

CETESB

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL

**DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS E ENGENHARIA AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE QUALIDADE AMBIENTAL
DIVISÃO DE QUALIDADE DO AR
SETOR DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE DO AR
SETOR DE INTERPRETAÇÃO DE DADOS
SETOR DE METEOROLOGIA
SETOR DE TELEMETRIA**

**CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL**

**EFEITOS DA OPERAÇÃO RODÍZIO/97
NA QUALIDADE DO AR NA REGIÃO
METROPOLITANA DE SÃO PAULO**

NOVEMBRO/97

CETESB	FICHA TÉCNICA BIBLIOGRÁFICA
---------------	------------------------------------

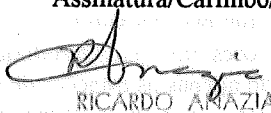
DOCUMENTO

Tipo Relatório	Data 18/11/97	Origem EQQ	Nº Página/V. 26	Nº Mapas
--------------------------	-------------------------	----------------------	---------------------------	-----------------

TÍTULO DO DOCUMENTO

EFEITOS DA OPERAÇÃO RODÍZIO/97 NA QUALIDADE DO AR NA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO - NOVEMBRO/97

AUTOR RESPONSÁVEL


Assinatura/Carimbo/Data

RICARDO ANAZIA
 GERENTE DO SETOR DE METEOROLOGIA
 REG. 01-4902-8 - CREA 108109/SP

AUTORES/ENTIDADES OU UNIDADES A QUE PERTENCEM


RICARDO ANAZIA - EQQM
JESUINO ROMANO - EQQ
CARLOS IBSEN V. LACAVA - EQQI
CARLOS EDUARDO NEGRÃO - EQQT
MARIA HELENA R. B. MARTINS - EQQA
CLAUDIO DARWIN ALONSO - EQ

CETESB - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
 BIBLIOTECA Prof. Dr. Lucas Nogueira Garcez
 Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros
 05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

DOCUMENTO AUTORIZADO POR

Assinatura/Carimbo/Data

 Guira. **CLAUDIO DARWIN ALONSO**
 Gerente do Dept. de Qualidade Ambiental
 Reg. 01-1333-6 - CRQ 04103322

DOCUMENTO REVISADO

Assinatura/Carimbo/Data

 Guira. **JESUINO ROMANO**
 Gerente da Divisão de Qualidade do Ar
 Reg: 01-2636-3 - CPO 0018458

CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

EXTERNA **INTERNA**
 RESERVADA

PALAVRAS CHAVES

RODÍZIO, QUALIDADE DO AR, RMS, TRÂNSITO.

CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO

13.2.03.E.00 - Desenvolvimento anual da operação de restrição de circulação de veículos nos meses de inverno.

DISTRIBUIÇÃO INTERNA

Áreas / Nº de cópias
E (1), DTSI (2)

USO DA BIBLIOTECA

Classificação de Assunto	Nº Documento	Visto/Carimbo/Data
---------------------------------	---------------------	---------------------------

RESUMO

Entre 23 de junho a 26 de setembro de 1997, ocorreu o Programa de Restrição à Circulação dos Veículos Automotores (carros e caminhões) na área conurbada da Região Metropolitana de São Paulo. Este programa, denominado Rodízio, cujo caráter é de ação preventiva, tem como objetivo evitar a possibilidade de se atingir episódios agudos de poluição do ar.

Através dos dados gerados pela rede telemétrica de monitoramento da qualidade do ar, pôde-se avaliar o grau de exposição da população aos poluentes medidos. Quanto aos parâmetros avaliados: dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio, partículas inaláveis, monóxido de carbono e ozônio, verificou-se que a qualidade "Má" foi determinada por dois parâmetros: monóxido de carbono e ozônio.

Com base na similaridade meteorológica entre o período do rodízio e o mesmo período de 5 anos anteriores, nos quais o rodízio não ocorreu, foi feita a comparação dos dados de qualidade do ar, considerando apenas as estações de monitoramento que possuíam dados históricos. Dentre os poluentes comparados, o monóxido de carbono destacou-se, passando de 85,3% nos 5 anos para 96,1% de respeito aos padrões.

Com base nos dados do levantamento estatístico do índice de adesão média ao rodízio (96,3% para os veículos leves e 81,1% para os caminhões), foi feita uma estimativa da redução de emissão dos poluentes. Foi estimado uma redução de 42.460 toneladas de monóxido de carbono, que se destacou dentre as demais. O percentual de redução de monóxido de carbono em relação as outras fontes, foi estimado em 19,8%.

8700
An 18e (RCET)
033532

OBSERVAÇÕES

Empty box for observations.

USO DA BIBLIOTECA

Local	Editora
Idioma	
Português <input type="checkbox"/> Inglês <input type="checkbox"/> Espanhol <input type="checkbox"/> Francês <input type="checkbox"/> Alemão <input type="checkbox"/> Italiano <input type="checkbox"/> _____ <input type="checkbox"/>	
Série	

ÍNDICE

GETESO - CIA. DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

1. EFEITOS DA OPERAÇÃO RODÍZIO/97 NA QUALIDADE DO AR	01
1.1. Histórico	01
2. MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR	02
2.1. Objetivo	02
2.2. Rede Automática de Monitoramento	02
2.3. Padrões de Índice de Qualidade do Ar	02
2.4. Poluentes Principais	04
3. LEVANTAMENTO ESTATÍSTICO DO ÍNDICE DE ADESÃO NA OPERAÇÃO RODÍZIO/97	05
3.1. Metodologia	05
3.1.1. População Alvo	05
3.1.2. Procedimentos de Amostragem	06
3.2. Resultados	07
3.2.1. Evolução da Adesão	07
3.2.2. Balanço Geral	08
4. ESTIMATIVA DA REDUÇÃO DE EMISSÃO DE POLUENTES	09
4.1. Redução Absoluta dos Poluentes	11
5. QUALIDADE DO AR DURANTE O RODÍZIO/97	11
5.1. Comparação com os Anos anteriores	13
5.2. Condições Meteorológicas	13
5.2.1. Inversões Térmicas	13
5.2.2. Vento	13
5.2.3. Passagem de Sistemas Frontais	13
5.2.4. Umidade Relativa do Ar	13
5.2.5. El Niño	14
5.3. Comparação dos Quadros Meteorológicos	14
5.4. Qualidade do Ar	15
5.4.1. Partículas Inaláveis	15
5.4.2. Monóxido de Carbono	17
5.4.3. Ozônio	18
5.5. Análise da Qualidade do Ar de Agosto/97	19
6. SÍNTESE E CONCLUSÕES	21
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
ANEXO 1	24
DADOS METEOROLÓGICOS - JULHO A SETEMBRO	24

1. EFEITOS DA OPERAÇÃO RODÍZIO/97 NA QUALIDADE DO AR

1.1. Histórico

A população da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) tem estado sujeita a episódios agudos de poluição do ar, principalmente durante os meses de “inverno” (maio a setembro), em consequência da relação entre emissão de poluentes e fenômenos meteorológicos. Na maior parte do ano os poluentes se dispersam diluindo-se na atmosfera, sem causar elevados índices de poluição. Entretanto, em determinados dias, principalmente durante os meses de inverno, devido a uma maior ocorrência de inversões térmicas abaixo de 200 metros que, associadas à ausência de ventos por várias horas seguidas e de chuvas por vários dias seguidos, fazem com que os poluentes não encontrem condições favoráveis para se dispersarem, resultando no aumento de suas concentrações na atmosfera. Este aumento, dependendo dos níveis atingidos, pode causar efeitos nocivos à saúde da população, como irritação dos olhos e do trato respiratório superior, além de agravar o estado de saúde de uma parcela da comunidade já portadora ou suscetível a determinadas doenças do aparelho respiratório e cardiovascular, principalmente crianças e idosos.

A CETESB, desde 1976 desenvolve anualmente no período de maio a setembro, um conjunto de ações preventivas e corretivas denominadas “Operação Inverno” (1) que visa proteger a saúde da população contra agravos causados por episódios agudos de poluição do ar. Até meados da década de 80 a Operação Inverno enfatizou ações de controle da poluição industrial, uma vez que essas fontes eram na época consideradas as principais responsáveis pelo problema da poluição atmosférica na RMSP. Ainda na década de 80 com o crescimento da frota de veículos, estes passaram a ser os principais contribuintes para a questão da poluição ar. A partir de 1981 a avaliação diária dos poluentes monitorados pela rede automática da CETESB tem mostrado que no inverno alguns poluentes, frequentemente, atingem altas concentrações, destacando-se o monóxido de carbono e as partículas inaláveis, conforme estudos realizados (2). No caso do monóxido de carbono, os veículos automotores (carros, ônibus, motocicletas e caminhões) são as principais fontes, estimando-se em 98% da contribuição de CO em relação às outras fontes registrado em estudos anteriores (3).

Decorrente do fato de que os veículos automotores são hoje os maiores responsáveis pela emissão de poluentes na RMSP, várias campanhas educativas tem sido desencadeadas pela CETESB ao longo dos anos, no sentido de buscar uma conscientização por parte da população sobre a importância dos veículos automotores como fontes de poluição. Destacam-se o exercício de defesa civil “Alerta 2” (1988) que paralisou por um dia o centro da Cidade de São Paulo, a intensificação da fiscalização da fumaça preta dos veículos a diesel a partir de 95 e as campanhas para regulagem de motores dos veículos. Estas ações culminaram em 1995 com a campanha voluntária de restrição de circulação de veículos e nas “Operações Rodízio” realizadas em 1996 e 1997, implementadas através de legislação específica.

Por longo tempo admitiu-se que a poluição do ar se concentrava em algumas áreas centrais da Cidade de São Paulo e qualquer medida restritiva deveria se limitar a elas. Porém, com o crescimento da frota de veículos, alteração do uso do solo, a expansão do centro e conseqüentemente a expansão dos pontos de congestionamento, verificou-se que estes limites já não existem. Diante desta evidência, as Operações Rodízio foram implementadas na Região Metropolitana de São Paulo compreendendo os municípios de: São Paulo, São Caetano do Sul, São Bernardo do Campo, Santo

André, Diadema, Osasco, Guarulhos, Taboão da Serra, Ferraz de Vasconcelos e Mauá, ou seja, municípios conurbados, onde se concentra a maior parte da frota metropolitana.

2 - MONITORAMENTO DA QUALIDADE DO AR

2.1 Objetivo

O objetivo principal desta análise é avaliar a influência da Operação Rodízio/97 nos índices de qualidade do ar observados no período de julho a setembro, através do monitoramento dos poluentes e da análise das condições meteorológicas ocorridas.

2.2 Rede Automática de Monitoramento

A CETESB vem operando uma rede automática de monitoramento do ar desde 1981. Essa rede de amostragem é composta por vinte e cinco estações fixas e duas móveis. Vinte e duas dessas estações estão situadas na RMSP e três na área de Cubatão. As duas estações móveis são deslocadas em função da necessidade do monitoramento em locais onde não existem estações de amostragem. Os dados das estações fixas são enviados, através de linhas telefônicas, a cada hora, à estação central na CETESB onde os mesmos são processados. Essa rede foi concebida para medir os seguintes parâmetros: partículas inaláveis (PI), dióxido de enxofre (SO₂), dióxido de nitrogênio (NO₂), ozônio (O₃), monóxido de carbono (CO), hidrocarbonetos, além dos parâmetros meteorológicos: velocidade e direção do vento, umidade e temperatura. Para cada tipo de poluente avaliado, há necessidade da presença de um monitor específico em cada estação de monitoramento da qualidade do ar.

A renovação dessa rede ocorrida em 1996 com a aquisição de novos equipamentos (monitores e sensores meteorológicos), tem permitido uma avaliação mais extensa da qualidade do ar na RMSP uma vez que se incluiu o monitoramento dos poluentes e parâmetros meteorológicos, abaixo relacionados, nas seguintes estações:

- monóxido de carbono: Ibirapuera, Santo Amaro, Lapa, Osasco, São Caetano do Sul, Santo André;
- óxidos de nitrogênio: Ibirapuera, Lapa, Centro, Osasco, São Caetano do Sul e Mauá;
- ozônio: Ibirapuera, São Miguel Paulista, Osasco, São Caetano do Sul e Mauá.
- radiação solar: Ibirapuera;
- pressão: Ibirapuera e São Caetano do Sul;
- temperatura e umidade relativa: Ibirapuera, São Miguel Paulista e São Caetano do Sul.

2.3. Padrões e Índice de Qualidade do Ar

Os padrões de qualidade do ar nos quais a CETESB se baseia estão definidos através do decreto-lei estadual 8468/76 (8) e da Resolução CONAMA n.º 3 de 28/06/90 (5). Cada padrão define legalmente um limite máximo para a concentração de cada poluente atmosférico de modo que seja garantida a proteção da saúde e do bem estar da população. A definição desses padrões apoiou-se nos valores estabelecidos pela Agência Ambiental dos Estados Unidos (EPA) e Organização Mundial de Saúde (OMS), fundamentados em estudos científicos dos efeitos produzidos pelos poluentes,

para um dado tempo de exposição, e são fixados em níveis que possam propiciar uma margem de segurança adequada. Em regiões poluídas como a RMSPP, durante a ocorrência de episódios críticos de poluição do ar que podem causar riscos eminentes à saúde, são formulados planos de emergência nos quais são especificados níveis de poluição, denominados critérios para a caracterização de episódios, e quais medidas devem ser tomadas quando estes níveis são atingidos. Na **tabela 1** são apresentados os padrões de qualidade do ar, bem como os critérios estabelecidos para episódios agudos de poluição do ar.

Tabela 1 - Padrões Nacionais de Qualidade do Ar e Critérios para Episódios Agudos de Poluição do Ar

Poluente	Tempo de amostragem	Padrão Primário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Padrão Secundário ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Atenção ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Alerta ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Emergência ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
PTS	24h*	240 80 ²	150 60 ²	375	625	875
SO ₂	24h*	365 80 ¹	100 40 ¹	800	1.600	2.100
O ₃	1h*	160	160	400 200**	800	1.000
FMC	24h*	150 60 ¹	100 40 ¹	250	420	500
PI	24h*	150 50 ¹	150 50 ¹	250	420	500
NO ₂	1h	320 100 ¹	190 100 ¹	1130	2260	3000
CO	1h*	40.000 (35 ppm)	40.000 (35 ppm)			
	8h*	10.000 (9 ppm)	10.000 (9 ppm)	17.000 (15 ppm)	34.000 (30 ppm)	46.000 (40 ppm)

1 Média aritmética anual

2 Média geométrica anual

1,2 Padrões de qualidade anual

* O padrão não deve ser excedido mais que uma vez ao ano

** No caso do Estado de São Paulo, o nível de atenção é declarado pela CETESB com base na Legislação Estadual, que é mais restritiva.

Para simplificar o processo de comunicação dos dados de poluição do ar para a população, a CETESB utiliza um Índice de Qualidade do Ar o qual é obtido através de uma função linear segmentada, onde os pontos de inflexão são os padrões de qualidade do ar. Desta função, que relaciona a concentração do poluente com o índice, resulta um número adimensional referido a uma escala com base em padrões de qualidade do ar. Para cada poluente medido é calculado um índice. Para efeito de divulgação utiliza-se o índice mais elevado, ou seja, a qualidade do ar de uma estação é determinada pelo poluente cujo índice for o mais elevado. Na **tabela 2** pode-se visualizar a escala utilizada para classificar a qualidade do ar.

Tabela 2 - Estrutura do Índice

Índice	Qualidade do Ar	Significado
0 - 50	Boa	Índices abaixo do padrão anual*
51 - 100	Regular	Índices abaixo dos padrões
101 - 199	Inadequada	Índices acima dos padrões
200 - 299	Má	Índices acima do nível de atenção
300 - 399	Péssima	Índices acima do nível de alerta
> 400	Crítica	Índices acima do nível de emergência

*Para o O₃ e CO: índices abaixo da metade do padrão diário do respectivo poluente.

Ressalte-se que, tanto a classificação “Boa” como “Regular” identificam qualidade do ar dentro dos padrões legais para exposição de curto prazo (entre 1 e 24 horas).

2.4 Poluentes Principais

Dentre os poluentes regulamentados que ultrapassam os padrões de qualidade do ar no período de inverno, destacam-se as **partículas inaláveis**, o **monóxido de carbono** e o **ozônio**. No caso do ozônio, a frequência de ultrapassagem do padrão, no inverno, é menor que em outras estações do ano.

Denomina-se **partículas inaláveis**, a grosso modo, aquelas com tamanho menor que 10µm. Esse tipo de partícula penetra profundamente no trato respiratório. Estudos realizados pela CETESB na RMSP(4), demonstram que entre 40% e 50% destas partículas são emitidas por veículos automotores (grande parte por veículos a diesel), sendo ainda importante fonte, as poeiras ressuspensas das ruas que correspondem em cerca de 25% da concentração desse poluente.

O **monóxido de carbono** é proveniente da queima incompleta de qualquer combustível e é encontrado principalmente nas cidades, sendo os veículos, os principais causadores deste poluente, pois além de emitirem mais do que as indústrias, eles praticamente lançam este gás na altura do sistema respiratório humano. Como consequência, as concentrações de CO são encontradas em maiores níveis nas áreas de intensa circulação de veículos.

O **ozônio** é um poluente secundário, uma vez que não é emitido diretamente por qualquer fonte, mas sim, produzido na atmosfera através da reação dos hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio em presença de luz solar. Medições efetuadas pela CETESB, tem encontrado valores de ozônio, que por várias vezes, violam o padrão de qualidade do ar, chegando a atingir a qualidade do ar má destacando-se mais recentemente as estações do Parque do Ibirapuera e Mauá.

Tanto em relação às partículas inaláveis quanto ao monóxido de carbono, a maior frequência de ultrapassagem de padrões e dos níveis de atenção e alerta ocorre no inverno, enquanto que o ozônio ocorre principalmente no verão e meses adjacentes. Com relação ao monóxido de carbono, o maior número de ultrapassagens do padrão ocorre, historicamente, de maio a setembro. A **figura 1** ilustra um levantamento das ultrapassagens dos níveis críticos, efetuado utilizando-se 14 anos de dados de todas as estações medidoras de monóxido de carbono na RMSP(2). Pode-se observar que o estado de atenção foi observado preponderantemente no mês de julho, tendo sido

atingido um estado de alerta somente em agosto de 1987 na estação de Congonhas. Um perfil semelhante é encontrado para as partículas inaláveis.

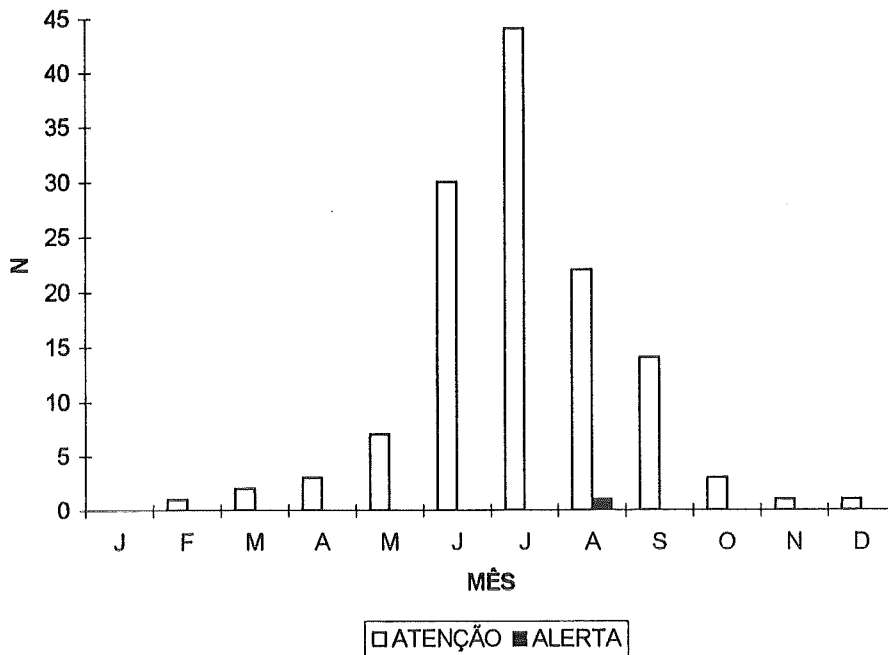


Fig. 1 Monóxido de carbono - Total de ultrapassagens de níveis críticos por mês (1981 a 1994) - RMSP - média de 8h.

3 - LEVANTAMENTO ESTATÍSTICO DO ÍNDICE DE ADESÃO NA OPERAÇÃO RODÍZIO/97

A Operação Rodízio/95 (realizada na semana de 28/08 a 01/09/95) contou com a participação voluntária de proprietários de veículos particulares que deixaram seu carro em casa um dia por semana, de acordo com os finais de placa. Constatou-se, na ocasião, uma adesão média de 38,1%. Em 1996, com a criação de lei específica e o estabelecimento de multa, o índice de adesão médio observado durante a Operação Rodízio na RMSP foi de 95,2% durante o período da manhã, 95,1% no período do almoço e 95,7% no período da tarde.

Em 1997, foi feita novamente uma pesquisa com o objetivo de avaliar o índice de respeitabilidade (adesão) à lei do rodízio, e foram considerados separadamente os veículos leves e os pesados (caminhões), sendo os resultados apresentados a seguir.

3.1. METODOLOGIA

3.1.1. População Alvo

A população alvo da pesquisa foi composta pelos veículos automotores leves e pesados que circulam na Região Metropolitana de São Paulo, excluindo-se os táxis, ônibus, e outros, descritos na Regulamentação da Lei, e de possível identificação.

3.1.2. Procedimento de Amostragem

Foram utilizados dois métodos de amostragem: um baseado em pontos e horários fixos, conforme realizado em anos anteriores, e outro utilizando-se pontos móveis em diversos horários. No caso dos pontos móveis foram escolhidos diversos pontos da RMSP com características distintas, tais como vias secundárias, regiões de periferia e dos municípios envolvidos em que não havia ponto fixo, etc. Foram efetuadas contagens de veículos leves e pesados tanto em pontos fixos como em pontos móveis.

Na determinação do tamanho da amostra e do tempo de contagem associado foram utilizadas as recomendações apontadas nas experiências anteriores. Entre elas destacam-se a possibilidade de redução do número de pontos, devido a homogeneidade observada e a utilização de somente um horário durante o dia, uma vez que as diferenças observadas em 96 entre as contagens da manhã, almoço e tarde foram pouco significativas. Além disso, o acréscimo do ponto móvel permitiu identificar os índices de adesão em vias e horários diferenciados.

Pontos Fixos: Foram realizadas contagens diárias em 10 pontos de veículos leves e 4 pontos de veículos pesados, conforme tabela 3. O menor número de pontos de contagem de caminhões deve-se ao fato de que há poucas vias com tráfego intenso destes veículos, normalmente nas principais artérias de trânsito dos bairros. Além disso, não foram consideradas na média final as vias de passagem por São Paulo, como as Marginais, Av. dos Bandeirantes, Av. Salim F. Maluf e vias de acesso a estas avenidas, uma vez que estavam liberadas para os caminhões que apenas atravessam a região, tendo como origem e destino outros pontos do Estado e do País.

Com relação ao tempo de amostragem para automóveis, foram mantidos os mesmos 30 minutos das operações anteriores. No caso dos caminhões, as contagens foram de 90 minutos, para que fosse possível obter uma amostra mais representativa. A contagem de veículos leves foi realizada das 07:30 às 08:00h e de caminhões das 07:30 às 09:00h.

Pontos Móveis: Foram realizadas contagens em 95 pontos de veículos leves e 8 pontos de caminhões em dias e horários distintos. O tempo de amostragem para veículos leves foi o mesmo dos pontos fixos (30 min.). No caso dos caminhões foi de 60 ou 90 minutos, dependendo do fluxo de veículos do ponto em questão. O ponto móvel foi realizado em diversos horários, nos turnos da manhã e tarde, não sendo realizadas contagens após às 19:00h pela difícil visualização das placas neste horário.

Tabela 3 - Localização dos Pontos Fixos de Contagem

	LOCAL	ZONA/MUNICÍPIO	TIPO
1	Viaduto 9 de Julho (em frente ao Diário Popular)	centro	automóveis
2	R. Domingos de Moraes X R. Borges Lagoa	sul	automóveis
3	Av. Rebouças X Henrique Schaumann	oeste	automóveis
4	Av. Dr. Arnaldo (FSP) X R. Cardeal Arcoverde	oeste	automóveis
5	Av. Paulista x Haddock Lobo	oeste	automóveis
6	Av. Radial Leste X R. Cons. Lafayette	leste	automóveis
7	Av. Rebouças X Av. Brig. Faria Lima	oeste	automóveis
8	Av. Cidade Jardim X Av. Brig. Faria Lima	oeste	automóveis
9	Av. Piraporinha x R. Fagundes de Oliveira	Diadema	automóveis
10	Av. dos Autonomistas X R. Antônio Agu	Osasco	automóveis
11	Av. Gen. Edgar Faco X Av. Paula Ferreira	norte	caminhões
12	Av. Radial Leste X R. Tuiuti	leste	caminhões
13	Estrada de Itapeperica X Av. João Dias	sul	caminhões
14	Av. Guilherme Cotching X R. Curuçá	norte	caminhões

3.2 Resultados

3.2.1. Evolução da Adesão

A figura 2 apresenta a evolução dos índices médios semanais de adesão obtidos através da contagem de caminhões e veículos leves realizada nos pontos fixos. Para os veículos leves observa-se que o índice médio de adesão oscilou em torno de 96%, com pequenas flutuações, confirmando os altos índices obtidos em 96. No caso dos caminhões o índice médio ficou em torno de 80%, observando-se maiores variações entre as semanas.

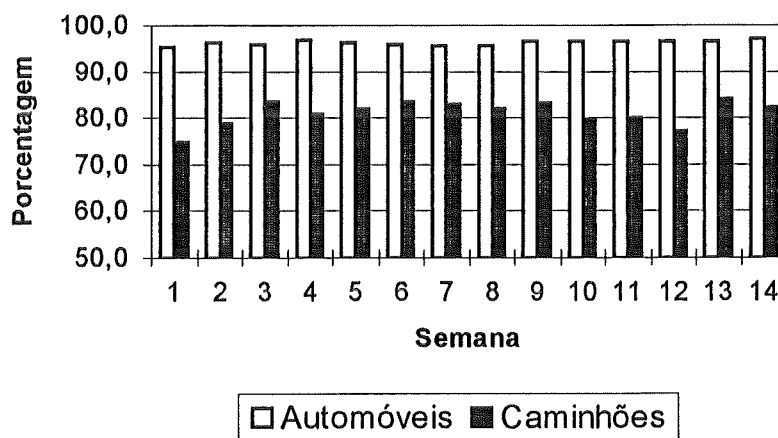


Fig. 2 Evolução da adesão média semanal ao rodízio de veículos.

3.2.2. Balanço Geral

Pontos Fixos: A adesão média dos automóveis e caminhões é mostrada na **tabela 4**.

Tabela 4 - Adesão média total dos pontos fixos

TIPO	ADESÃO MÉDIA (%)
Automóveis	96,3
Caminhões	81,1

As adesões médias por ponto de contagem são ilustradas na **tabela 5**. No caso dos automóveis, observa-se em somente um ponto, na região central da cidade, valor médio inferior a 95%; o maior valor (97,9%) foi observado na Av. Dr. Arnaldo. Cabe observar que as adesões nos pontos fora da capital (9 e 10) estão entre as mais baixas. No caso dos caminhões os índices variaram de 86,4%, na zona leste até um mínimo de 67,1% na zona norte.

Tabela 5 - Adesão média para os pontos fixos

	LOCAL	TIPO	ADESÃO MÉDIA (%)
1	Viaduto 9 de Julho (em frente ao Diário Popular)	automóveis	94,8
2	R. Domingos de Moraes X R. Borges Lagoa	automóveis	97,4
3	Av. Rebouças X Henrique Schaumann	automóveis	96,4
4	Av. Dr. Arnaldo (FSP) X R. Cardeal Arcoverde	automóveis	97,9
5	Av. Paulista x Haddock Lobo	automóveis	96,6
6	Av. Radial Leste X R. Cons. Lafayette	automóveis	96,0
7	Av. Rebouças X Av. Brig. Faria Lima	automóveis	96,5
8	Av. Cidade Jardim X Av. Brig. Faria Lima	automóveis	97,5
9	Av. Piraporinha x R. Fagundes de Oliveira	automóveis	95,3
10	Av. dos Autonomistas X R. Antônio Agu	automóveis	95,1
11	Av. Gen. Edgar Faco X Av. Paula Ferreira	caminhões	83,6
12	Av. Radial Leste X R. Tuiuti	caminhões	86,4
13	Estrada de Itapeperica X Av. João Dias	caminhões	85,5
14	Av. Guilherme Cotching X R. Curuçá	caminhões	67,1

Pontos Móveis: Os índices de adesão médios para veículos leves e caminhões são apresentados na **tabela 6**. Tanto para os automóveis quanto para os caminhões observaram-se índices menores de adesão nos pontos móveis que nos pontos fixos. Todavia, as diferenças encontradas são pequenas, principalmente no caso dos automóveis (2,8%), mostrando que para a cidade como um todo, os índices de adesão foram altos.

Tabela 6 - Adesão média para os pontos móveis

TIPO	ADESÃO MÉDIA (%)
Automóveis	93,5
Caminhões	73,1

Dentre os 8 pontos utilizados para contagem de caminhões, 3 estavam liberados para veículos de passagem por São Paulo e não foram usados para o cálculo da adesão mostrado na tabela 4.

Os índices de adesão de caminhões observados nas vias liberadas estão apresentados na tabela 7. Observa-se que mesmo nos pontos das vias liberadas, o índice de adesão ficou em torno de 50%, indicando que, mesmo nessas vias foi observado o efeito do rodízio, ou seja, o fato de haver restrição de caminhões em toda a região fez com que parte da frota deixasse de circular mesmo nas vias “liberadas”.

Tabela 7 - Adesão média de caminhões nas vias de passagem por São Paulo

Marginal Tietê	Marginal Pinheiros	Av. Bandeirantes
52,9	57,5	44,8

4 - ESTIMATIVA DA REDUÇÃO DE EMISSÃO DE POLUENTES

A redução do número de veículos em circulação verificado diariamente pela CETESB durante a Operação Rodízio, teve como consequência direta uma diminuição da emissão dos poluentes na atmosfera. Através de alguns parâmetros conhecidos, estimou-se a redução dos poluentes considerados mais importantes e dos quais a CETESB possui estimativas de emissão. Os parâmetros considerados para a RMSP foram:

- frota básica de veículos leves em circulação sem o rodízio = 3.400.000 veículos/dia, (no mês de julho = 3.200.000 veículos/dia devido às férias)
- estimativa de emissão de CO por automóveis: = 2.211 ton/dia;
- estimativa de emissão de CO por caminhões = 230 ton/dia;
- índice médio de adesão ao rodízio para veículos leves = 96,3%;
- índice médio de adesão ao rodízio para veículos de carga (caminhões) = 81,1%
- fator de normalização do índice médio de adesão de automóveis = 25% (correção efetuada admitindo que ¼ dos 96,3% de veículos que não circularam no dia estabelecido tiveram o seu uso substituído por outro veículo, táxi ou aumento do percurso);
- fator de normalização do índice médio de adesão de caminhões = 15% (correção efetuada admitindo que 15% dos 81,1% dos caminhões que não circularam no dia estabelecidos tiveram seu percurso aumentado ou circularam exclusivamente nas vias liberadas);

- redução da emissão de CO pela maior fluidez no tráfego = 10,0%.

Como os cálculos para cada poluente seguem a mesma metodologia, é apresentado a seguir o cálculo de redução do CO, como ilustração. Para o cálculo dos outros poluentes não foi considerado o efeito de redução de emissão por maior fluidez no tráfego, por não se dispor de coeficientes confiáveis estabelecidos.

Estimativa de Redução de CO

- Redução da emissão de CO devido a diminuição do n.º de veículos em circulação:
 - porcentagem de redução da frota = 14,45%;
 - redução da emissão de CO = 319,4 ton/dia.
- Redução da emissão de CO devido ao aumento da fluidez no tráfego:
 - veículos em circulação durante o rodízio = 2.860.000 veículos/dia;
 - redução da emissão de CO = 189,2 ton/dia.

Assim, a redução da emissão de CO no rodízio devido aos veículos leves foi de 508,6 ton/dia.

A emissão de poluentes na RMSP não é, todavia, causada exclusivamente pelos veículos automotores. Se considerada a participação de poluentes emitidos por cada fonte, conforme estimativas mais recentes da CETESB, temos uma diminuição relativa por fonte, conforme **tabela 8** que permite, também, concluir que a porcentagem total de redução do CO durante o Rodízio foi de 19,8%.

Tabela 8 - Redução relativa de monóxido de carbono de acordo com as fontes

Fonte	S/ Rodízio (%)	C/ Rodízio (%)	Diferença (%)	Motivo de Redução
Indústrias	3,4	3,4	0,0	-
Motos	3,2	3,2	0,0	-
Táxis	3,7	3,3	0,4	maior fluidez
Ônibus	8,4	7,6	0,8	maior fluidez
Camionetas diesel	2,5	1,9	0,6	fluidez e participação no rodízio
Caminhões	7,4	5,8	1,6	participação no rodízio
Automóveis	71,4	55,0	16,4	fluidez e participação no rodízio
Total	100	80,2	19,8	

4.1. Redução absoluta dos poluentes

A **tabela 9** mostra a estimativa de redução dos principais poluentes relacionados com a emissão veicular.

Tabela 9 - Redução Total de Poluentes (em toneladas), na Operação Rodízio/97

Monóxido de Carbono (CO)	42.460
Hidrocarbonetos (HC)	2.580
Óxidos de nitrogênio (NO _x)	3.440
Óxidos de enxofre (SO _x)	317
Material Particulado (MP)	200

5 -QUALIDADE DO AR DURANTE O RODÍZIO/97

Considerou-se para esta análise o período de julho a setembro/97. O período de 23 a 30/06/97 não foi considerado por não ser representativo do mês de junho como um todo. Os dados obtidos estão apresentados na **figura 3**. Na figura, a barra denominada geral, representa os índices divulgados diariamente através do Boletim de Qualidade do Ar, que se baseia no poluente que apresenta o maior índice em cada estação. Entretanto, em relatórios como este onde não há necessidade de se apresentar índices compactos, que na prática é uma exigência dos meios de comunicação para que a forma de divulgação não seja complexa, é importante apresentar o comportamento individualizado de cada poluente como se pode observar nas outras barras da figura. A base de dados para a construção de cada barra considerou todos os monitores da rede automática da CETESB na RMSP para cada poluente, ou seja: 22 estações possuindo 22 monitores de PI, 10 de CO, 9 de O₃, 9 de NO₂ e 8 de SO₂.

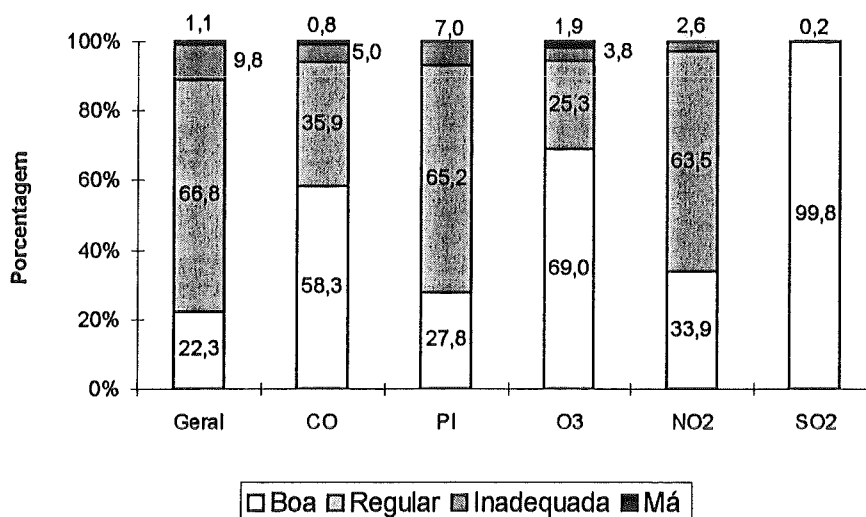


Fig. 3 Distribuição da Qualidade do Ar - Período (1/07-30/09/97)

Observa-se na coluna geral que a qualidade do ar foi 22,3% boa, 66,8% regular, 9,8% inadequada e 1,1% má. Analisando a qualidade em função de cada poluente individualmente medido, verifica-se que:

- PI e SO₂ foram os parâmetros que não atingiram a qualidade má em nenhum local durante o rodízio. Porém, no que se refere às partículas inaláveis, houve ultrapassagem do padrão de qualidade do ar em 7% das medições efetuadas.
- o CO com 5,8% da classificação da qualidade do ar acima do padrão, sendo que 0,8% representou qualidade má. Em 58,2% a classificação esteve boa e 35,9% regular, perfazendo um total de 94,1% das medições dentro dos padrões legais.
- o O₃ com 5,7% da classificação ultrapassando o padrão, sendo que 1,9% corresponde a qualidade do ar má e 94,3% das observações se mantiveram dentro dos padrões legais.

Ressalte-se que todos os poluentes, individualmente, apresentaram a qualidade do ar boa sempre maior que os 22,3% do índice geral. Este é um caso real que demonstra o rigor com que a CETESB divulga, diariamente, os índices de qualidade do ar.

Os dias e estações em que foi verificada qualidade do ar "Má" são mostrados nas tabelas 10 (CO) e 11 (O₃).

Tabela 10 - Qualidade do ar má por CO

Dia	Estação
01/ago	São Caetano do Sul
02/ago (S)	São Caetano do Sul
02/ago	Congonhas
16/ago (S)	Congonhas
17/ago (D)	Congonhas, Santo André
09/set	Congonhas

(S)=sábado - (D)=domingo

Tabela 11 - Qualidade do ar má por O₃

Dia	Estação
28/jul	Mauá
13/ago	Ibirapuera
27/ago	Ibirapuera
29/ago	Moóca e Ibirapuera
30/ago (S)	Moóca, Ibirapuera e São Caetano do Sul
01/set	Mauá
02/set	Mauá
04/set	Mauá
09/set	Mauá
17/set	Moóca, São Miguel Paulista
28/set	Mauá

(S)=sábado

No período de julho a setembro/97 foram registrados 16 dias com a qualidade do ar má conforme pode-se verificar nas tabelas 10 e 11, incluídos os sábados (S) e domingos (D).

Apenas como esclarecimento, a qualidade do ar “má” para qualquer poluente associada à condições desfavoráveis à dispersão dos poluente, levam à decretação de estado de atenção, de acordo com o Decreto Estadual 8468 de 1976.

5.1 Comparação com os anos anteriores

Neste item são comparadas as concentrações atmosféricas de diversos poluentes durante a Operação Rodízio/97 (julho/agosto/setembro) e o período correspondente nos últimos cinco anos. Escolheu-se uma base de dados de cinco anos, por ser um período mais representativo em termos de comparação, do que simplesmente um único ano. Para julho e setembro o período utilizado como base de comparação foi de 1992-1996. A base para agosto foi de 1991-1995, uma vez que em 1996, também, houve rodízio e, por isso, apresenta-se em separado a análise do mês de agosto/96.

Para comparação, o primeiro levantamento que se faz necessário é o das condições meteorológicas desses dois períodos escolhidos. A comparação dos dados de qualidade do ar, para averiguação da eficiência do rodízio, só pode ser efetuada caso as condições meteorológicas sejam bastante similares. Caso contrário, alterações de qualidade poderiam ter sido determinadas por situações meteorológicas distintas, o que invalidaria qualquer comparação direta dos índices de poluição.

5.2 Condições Meteorológicas

São inúmeros os fatores meteorológicos que determinam o comportamento dos poluentes na atmosfera, e uma breve análise dos principais é apresentada a seguir.

5.2.1. Inversões Térmicas

A ocorrência de inversão térmica próxima a superfície dificulta a dispersão de poluentes para níveis mais altos da atmosfera, provocando um aumento da concentração do poluente próximo à superfície. A **tabela A** do Anexo 1 mostra o número de inversões térmicas ocorridas abaixo de 200 metros no período de julho a setembro de 1992 a 1997.

5.2.2. Vento

Estudos mostram que a alta porcentagem de calmaria (velocidade do vento em superfície inferior a 0,5 m/s) e ventos fracos favorecem o aumento da concentração de poluentes em superfície. A **tabela B** do Anexo 1 mostra a porcentagem de calmaria e velocidades médias para os meses de julho a setembro de 1992 a 1997.

5.2.3. Passagem de Sistemas Frontais

A mudança de uma situação desfavorável para favorável à dispersão de poluentes ocorre normalmente quando um sistema frontal atinge a RMSP, uma vez que torna instável a atmosfera e aumenta a ventilação. A **tabela C** do Anexo 1 mostra o número de passagem de sistemas frontais no período de julho a setembro de 1992 a 1997.

5.2.4. Umidade Relativa do Ar

A umidade relativa do ar é um parâmetro meteorológico que caracteriza o tipo de massa de ar que está atuando sobre a região. A **figura 1** do Anexo 1 mostra o comportamento da umidade relativa, às 15:00 horas, na qual observa-se que os valores chegaram até 14% que são considerados extremamente baixos pela Organização

Mundial da Saúde. A ocorrência de baixa umidade relativa pode agravar doenças e quadros clínicos das pessoas, além de causar desconforto nas pessoas saudáveis, um quadro que possui certa semelhança com os efeitos da poluição do ar e que muitas vezes leva o leigo a confundir os dois fenômenos. Convém ressaltar que desde 1996, a CETESB tem alertado, com divulgação insistente durante o período do inverno, os valores de umidade relativa, principalmente, quando estão em níveis muito baixos.

5.2.5. El Niño

A poluição do ar é consequência das emissões de poluentes e das características meteorológicas, sendo agravada quando a meteorologia se apresenta desfavorável à dispersão dos poluentes. No período de maio a setembro, estas condições são marcadamente adversas e, por isso, a “Operação Rodízio” ocorre nessa época. Este ano as condições meteorológicas e climáticas foram afetadas pela ocorrência do fenômeno El Niño cujo mecanismo físico de sua formação ainda é desconhecido. A característica principal do fenômeno é o aquecimento das águas do Oceano Pacífico acima do normal, cujos valores atingiram a ordem de 4,5^oC acima da média em junho, próxima à costa peruana, equiparando-se em intensidade ao evento ocorrido em 1982/83, quando as temperaturas das águas do oceano ficaram 5,1^oC acima da média causando fortes impactos também no Brasil. O efeito do fenômeno é a alteração das condições climáticas em diversas regiões do mundo, sendo que no Brasil as alterações mais conhecidas são de ocorrência de seca no Nordeste e chuvas intensas na região Sul do país. Na região Sudeste, onde se encontra a RMSP, o conhecimento atual não permite uma caracterização confiável dos efeitos do fenômeno. No entanto, vários indicadores, incluindo o “El Niño” levaram a CETESB a não sugerir a suspensão do rodízio no mês de setembro.

5.3 Comparação dos quadros meteorológicos.

Nas figuras 4 e 5 são apresentadas as porcentagens de dias em que as condições meteorológicas foram favoráveis/desfavoráveis à dispersão dos poluentes atmosféricos, nos meses de julho/agosto/setembro, tanto para os últimos cinco anos como para 1997.

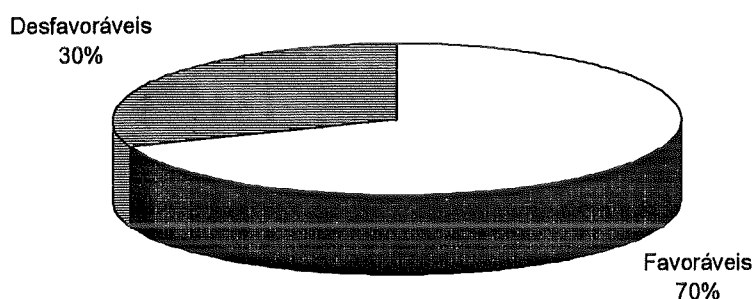


Fig. 4 Condições meteorológicas de dispersão de poluentes - julho a setembro - base de 5 anos

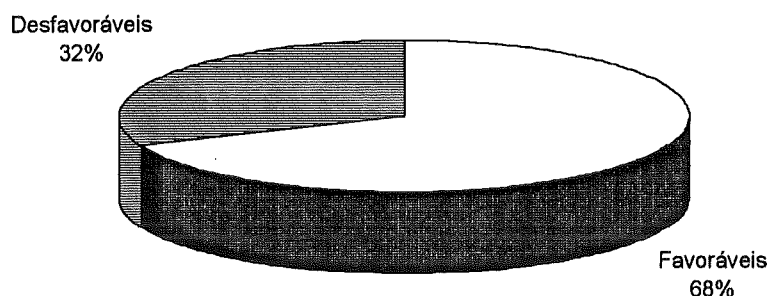


Fig. 5 Condições meteorológicas de dispersão de poluentes - julho a setembro 97

Observa-se que em média durante o período, nos últimos cinco anos, 70% dos dias foram favoráveis e 30% desfavoráveis à dispersão. Os dados representados pela **figura 5**, referentes a 1997, são bastante similares aos observados nos últimos cinco anos (32% de dias desfavoráveis). Destas observações pode-se concluir que comparações dos dados de qualidade do ar podem ser efetuadas com certa segurança, uma vez que as situações meteorológicas são similares nos períodos de comparação.

5.4. Qualidade do Ar

5.4.1. Partículas Inaláveis

Conforme pode ser visto nas **figuras 6 e 7**, verifica-se que a distribuição dos índices de partículas inaláveis é praticamente igual, não se observando nenhuma diferença significativa quando se compara a base de 5 anos de dados e de 1997. A base utilizada para estes gráficos foram os dados de partículas inaláveis de todas as estações atuais da RMSP, com exceção da estação Centro, que possui dados apenas a partir de 1996. Verifica-se na **figura 7**, que representa os dados de 1997 do período, que a qualidade má não foi atingida em nenhum dia, ao contrário do que ocorreu no período de comparação.

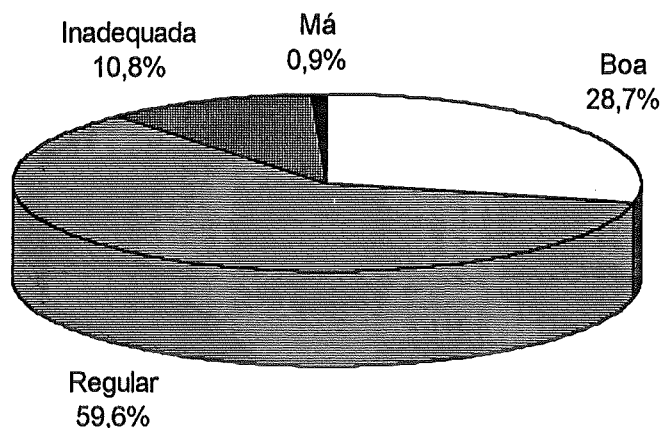


Fig. 6 Partículas inaláveis - Índice de Qualidade do Ar - base de 5 anos

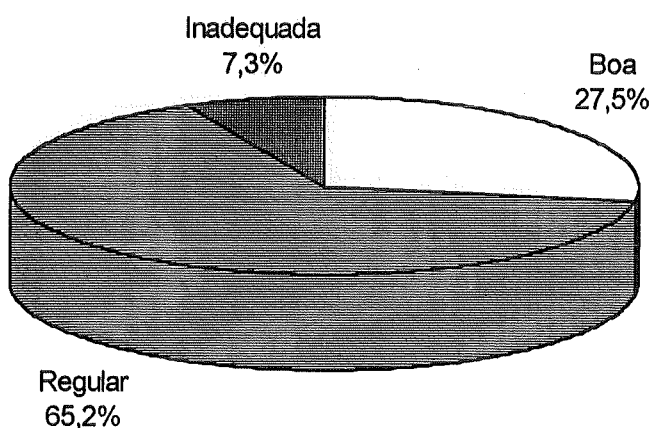


Fig. 7 Partículas inaláveis - Índice de Qualidade do Ar - julho a setembro 97

Vale acrescentar que, conforme descrito em estudo da CETESB(2), agosto e setembro são os meses que apresentam maior número de estados com qualidade má. Deve-se levar em conta que os meses de inverno normalmente apresentam baixos índices pluviométricos(3), o que contribui para o aumento das concentrações deste poluente. Em 1997, de julho a agosto, foi registrado um índice pluviométrico de 32,3 mm representando 38,9% da média de 83,0 mm (normal de 1961 a 1990) como pode-se verificar na **tabela D** do Anexo 1. É necessário verificar, também, como a precipitação se distribui ao longo do mês. Em julho/97 ela ocorreu, praticamente em um dia, em agosto/97, em quatro dias, e em setembro/97 concentrou-se a partir da segunda quinzena do mês.

Deve-se ainda levar em consideração que, muito embora tenha havido uma redução considerável da frota circulante durante o rodízio (carros e caminhões), a mesma não

refletiu, significativamente, nas concentrações de partículas inaláveis na atmosfera uma vez que a contribuição relativa dos veículos que sofreram restrição é pequena em relação a outros tipos de fontes.

5.4.2. Monóxido de Carbono

Para a análise do monóxido de carbono, leva-se em conta apenas as estações Cerqueira César e Centro por serem as únicas com dados históricos que permitem comparações. Confrontando-se o ocorrido nos cinco anos anteriores (figura 8) com o observado em 1997 (figura 9), verifica-se que houve uma melhora no respeito aos padrões de qualidade, representado pela soma dos índices "Boa" e "Regular", partindo-se da média de 85,3% no período de comparação para 96,1% em 1997. O número de "Inadequada" também foi bastante reduzido, e a qualidade do ar "Má" não foi observada nestas estações durante o rodízio de 1997. Na melhoria observada também estão incorporados outros fatores além da Operação Rodízio, principalmente a renovação da frota por carros menos poluidores.

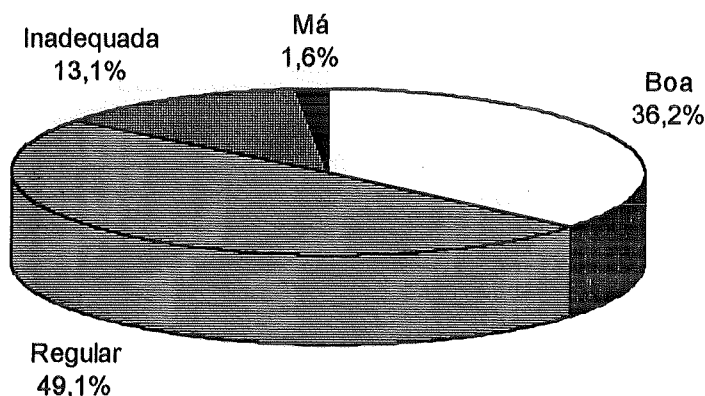


Fig. 8 Monóxido de carbono - Índice de Qualidade do Ar - base de 5 anos (Cerqueira César e Centro)

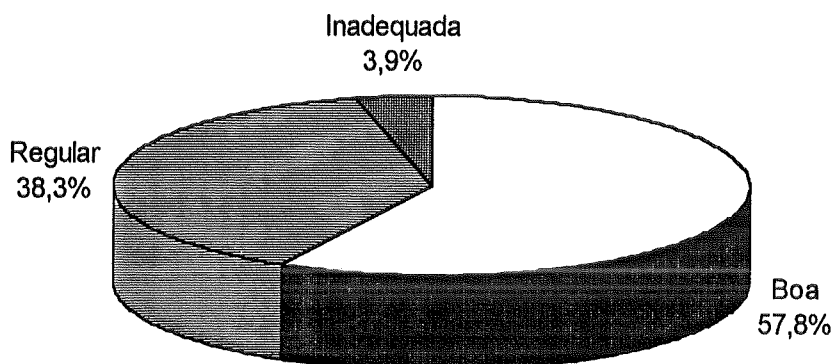


Fig. 9 Monóxido de carbono - Índice de Qualidade do Ar - julho a setembro 97 - (Cerqueira César e Centro)

5.4.3. Ozônio

Com relação ao poluente ozônio, não se observa diferenças significativas entre as figuras 10 e 11. Para a construção dessas figuras foi utilizada a base de dados das estações Moóca e Lapa, uma vez que somente essas estações tiveram dados representativos no período de 1991 a 1995. De acordo com os estudos desenvolvidos pela CETESB (2), nas estações da cidade de São Paulo, o período do inverno é aquele em que o número de ultrapassagens dos padrões de ozônio ocorre com menor frequência, ao contrário do monóxido de carbono. É importante salientar que o ozônio não é um poluente emitido diretamente pelas fontes e sim produzido na atmosfera através de reações fotoquímicas, envolvendo os hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio. Para que haja a formação em altas concentrações, é necessário haver luz solar, associada a temperaturas mais elevadas (6). Dada esta complexidade, torna-se difícil avaliar o impacto do rodízio especificamente sobre este poluente. Nos meses de agosto a setembro de 1997 as temperaturas médias registradas foram superiores às médias climatológicas (normal de 1961 a 1990), como se pode verificar na tabela E do Anexo 1. Esta situação indica que houve mais radiação incidente e temperaturas máximas mais altas no período, o que levaria a uma maior formação do poluente. Convém ressaltar que o fenômeno de transporte de ozônio é extremamente complexo uma vez que as maiores concentrações não se encontram nas áreas de maior emissão dos precursores. A literatura cita casos (6) que em dias nos quais a velocidade do vento é muito variada, as concentrações máximas chegam a ocorrer em distâncias de até 100 km dos centros de emissão dos precursores; nos dias de estagnação as concentrações máximas ocorrem entre 15 a 25 km. Este fato pode ser um indicativo da ocorrência de concentrações elevadas de ozônio registradas, durante a Operação Rodízio/97, na estação Mauá, que dista 28 km do centro da cidade de São Paulo.

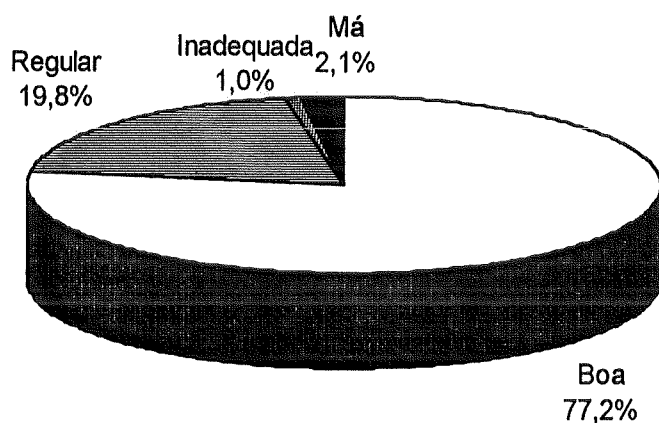


Fig. 10 Ozônio - Índice de Qualidade do Ar - base de 5 anos

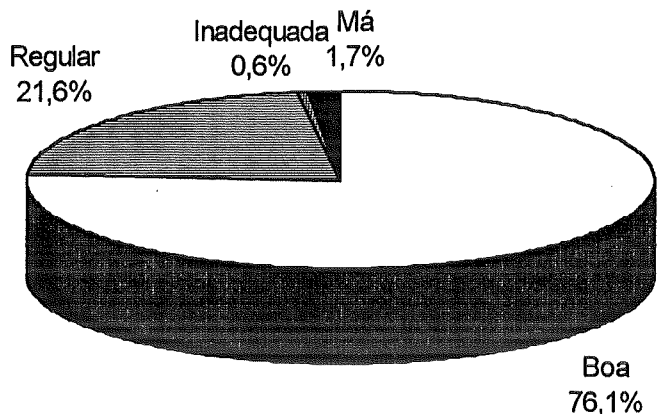


Fig. 11 Ozônio - Índice de Qualidade do Ar - julho a setembro 97

5.5. Análise da Qualidade do Ar de Agosto/97

Tendo em vista o rodízio de 1996 ter ocorrido apenas no mês de agosto e terem sido constatadas alterações nos índices de qualidade do ar daquele mês, conforme relatório da CETESB (7), é importante proceder uma comparação entre agosto de 97 e agosto de 96 nas estações que possuem dados históricos, como segue:

- para CO foram utilizados os dados das estações de Cerqueira César e Centro;
- para PI foram utilizados dados de todas as estações com exceção da estação Centro.
- para O₃ utilizou-se os dados das estações Lapa e Moóca.

Analisando o CO (figura 12), pode-se verificar que houve em agosto/97 um percentual de ultrapassagem do padrão de qualidade do ar (6,7%) maior que o de agosto/96 (3,3%) porém, muito mais baixo que o da média do período de 1991/95 (17,5%). Convém ressaltar que a qualidade má não foi atingida nem em agosto de 96 nem em agosto de 97.

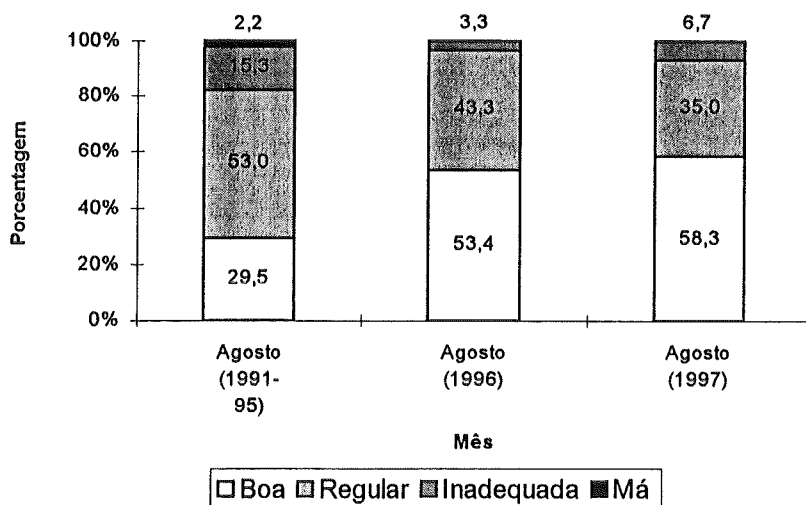


Figura 12 Monóxido de Carbono (Cerqueira César e Centro)

Quanto às partículas inaláveis, observa-se na **figura 13** que em agosto/97 o número de ultrapassagem de padrão (inadequada e má) foi menor que agosto/96 e que a média 91/95 além de não ter sido atingida a qualidade má.

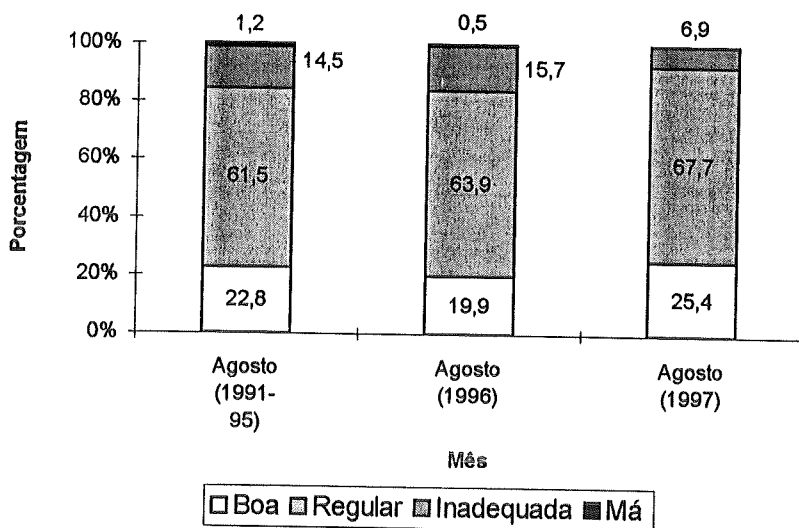


Figura 13 Partículas Inaláveis Base de dados: 21 estações

Verifica-se na **figura 14**, que as ultrapassagens do padrão da qualidade do ar por O₃, em agosto/97 foi menor que agosto/96, bem como que da média do período 91-95. Tanto em agosto/97 quanto agosto/96, a qualidade má não foi atingida.

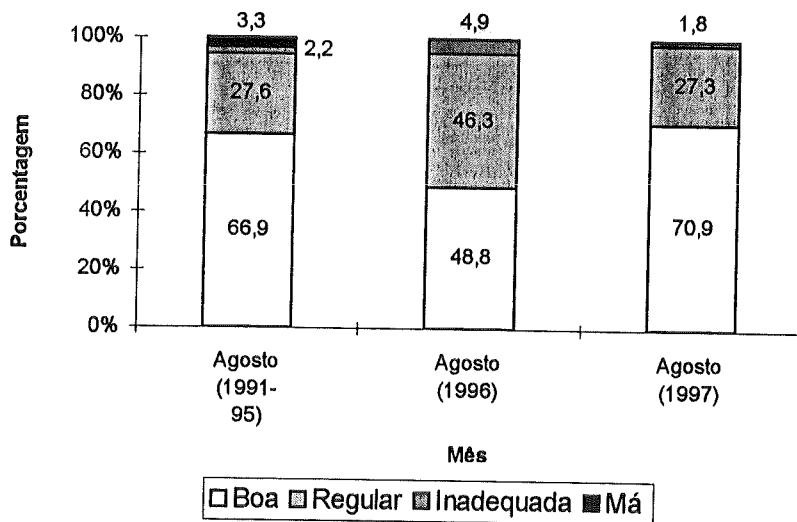


Figura 14 - Ozônio Base de dados: Lapa e Moóca

6. SÍNTESE E CONCLUSÕES

Os dados de qualidade do ar observados durante o período do rodízio, foram analisados sob dois prismas diferentes, sendo que cada um deles permite que se chegue a conclusões que se complementam.

Considerando-se os dados gerados em toda a rede, apenas durante o rodízio de 1997, foi possível verificar o grau de exposição à poluição que a população esteve submetida. Verificou-se que o monóxido de carbono determinou qualidade “Má” em três dias de semana e mais três dias em finais de semana. Já o ozônio mostrou-se pouco sensível ao rodízio, sendo verificada qualidade “Má” em dez dias de semana e mais um em final de semana. Não foi observado qualquer dia com qualidade “Má” tanto para o dióxido de enxofre quanto para as partículas inaláveis, ressaltando-se serem estes poluentes pouco afetados pelo rodízio.

A segunda análise permite uma conclusão mais clara sobre a eficiência do rodízio. Nesta, comparou-se os dados observados durante o rodízio com os observados em período anterior de cinco anos no qual o rodízio não era realizado. Esta análise foi efetuada apenas nas estações que possuem dados históricos e é sustentada por análise de similaridade meteorológica. No que diz respeito ao ozônio verificou-se uma melhora marginal em 1997 quando se compara com o quinquênio de referência. Já em relação às partículas inaláveis, nota-se um ganho mais acentuado, porém ainda pouco significativo. Aumentou-se em 4,3% o número de eventos com qualidade do ar dentro dos padrões (de 88,3% para 92,7%). A diferença mais marcante foi notada em relação ao monóxido de carbono. Enquanto que no quinquênio de referência observou-se 85,3% de respeito aos padrões, no rodízio de 1997 este número passa a 96,1%, com uma melhora de 10,8%. Estes números permitem concluir que o rodízio teve eficácia, notadamente no que diz respeito ao monóxido de carbono.

Há que se destacar finalmente que o rodízio permitiu uma ampla divulgação dos dados de umidade relativa, que em vários dias do inverno apresenta-se criticamente baixa, aspecto de nossa climatologia que pouca importância até então se dava em termos de saúde pública na Região Metropolitana.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - CETESB. Relatório “Operação Inverno”- Projeto. 1976.
- 2 - CETESB. Comportamento Sazonal da Poluição do Ar em São Paulo - Análise de 14 anos de dados da RMSP e Cubatão - 1981 a 1994.1996.
- 3 - CETESB. Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo - 1996. 1997.
- 4 - ALONSO, C.D.; MARTINS, M.H.R.B.; ROMANO J.; GODINHO R.. Understanding the air pollution problem in São Paulo Metropolitan Area by receptor modeling. São Paulo, CETESB, 1992, (Apres. ao 9th World Clean Air Congress, Montreal, Canadá, 1992).
- 5 - Resolução CONAMA nº 003/90, de 28/06/90.
- 6 - CETESB. Formação e ocorrência de oxidantes fotoquímicos na Região da Grande São Paulo 1979.
- 7 - CETESB. Efeitos da Operação Rodízio/96 na qualidade do ar na Região Metropolitana de São Paulo. 1996
- 8 - Lei Estadual 977 - Decreto 8468, 1976.

Coordenação e Elaboração do Relatório

Carlos Eduardo Negrão
Carlos Ibsen V. Lacava
Claudio Darwin Alonso
Jesuino Romano
Maria Helena R. B. Martins
Ricardo Anazia

Equipe de Trabalho

Ayrton José de Jesus
Carlos Augusto Mendes
Carlos Roberto Sachi
Clarice Aico Muramoto
Dirce Maria Franco
Ênio Rondó
Francisco Xavier da Rocha
Gilmar Issa Gallo
Hilton Barbosa Filho
Israel Azevedo Anastácio
José Aloisio Pereira
José Antonio de C. Santos
Jussara Aparecida Souza
Maira Segalla Peris
Maria Cristina de Oliveira
Maria Lúcia Guardani
Mario Negrini
Masayuki Kuromoto
Nanci Aparecida Feliciano
Nelson Alamo Filho
Nilton Nudelman
Orlando Ferreira Filho
Regina Eli P. Elvedosa
Ricardo Barros Uchôa
Roseli Sachi
Silmara Regina da Silva
Viviane Aparecida Ferreira

ANEXO 1

DADOS METEOROLÓGICOS - JULHO A SETEMBRO

Tabela A - Número de inversões abaixo de 200 m Aeroporto de Congonhas

MÊS	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO
1992	7	4	1
1993	14	21	7
1994	15	10	5
1995	falha	falha	falha
1996	10	13	4
1997	11	11	8

Fonte: FAB - Ministério da Aeronáutica

Tabela B - Média da velocidade do vento (m/s) e calmaria (%) da RMSP

MÊS	JULHO		AGOSTO		SETEMBRO	
ANO	calmaria	vel. média	calmaria	vel. média	calmaria	vel. média
1992	18,8	1,9	15,8	1,9	14,1	1,9
1993	17,1	1,8	17,1	1,8	10,3	1,9
1994	24,7	1,7	15,0	1,9	12,4	2,1
1995	25,4	1,5	24,7	1,7	12,2	2,1
1996	falha	falha	17,7	1,7	7,1	2,0
1997	22,3	2,1	19,1	1,7	13,7	1,8

Fonte: Rede Telemétrica - CETESB

Tabela C - Número de passagens de sistemas frontais

MÊS	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO
1992	6	7	4
1993	5	3	4
1994	6	5	4
1995	5	4	6
1996	5	5	6
1997	4	4	7

Fonte: Setor de Meteorologia - CETESB

Tabela D - Precipitação Pluviométrica (mm) - Estação Mirante de Santana

MÊS	JULHO		AGOSTO		SETEMBRO	
ANO	PRECIP.	DIAS	PRECIP.	DIAS	PRECIP.	DIAS
1992	39,1	7	25,8	6	180,6	17
1993	15,2	5	52,1	5	206,7	15
1994	26,1	4	3,1	5	1,3	2
1995	47,1	6	16,7	2	41,5	9
1996	7,2	11	31,6	5	178,9	13
1997	10,0	3	22,3	4	140,9	11
NORMAL 1961/90	44,1	*	38,9	*	80,5	*

Fonte: 7º DISME/INMET

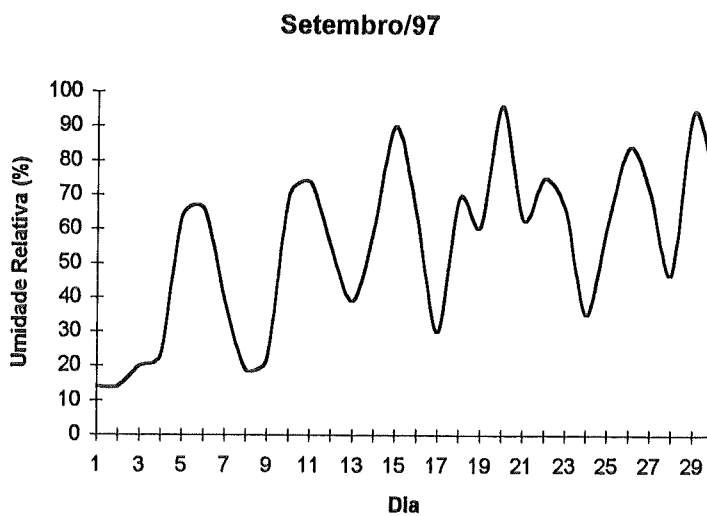
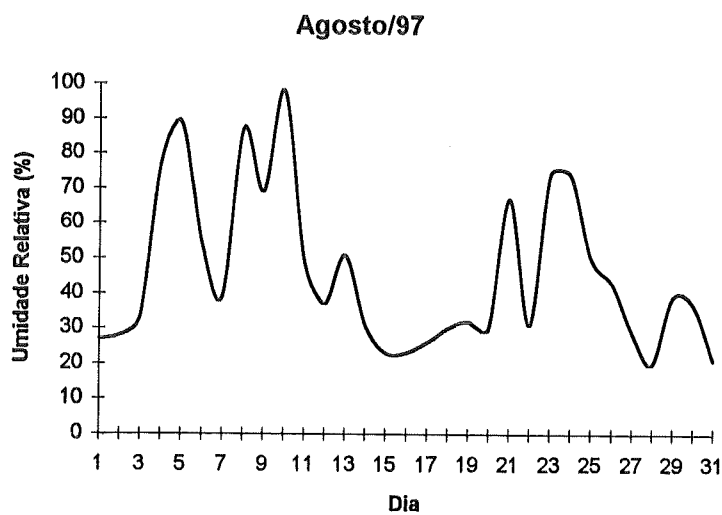
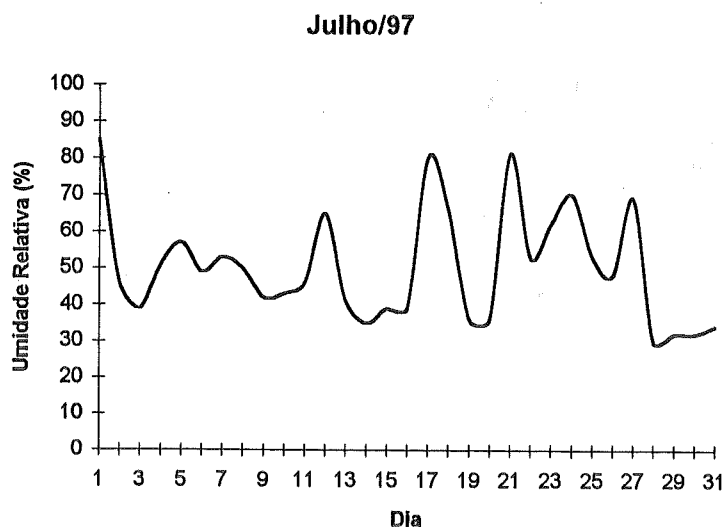
* Não há dados disponíveis

Tabela E - Temperatura média (°C) - Estação Mirante de Santana

MÊS	JULHO	AGOSTO	SETEMBRO
NORMAL 1961/90	15,8	17,1	17,8
1997	18,2	19,0	20,3

Fonte: 7º DISME/INMET

Figura 1 - Umidade Relativa (%) - 15:00h - Estação Mirante de Santana
Fonte: 7^o DISME/INMET



2/12/97
06597
20/11/97
2/12/97

Notes & quis:

Indic:

Localia:

Preço: rs

Data: 2/12/97

Memo
EGR de

2/12/97