrial baseou-se mais na iniciativa local e na disponibilidade de recursos e vias de comunicação, do que em qualquer tipo de planejamento.

A área possui uma frota de veículos estimada em 4 milhões de unidades (1989), sendo 3 milhões de veículos leves (60% gasolina e 40% álcool) e um grande número de indústrias pesadas, como siderúrgicas e aciarias, fábricas de cimento, ácido sulfúrico, fertilizantes, refinarias e indústrias petroquímicas, químicas, etc..

A topografia da RMSP 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 km<sup>2</sup>, 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. A região vem apresentando altos níveis de poluição atmosférica há bastante tempo, principalmente durante o inverno.

Os resultados do monitoramento da qualidade do ar na Região Metropolitana de São Paulo em 1990 são apresentados nas figuras 3 a 14.

A qualidade do ar na Região é determinada por um complexo sistema de fontes móveis (veículos automotores) e estacionárias.

Considerando os planos de controle postos em prática pela CETESB no que se refere principalmente às emissões de dióxido de enxofre e material particulado provenientes de fontes estacio

nárias, as emissões veiculares desempenham hoje um papel de destaque no nível de poluição do ar existente na região.

As medições realizadas através dos sistemas de amostragem do ar em operação na região revelam o seguinte quadro :

Na RMSP os padrões de qualidade do ar para partículas totais em suspensão, tanto o de 24 horas ( $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) como o anual ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) são excedidos. Atinge-se inclusive durante os períodos mais desfavoráveis para a dispersão de poluentes concentrações acima do nível de atenção ( $375 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - média de 24 horas) e eventualmente do nível de alerta ( $625 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - média de 24 horas). Baseando-nos na segunda concentração máxima encontrada na região é possível definir uma concentração em torno de  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$  como valor básico para definição de necessidade de redução das emissões.

Quanto ao parâmetro fumaça, os padrões diário ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e anual ( $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) são ultrapassados atingindo-se, nos períodos mais críticos, o nível de atenção ( $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - 24 h).

No que se refere a partículas inaláveis, também os padrões diário ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) e o anual ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) são ultrapassados, atingindo-se, durante o inverno o nível de atenção ( $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - 24 h), é eventualmente, o nível de alerta ( $420 \mu\text{g}/\text{m}^3$  - 24 h).

Os planos de redução dessas concentrações deverão obrigatoriamente contemplar um programa para redução das emissões veiculares (principalmente veículos pesados) e um programa de manutenção das reduções já conseguidas nas fontes estacionárias. A parcela de contribuição dos aerossóis secundários, principalmente aqueles provenientes do smog fotoquímico, poderá ser reduzida através do mesmo programa de controle de emissões veiculares, principalmente no que se refere aos compostos orgânicos e óxidos de nitrogênio.

Também deve ser ressaltado que uma parcela considerável do material particulado em suspensão na atmosfera é proveniente do processo de ressuspensão de poeira do solo. Esta parcela parece representar um problema de difícil controle, mas que no entanto tem sua origem também na movimentação de veículos, o que torna esta parcela, em última análise, também um problema criado pelos veículos automotores.

Um quadro quantitativo das contribuições dos diversos tipos de fontes de poluição para o problema de poluição do ar por material particulado foi obtido através de um estudo que utilizou técnicas do modelo de receptor de balanço químico de massas. No que se refere a poeira total em suspensão as maiores contribuições são provenientes de poeira ressuspensa do solo e veículos. Também merecem atenção os aerossóis secundários de enxofre e carbono. Ver figura 1

Na fração inalável do material particulado continuam sendo importantes as contribuições de poeira ressuspensa do solo e veículos e aumenta a importância dos aerossóis secundários. Ver figura 2

As concentrações de dióxido de enxofre sofreram uma redução sensível nos últimos anos e hoje se encontram, na maioria das estações, bem abaixo dos padrões de qualidade do ar. No ano de 1990 a única estação a violar o padrão de qualidade do ar foi a estação Tatuapé que apresentou uma média anual de  $132 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , muito embora não tenha ocorrido nenhuma ultrapassagem do padrão diário.

A poluição do ar relacionada com os veículos automotores é um problema sério na RMSP.

As concentrações de monóxido de carbono excedem rotineiramente o padrão de qualidade do ar para 8 horas (9 ppm) por uma grande margem em quase todos os locais de amostragem. Em três locais de amostragem (Correio, Cerqueira Cesar e Congonhas) o nível de atenção é frequentemente ultrapassado, atingindo concentrações de até cerca de 20 ppm.

Também no caso de ozônio o padrão de qualidade do ar ( $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) é rotineiramente excedido. O nível de atenção ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) também é frequentemente ultrapassado, principalmente nos dias de alta insolação, atingindo concentrações em torno de  $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Os dados de dióxido de nitrogênio mostram que, no ano de 1990, nas três estações onde o poluente foi medido, o padrão diário foi ultrapassado. Na estação Congonhas o nível de atenção foi atingido e o padrão anual também foi ultrapassado.

Este quadro justifica a necessidade urgente e inadiável de controle das emissões veiculares. No caso do ozônio, o quadro reinante conduz a necessidade do controle de seus precursores (compostos orgânicos e óxidos de nitrogênio), que através de processos fotoquímicos geram, além dos oxidantes fotoquímicos representados pelo ozônio, uma quantidade considerável de aerossol secundário, que em função de seu tamanho tem grande significado higiênico.

Dessa forma, o Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores - PROCONVE - é de importância fundamental, e deve ser implementado segundo um rígido cronograma.

Paralelamente a implementação do PROCONVE devem ser conduzidas outras medidas tão importantes quanto a redução dos níveis de emissão dos veículos. A área mais urbanizada da Região Metropolitana de São Paulo representada principalmente pelo município de São Paulo apresenta-se saturada em termos de veículos em circulação. Esse fato conduz a uma diminuição da velocidade média de percurso o que acarreta um aumento das emissões para a mesma quilometragem percorrida. São necessárias medidas de melhoria do transporte coletivo de modo a permitir a diminuição do uso do veículo particular. Na criação dos sistemas de transporte coletivo toda ênfase deve ser dada aos sistemas menos poluentes.

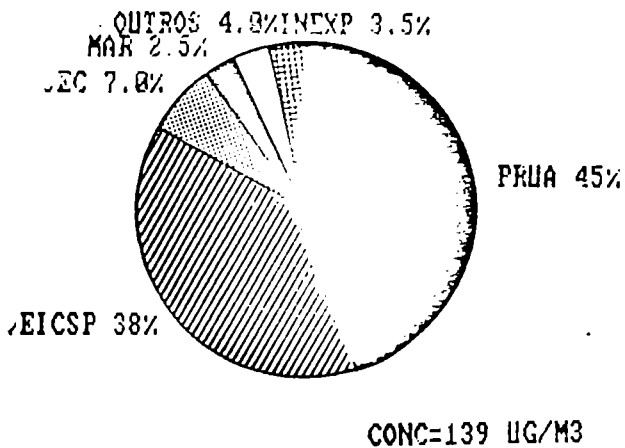
Deve ser enfatizado que um plano de redução dos níveis de poluição do ar não deve se basear exclusivamente nas reduções das emissões dos veículos de per si, mas deve contemplar medidas no sistema de transporte. Sem um aumento na eficiência do sistema de transportes muito do que pode ser conseguido na redução das emissões dos veículos pode ser contrabalançado pela diminuição da velocidade média.

A diminuição da quantidade de material particulado ressuspenso do solo é um exemplo típico da necessidade de uma ação global somada a ação em cima das especificações de cada veículo em particular.

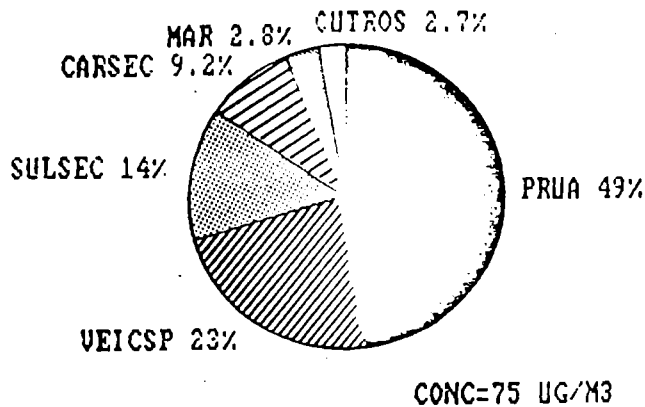
**Fig. 1 - Contribuição das Fontes**

POEIRA TOTAL EM SUSPENSÃO  
1988

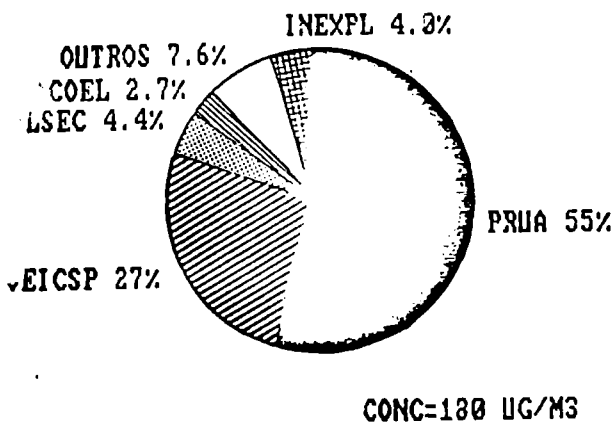
**P.D. PEDRO-TOTAL**



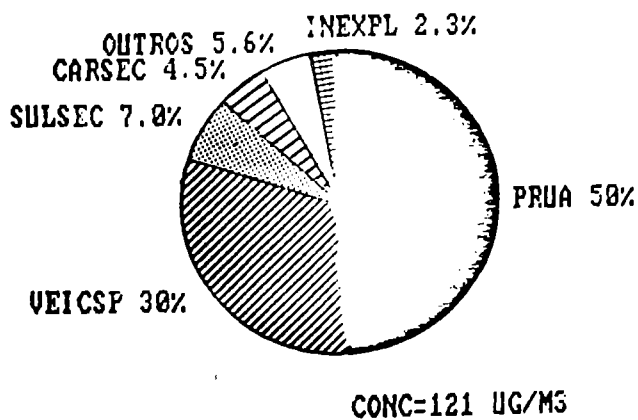
**IBIRAPUERA-TOTAL**



**S. CAETANO-TOTAL**



**OSASCO-TOTAL**

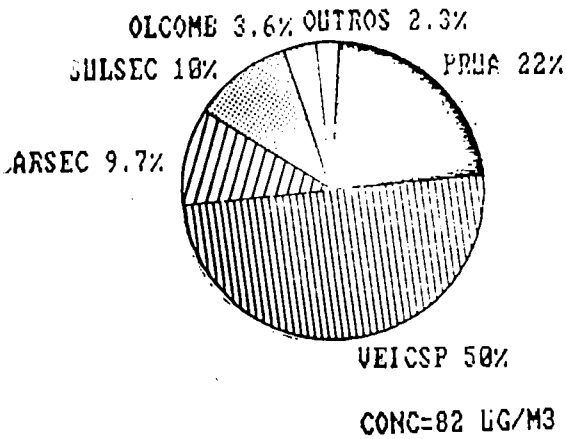


PRUA-POEIRA DE RUA  
VEICSP-VEICULOS AUTOMOTORES  
CARSEC-CARBONO SECUNDARIO  
SULSEC-SULFATO SECUNDARIO  
COEL-OLEO COMBUSTIVEL  
MAR-AEROSSOL MARITIMO  
ACOEL-FORNO DE ARCO ELETRICO  
INEXPL-INEXPLICADO

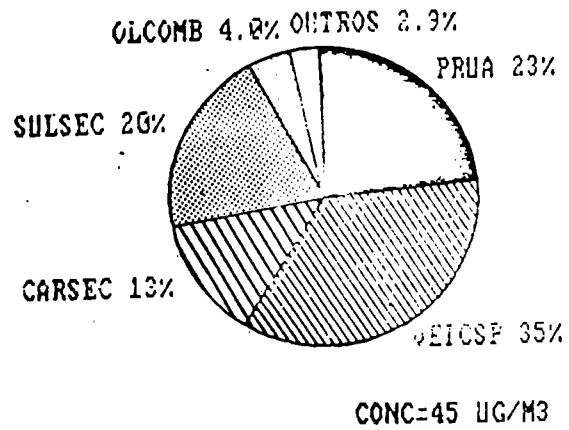
**Fig. 2 - Contribuição das Fontes**

POEIRA INALÁVEL  
1988

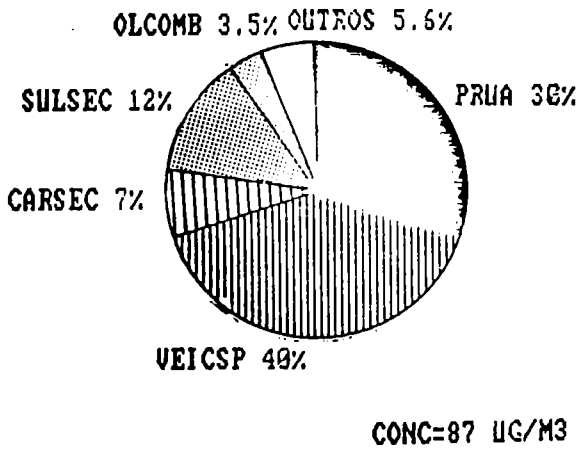
**P. D. PEDRO-INALÁVEL**



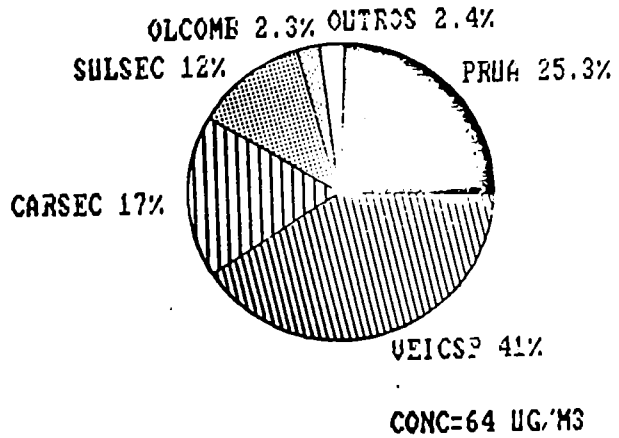
**IBIRAPUERA-INALÁVEL**



**S. CAETANO-INALÁVEL**



**OSASCO-INALÁVEL**



- PRUA-POEIRA DE RUA
- VEICSP-VEICULOS AUTOMOTORES
- CARSEC-CARBONO SECUNDARIO
- SULSEC-SULFATO SECUNDARIO
- OLCOMB-OLEO COMBUSTIVEL
- MAR-AEROSSOL MARINHO
- ACOEL-FORNO DE ARCO ELETRICO
- INEXPL-INEXPLICADO

Figura 3 - Médias aritméticas anuais de partículas inaláveis  
1990

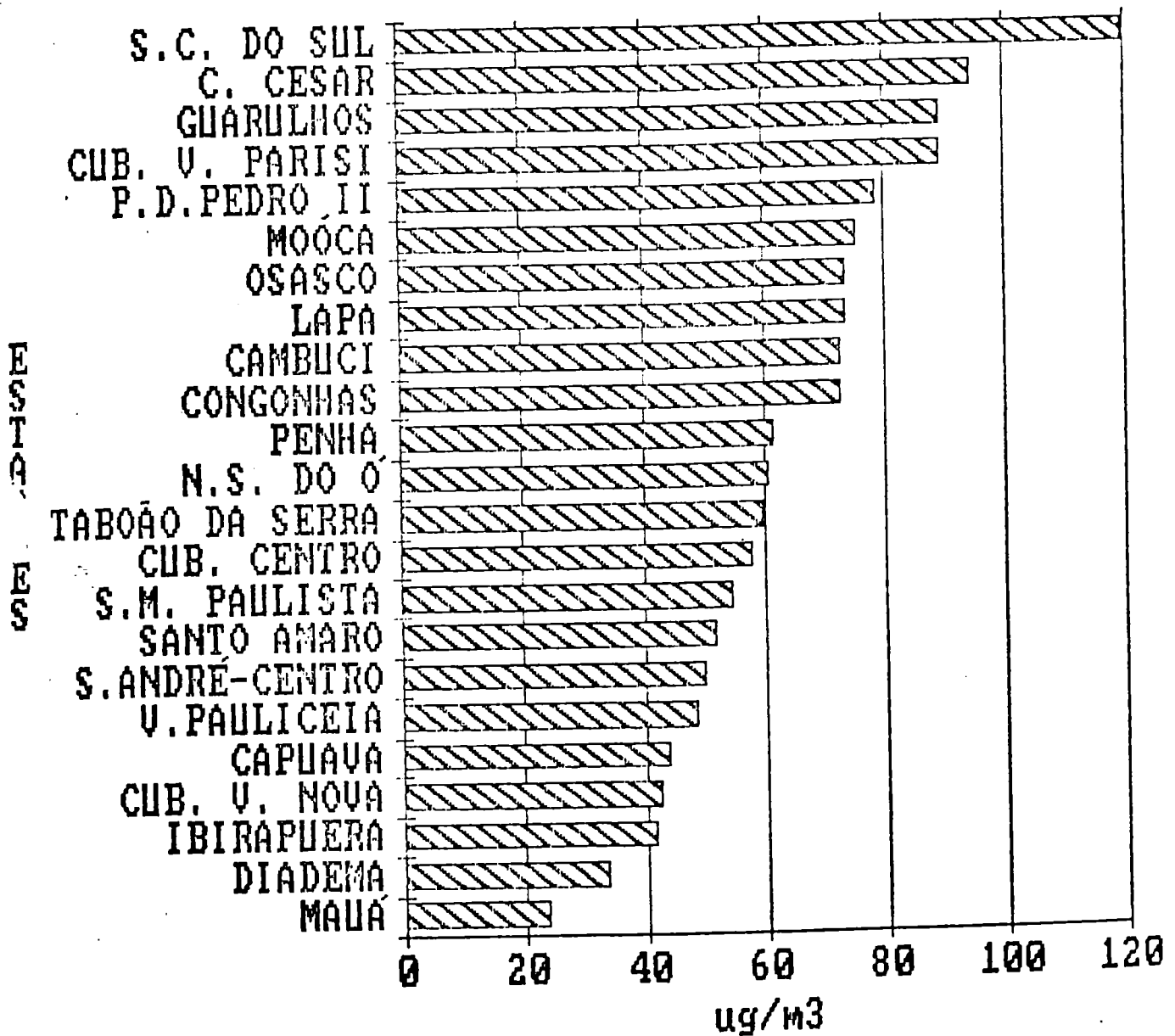


Figura 4 - Porcentagem do tempo em que o padrão diário de poeira inalável foi ultrapassado na RMSP e em Cubatão em 1990.

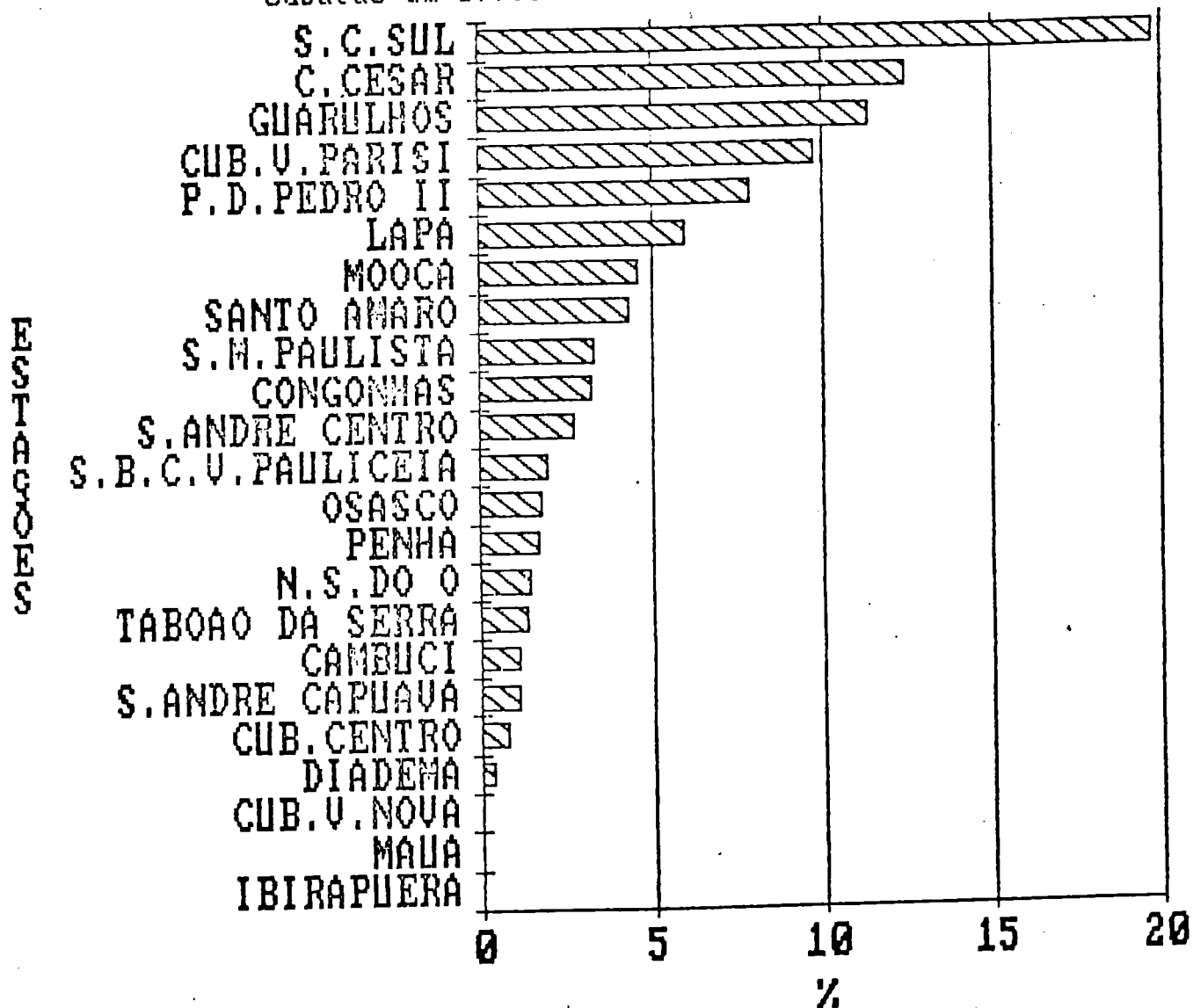
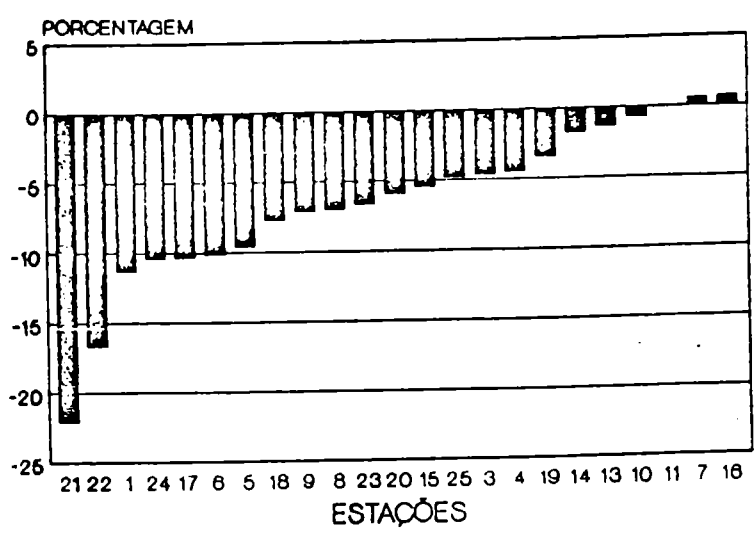


Figura 5 - Tendência das concentrações médias anuais de partículas inaláveis na RMSP e em Cubatão.



LEGENDA

- 1 - Parque D. Pedro II (10)
- 3 - Moóca (10)
- 4 - Cambuci (9)
- 6 - Ibirapuera (10)
- 7 - N. Senhora do Ó (7)
- 8 - São Caetano do Sul (7)
- 9 - Congonhas (9)
- 9 - Lapa (8)
- 10 - Cerqueira Cesar (9)
- 11 - Penha (8)
- 13 - Guarulhos (9)
- 14 - Santo André - Centro (7)
- 15 - Diadema (8)
- 16 - Santo Amaro (10)
- 17 - Osasco (10)
- 18 - Santo André - Capuava (8)
- 19 - S. B. do Campo - V. Paulicela (8)
- 20 - Taboão da Serra (9)
- 21 - São Miguel Paulista (8)
- 22 - Mauá (8)
- 23 - Cubatão V. Nova (8)
- 24 - Cubatão Centro (10)
- 25 - Cubatão V. Parisi (9)

( ) - Numero de anos utilizados

DETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SERVIÇO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA

Fig. 6. - Médias aritméticas anuais de SO<sub>2</sub> na RMSP em 1990.

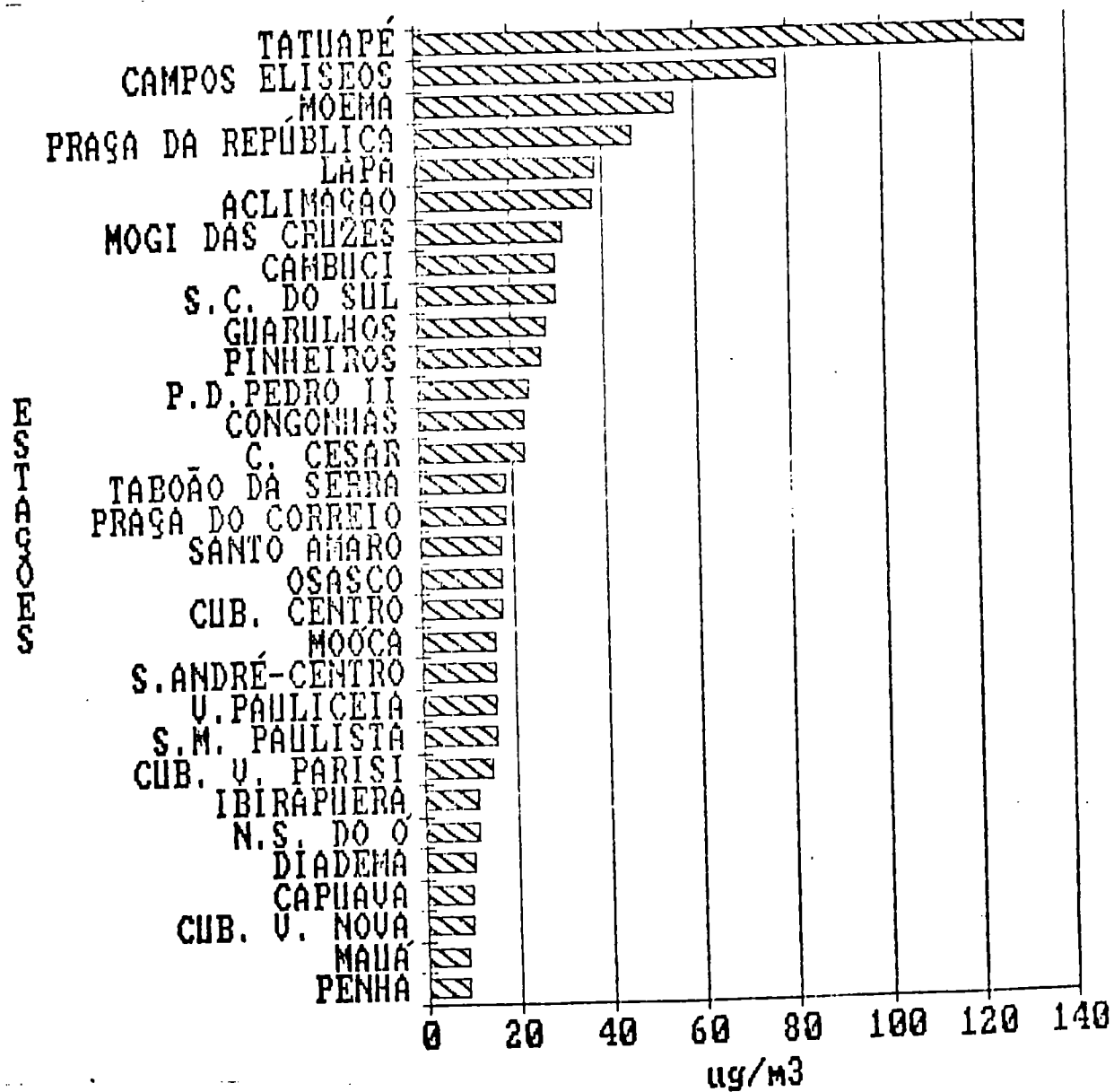
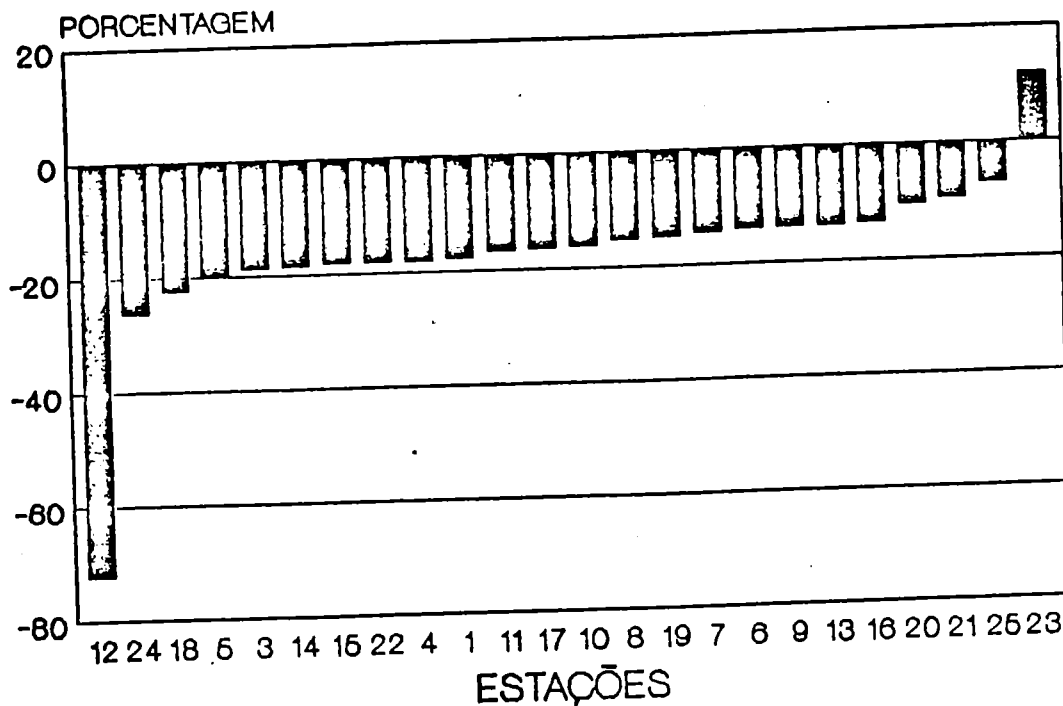


Figura 7 - Tendência das concentrações médias anuais de  $SO_2$  na RMSP e em Cubatão - Rede Telemétrica.

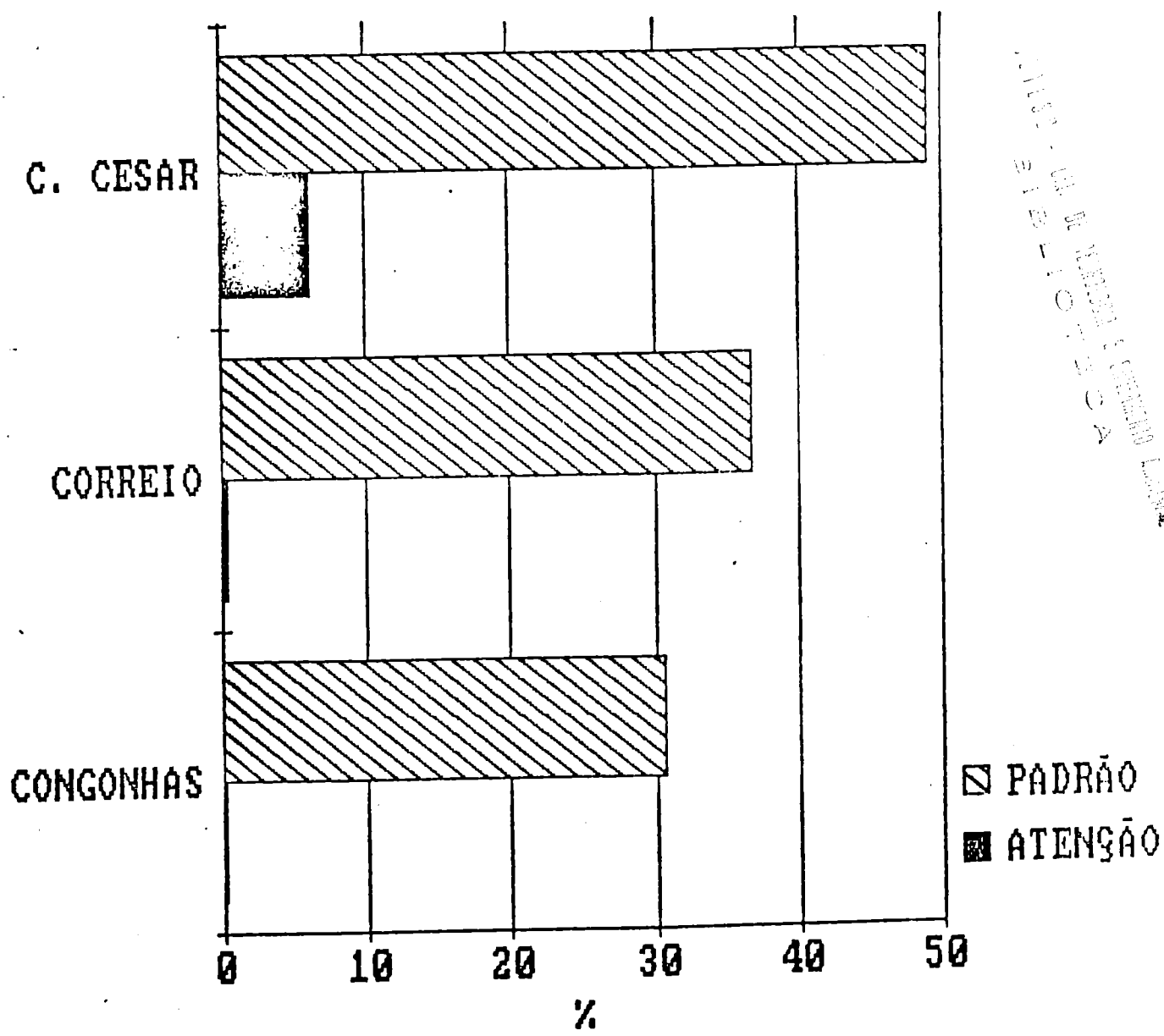


## LEGENDA

- 1 - Parque D. Pedro II (10)
- 3 - Moóca (10)
- 4 - Cambuci (10)
- 5 - Ibirapuera (10)
- 6 - N. Senhora do Ó (10)
- 7 - São Caetano do Sul (10)
- 8 - Congonhas (10)
- 9 - Lapa (10)
- 10 - Cerqueira Cesar (10)
- 11 - Penha (10)
- 12 - Praça do Correio (5)
- 13 - Guarulhos (10)
- 14 - Santo André - Centro (10)
- 15 - Diadema (10)
- 16 - Santo Amaro (10)
- 17 - Osasco (10)
- 18 - Santo André - Capuava (10)
- 19 - S. B. do Campo - V. Paulicéla (10)
- 20 - Taboão da Serra (10)
- 21 - São Miguel Paulista (10)
- 22 - Mauá (8)
- 23 - Cubatão V. Nova (7)
- 24 - Cubatão Centro (10)
- 25 - Cubatão V. Parisi (9)
- ( ) - Numero de anos utilizados

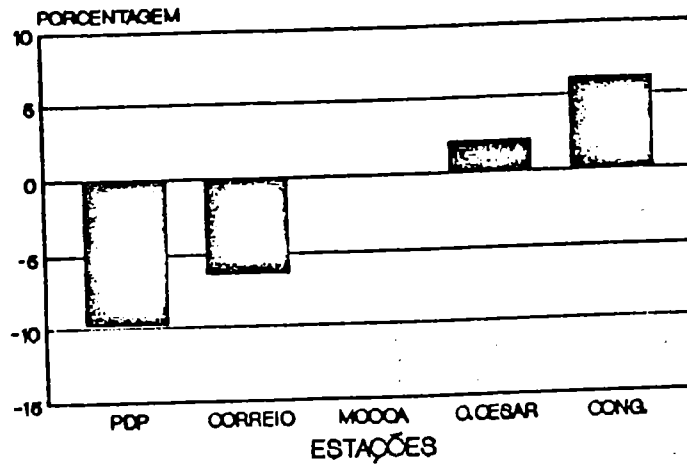
SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUPLENTE AMBIENTAL  
 INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Figura 8 - Porcentagem do tempo em que o padrão e nível de atenção para médias de 8 horas de CO foram excedidos em 1990.



INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO  
INSTITUTO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO

Figura 9 - Tendência do número das ultrapassagens do padrão de 8 horas para CO na RMSP.



#### LEGENDA

PDP - Parque D. Pedro II (8)  
CORREIO - Praça do Correio (10)  
MOCCA - Moóca (8)  
C.CESAR - Condição Cesar (10)  
CONG - Congonhas (10)

( ) - Número de anos utilizados

Figura 10 - Porcentagem do tempo em que as concentrações do Ozônio ultrapassaram o padrão de qualidade de 1 hora e o nível de atenção.

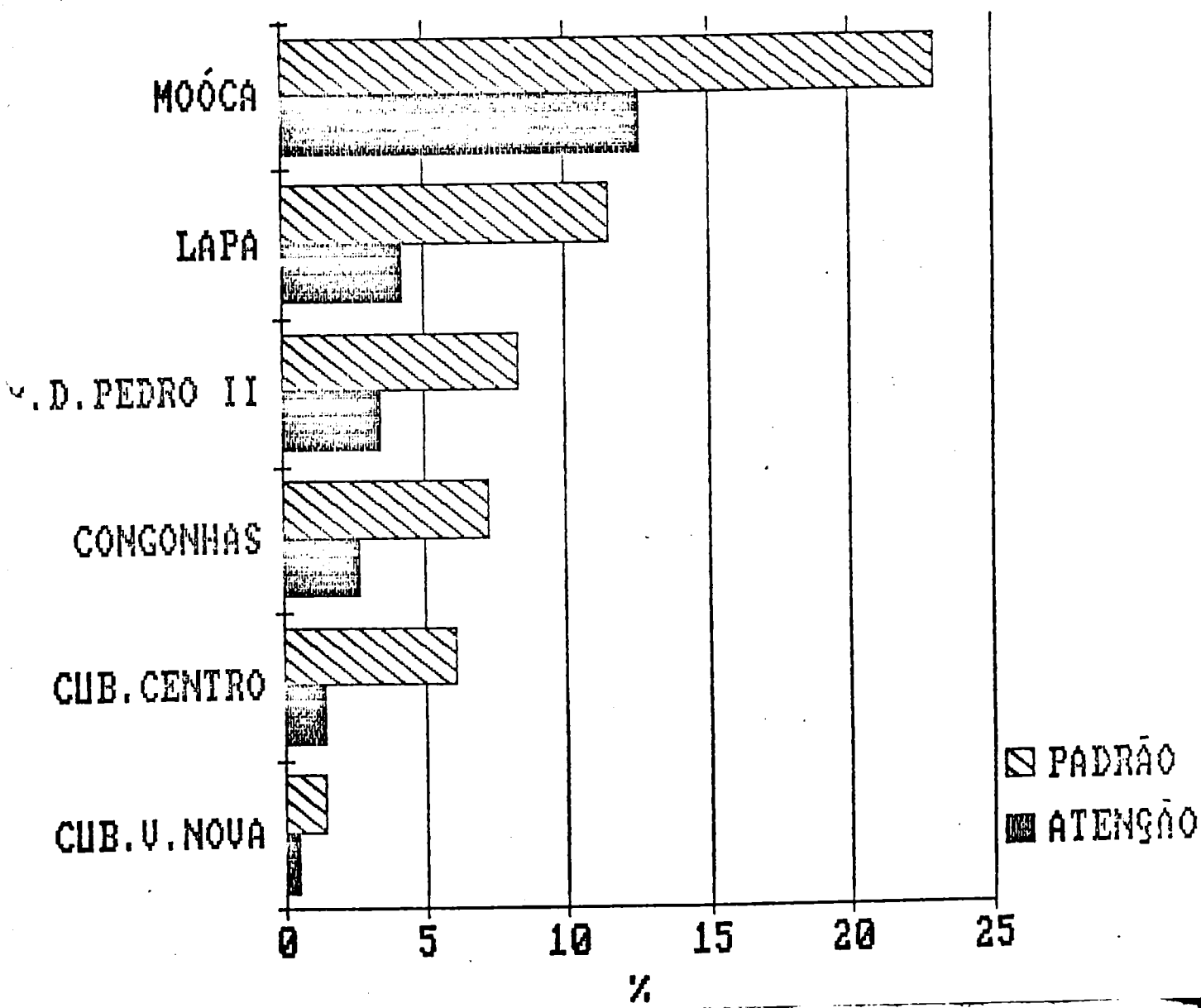
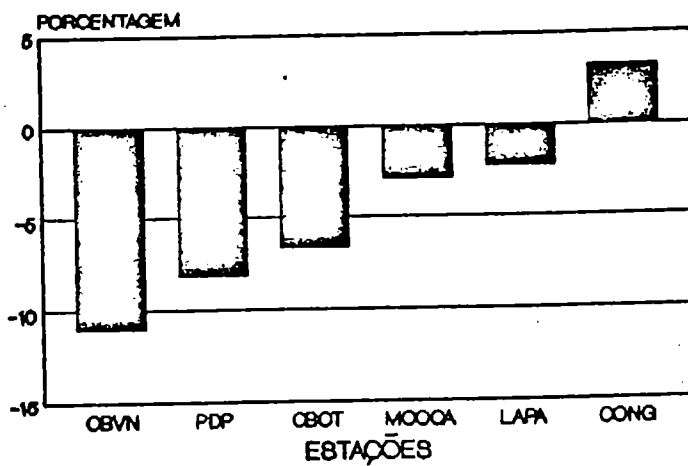


Figura 11 - Tendência do número de ultrapassagens do padrão horário do Ozônio na RMSP e em Cubatão.

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA



### LEGENDA

CBVN - Cubatão V. Nova (7)  
PDP - Parque D. Pedro II (10)  
CBOT - Cubatão Centro (10)  
MOOCA - Moóca (10)  
LAPA - Lapa (10)  
CONG - Congonhas (10)

( ) - Número de anos utilizados

Figura 12 - Médias aritméticas anuais de  $\text{NO}_2$  na RMSP em 1990.

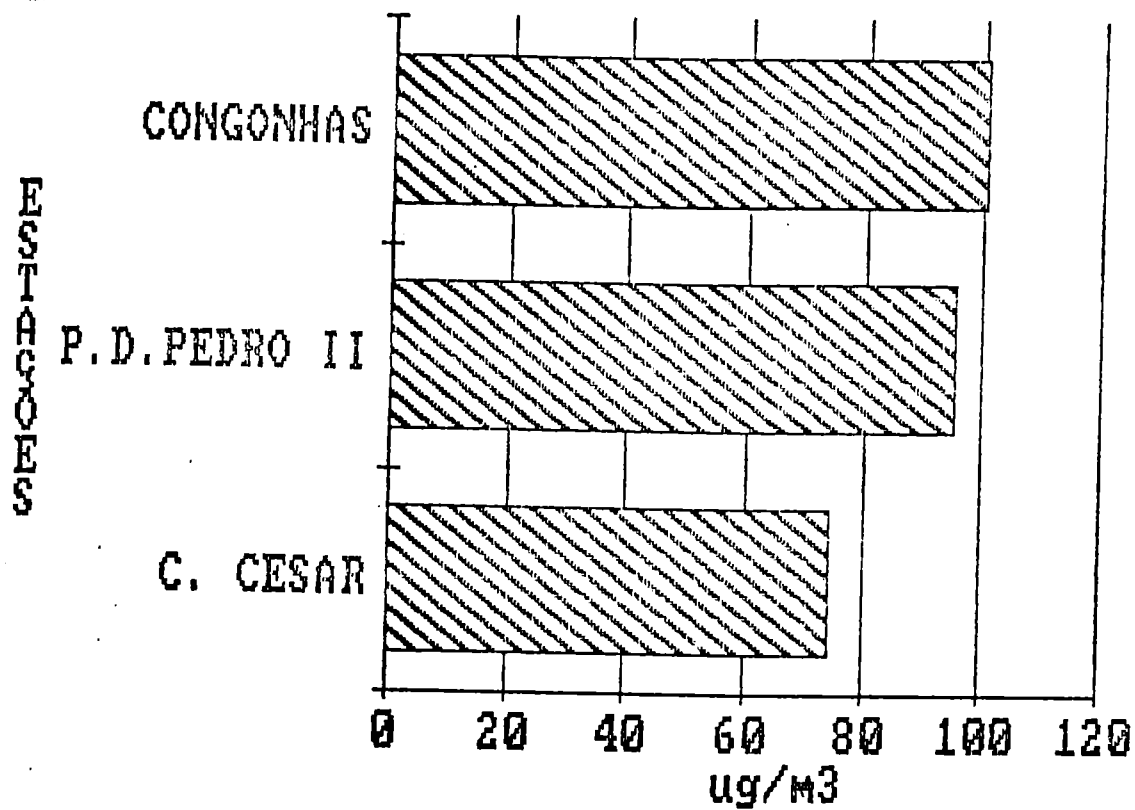


Figura 13 - Porcentagem do tempo em que o padrão horário de  $\text{NO}_x$  foi ultrapassado na RMSP em 1990.

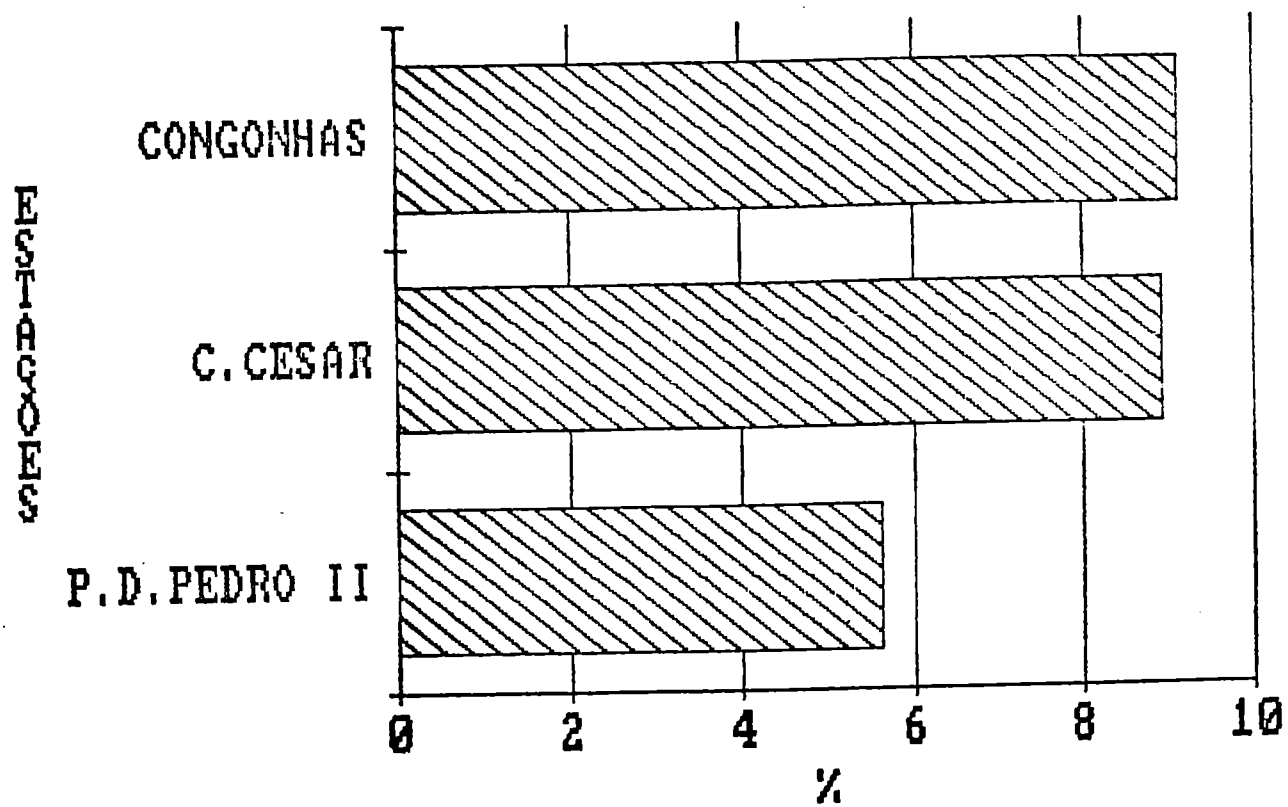
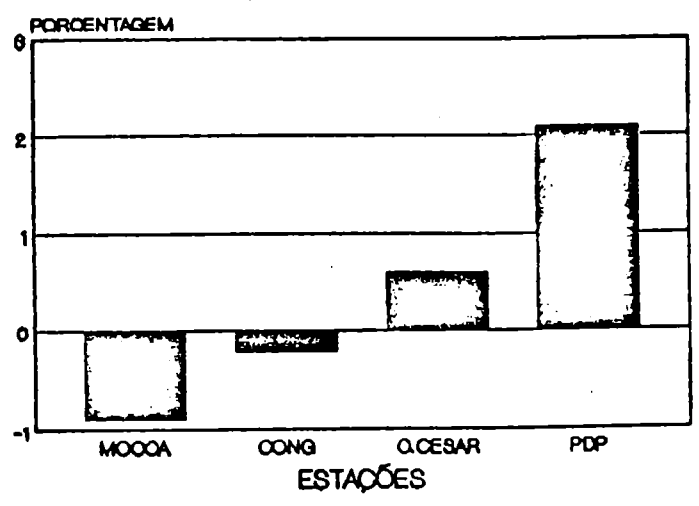


Figura 14 - Tendência das concentrações médias anuais de NO<sub>2</sub> na RMSP.



NETESB - CIA. DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL  
BIBLIOTECA

**LEGENDA**

- MOOCA - Moóca (9)
- CONG - Congonhas (10)
- C.CESAR - Cerqueira Cesar (10)
- PDP - Parque D. Pedro II (10)

( ) - Numero de anos utilizados

