

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 Heguira Garcez
Av. Prof. Frederico Hermann Junior, 345 - Pinheiros
05489-900 - SÃO PAULO - BRASIL

**AValiação DA QUALIDADE
DO AR EM ARARAQUARA-SP
RELATÓRIO PRELIMINAR
NOVEMBRO/97**

CLASS.	
AUTOR.	
TOMBO	33705

(CET)

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

DOCUMENTO .

Tipo Relatório	Data 30/11/97	Origem EQQ	Nº Página/V. 10	Nº Mapas -
--	---	--	---	--

TÍTULO DO DOCUMENTO

Avaliação da Qualidade do Ar em Araraquara-SP - Relatório Preliminar - novembro/97.

AUTOR RESPONSÁVEL

Assinatura/Carimbo/Data


Otím. JESUINO ROMANO
Gerente da Divisão de Qualidade do Ar
Reg.: 01-2636-3 - CRQ 0018458

AUTORES/ENTIDADES OU UNIDADES A QUE PERTENCEM

Carlos Ibsen Vianna Lacava
Jesuino Romano
Maria Helena R. B. Martins
Ricardo Anazia

DOCUMENTO AUTORIZADO POR

Assinatura/Carimbo/Data


Eng.º ALFEDO CARLOS C. ROCCA
Gerente do Dept.º de Qualidade Ambiental
Reg. 01.3264-8 - CREA 96.385/D

DOCUMENTO REVISADO

Assinatura/Carimbo/Data


Otím. JESUINO ROMANO
Gerente da Divisão de Qualidade do Ar
Reg.: 01-2636-3 - CRQ 0018458

CLASSIFICAÇÃO DE SEGURANÇA

☒ EXTERNA ☐ INTERNA

☐ RESERVADA

PALAVRAS CHAVES

Poluição do ar,
Qualidade do ar em Araraquara,
Queima de cana-de-açúcar.

CÓDIGO E TÍTULO DO PROJETO

32.1.04.E.00 - Avaliação da qualidade do ar resultante da queima de folha de cana-de-açúcar.

DISTRIBUIÇÃO INTERNA

Áreas / Nº de cópias
COTA (1), EQ(1), EQQ (1), EQQA(1), EQQI(1), EQQM(1), EQQT(1), DTSI (2).

USO DA BIBLIOTECA

Classificação de Assunto	Nº Documento	Visto/Carimbo/Data

RESUMO

Durante boa parte do ano, ocorrem queimadas de palha de cana-de-açúcar em várias regiões do Estado de São Paulo, produzindo dentre outros poluentes, material particulado na atmosfera, causando transtornos à população urbana.

Com o objetivo de avaliar a qualidade do ar em cidades onde ocorrem queimadas de palha de cana em seu entorno, foi escolhido o Município de Araraquara, onde foi realizado o monitoramento da qualidade do ar. O período de estudo foi de 2 de setembro a 20 de outubro de 1997.

Este relatório apresenta, de forma preliminar, os resultados dos seguintes poluentes monitorados: partículas inaláveis, dióxido de enxofre, monóxido de carbono, dióxido de nitrogênio e ozônio.

Durante o período estudado, a qualidade do ar foi classificada como Boa e Regular na maioria dos dias. As exceções ocorreram por conta do ozônio, uma vez que por 4 (quatro) dias seu padrão de qualidade do ar foi violado. Como consequência, a qualidade do ar foi classificada como Inadequada por 4 (quatro) vezes. Quanto às concentrações de ozônio encontradas, a primeira máxima foi de $181 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e a segunda foi de $176 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Não se obteve evidências sobre a origem do ozônio, uma vez que seus precursores podem ter se originado das emissões dos veículos de Araraquara, do processo da queima de palha de cana ou mesmo oriundos de centros de emissão vizinhos, atingindo a região por deslocamento das massas de ar.

OBSERVAÇÕES

USO DA BIBLIOTECA

Local	Editora
Idioma	
Português ☐ Inglês ☐ Espanhol ☐ Francês ☐ Alemão ☐ Italiano ☐ ☐	
Série	

1. Introdução

Antes do corte da cana-de-açúcar, a queima da palha é realizada como processo auxiliar da despalha, com o objetivo de facilitar a operação do corte manual dos colmos. A prática dessa queima acarreta problemas de poluição do ar em razão da grande emissão de fumaça e fuligem, que dependendo das condições atmosféricas, podem atingir os centros urbanos, produzindo transtornos à população. Estudo da CETESB¹, realizado em 1986, mostrou que, pela sujidade obtida em placas adesivas coletoras de cinzas provenientes da queima de cana, havia violação do Decreto 8468 em seu artigo 3º, inciso V.

Com o objetivo de avaliar o atual grau de exposição aos poluentes que a população de Araraquara está exposta durante a época da queimada de palha de cana-de-açúcar, foi instalada uma estação móvel pertencente à rede automática de monitoramento da qualidade do ar.

Este relatório apresenta um resumo das concentrações de alguns poluentes monitorados, bem como os padrões de qualidade do ar para estes poluentes. Complementarmente aos dados gerados automaticamente pelo laboratório volante, outros parâmetros como fumaça, teores de material carbonáceo e sujidade, além de parâmetros meteorológicos, foram também monitorados no período e fazem parte de um estudo mais amplo, a ser futuramente consubstanciado em relatório mais detalhado.

Cabe acrescentar que este monitoramento faz parte de uma série de estudos que visam avaliar a influência das queimadas de cana-de-açúcar na qualidade do ar. Dentre os estudos já efetuados, destaca-se a avaliação de compostos orgânicos provenientes da queima de cana-de-açúcar que foi realizada em conjunto com a Universidade de Tübingen, onde foram realizadas medidas de diversos compostos tóxicos, tais como dibenzodioxinas policloradas (PCDDs), dibenzofuranos policlorados (PCDFs), bifenilas policloradas (PCBs) e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (PAHs), envolvendo análises em diferentes matrizes ambientais: ar, deposição, solo, folhas e cinzas².

2. Local de Amostragem

Para a escolha do local de amostragem levou-se em consideração além dos aspectos técnicos como distância de obstáculos que possam alterar os ventos, proximidade de fontes poluidoras, outros aspectos tais como segurança, facilidades de energia elétrica e linha telefônica. A estação móvel da rede telemétrica da CETESB foi instalada na Rua Castro Alves, pátio interno do DER. Um mapa de localização do monitoramento é apresentado na figura 1.

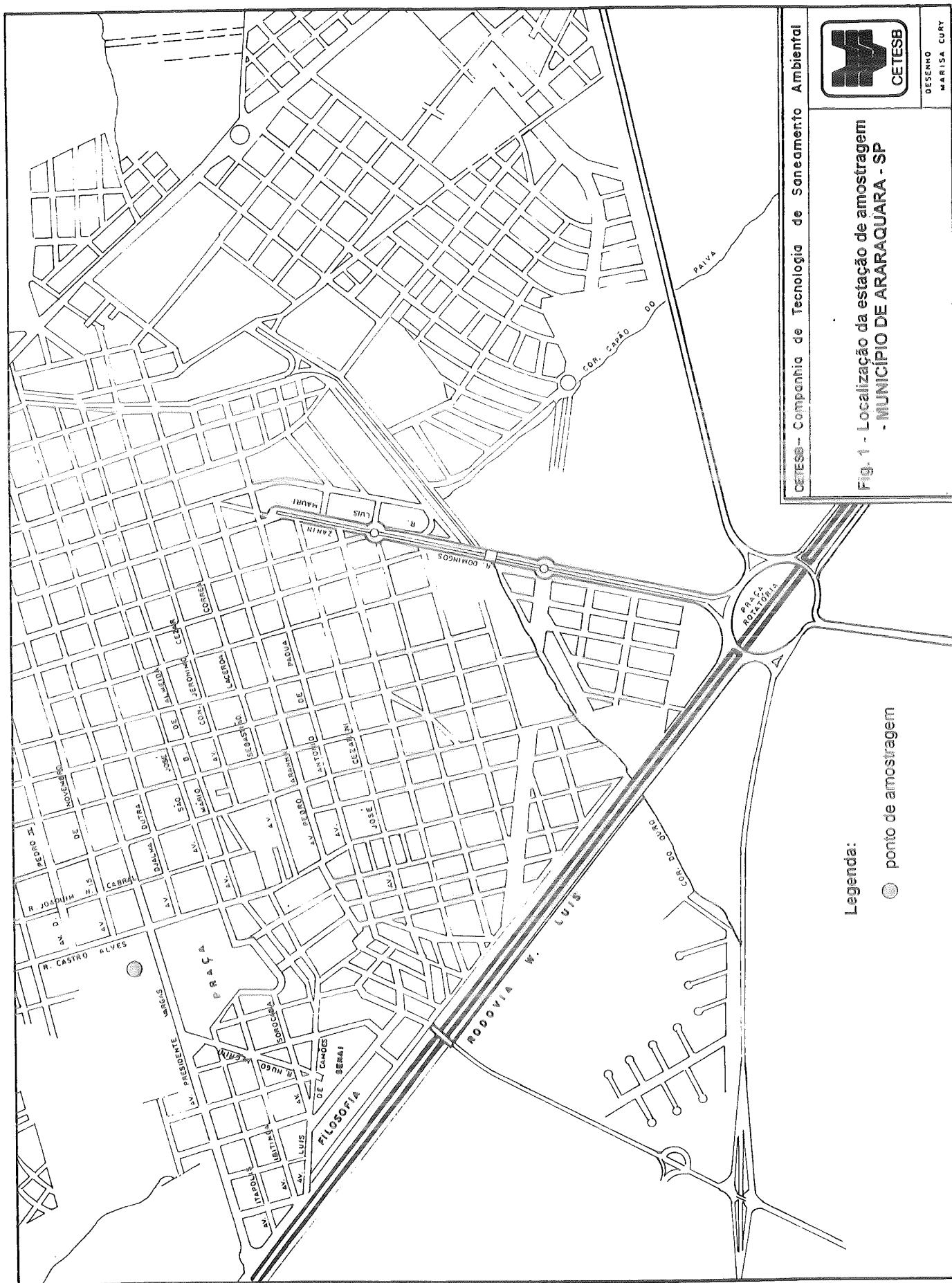
3. Período de Monitoramento

O monitoramento foi realizado entre 2 de setembro e 20 de outubro de 1997.



CETESB -- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Fig. 1 - Localização da estação de amostragem
- MUNICÍPIO DE ARARAQUARA - SP



4. Parâmetros Monitorados

4.1. Partículas Inaláveis (PI)

Um modo simples de definir as partículas inaláveis é classificar todas aquelas com tamanho menor que 10 μm . Essas partículas penetram no sistema respiratório, sendo que quanto menor seu tamanho, mais profundamente penetram. As partículas inaláveis, quando instaladas nos pulmões, diminuem a capacidade respiratória. Numa atmosfera urbana, parte destas partículas são emitidas por veículos automotores, parte por processos de queima de biomassa, parte durante a operação de processos industriais; ainda a formação de aerossóis secundários e a ressuspensão de poeira do solo são fontes importantes dessas partículas.

4.2. Dióxido de Enxofre (SO_2)

O dióxido de enxofre é emitido basicamente pela queima de óleo combustível e diesel, que contém enxofre em sua composição. O SO_2 , em altas concentrações, produz irritação no sistema respiratório e problemas cardiovasculares, além de ser um importante formador da chuva ácida.

4.3. Monóxido de Carbono (CO)

Origina-se da queima incompleta de qualquer combustível carbonáceo (biomassa, fósseis, etc) e é geralmente encontrado em maiores concentrações nas cidades, onde os veículos têm grande parcela de responsabilidade nas concentrações uma vez que emitem maiores quantidades deste poluente e praticamente na altura do sistema respiratório do homem. Em decorrência da grande facilidade em se combinar com a hemoglobina do sangue, o CO, em altas concentrações, prejudica a oxigenação do organismo, causando a diminuição dos reflexos e da acuidade visual.

4.4. Óxidos de Nitrogênio (NO e NO_2)

São formados a partir das combustões. Em cidades, os veículos geralmente são os principais responsáveis pela emissão dos óxidos de nitrogênio. O NO, sob a ação da luz solar se transforma em NO_2 e tem papel importante na formação dos oxidantes fotoquímicos como o O_3 . O NO_2 penetra profundamente no sistema respiratório, e dá origem a substâncias cancerígenas como as nitrosaminas. Causa irritação, podendo conduzir a sintomas que lembram os do enfisema.

4.5. Ozônio (O_3)

O ozônio não é um poluente emitido diretamente por qualquer fonte, mas sim formado na atmosfera, através da reação entre hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio em presença de luz solar. Por não ser emitido diretamente pelas fontes, é denominado poluente secundário. No caso do ozônio, a literatura especializada descreve a presença de altas concentrações de ozônio em distâncias significativas das fontes de emissão de seus precursores. A presença de O_3 na atmosfera está associada à redução da capacidade pulmonar, irritação dos olhos, envelhecimento precoce e corrosão dos tecidos. Pessoas com asma estão entre as mais suscetíveis ao efeito do O_3 .

4.6. Parâmetros Meteorológicos

As concentrações dos poluentes são diretamente influenciadas pelas condições de dispersão e transporte pelo vento. No caso de Araraquara, em cuja região ocorrem processos de queima de biomassa no entorno da cidade, gerando poluentes que podem atingir a região urbana, torna-se importante a avaliação das condições atmosféricas de transporte horizontal. Os parâmetros meteorológicos medidos no presente estudo servirão como suporte à interpretação de dados a ser apresentada no relatório final.

5. Padrões de Qualidade do Ar

Os padrões de qualidade do ar nos quais a CETESB se baseia estão definidos através do Decreto Estadual nº 8468/76³ e da Resolução CONAMA⁴ nº 3, de 28/06/90. 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. Na tabela 1, são apresentados os padrões de qualidade do ar, bem como os critérios estabelecidos para episódios agudos de poluição do ar.

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.

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).

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.

TABELA 2 - Estrutura do Índice de Qualidade do Ar.

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.

CETESB - CIA DE TECNOLOGIA E SANEAMENTO AMBIENTAL
BIBLIOTECA

6. A Qualidade do Ar em Araraquara

6.1. Monitoramento

Para o monitoramento da qualidade do ar em Araraquara, foi utilizada uma estação móvel da rede telemétrica, equipada com equipamentos automáticos. Todos os parâmetros, tanto de qualidade do ar quanto meteorológicos, foram avaliados de forma contínua, armazenados e enviados diariamente, via linha telefônica, à central da CETESB, na cidade de São Paulo, onde foram validados e processados. Os monitores de SO₂, O₃, CO e NO₂ foram calibrados automaticamente todos os dias.

A tabela 3 apresenta os poluentes do ar amostrados e os respectivos métodos de medição.

TABELA 3 - Poluentes e Métodos de Medição

Poluente	Método de Medição
Partículas inaláveis (PI)	Absorção de radiação β
Dióxido de enxofre (SO ₂)	Fluorescência
Monóxido de Carbono (CO)	Infravermelho não-dispersivo
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	Quimiluminescência
Ozônio (O ₃)	Fotométrico com radiação ultravioleta

6.2. Resultados e Comentários

Apresentamos, a seguir, um resumo dos principais resultados obtidos no monitoramento realizado.

A tabela 4 mostra o número de dias monitorados para cada poluente e a frequência dos índices de qualidade do ar observados nesses dias. Os níveis de concentração que determinam a qualidade do ar e que podem ser atingidos estão demonstrados nas tabelas 1 e 2.

Em Araraquara, no período amostrado, observou-se que o O₃ foi o único poluente para o qual a qualidade do ar esteve inadequada (em 4 dias, equivalendo a 10% do período). Note-se que a qualidade inadequada significa que houve ultrapassagem do padrão primário de qualidade do ar (160 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). O segundo poluente que mais apresentou índices altos, depois do O₃, foram as partículas inaláveis (46% do período com qualidade regular), embora não tenha havido ultrapassagem do padrão primário. Não houve registros de índices de qualidade do ar má, péssima ou crítica por qualquer poluente, no período avaliado.

TABELA 4 - Distribuição do Índice de Qualidade do Ar - Araraquara

Poluente	Total de dias	Boa (dias)	%	Regular (dias)	%	Inadequada (dias)	%
PI	35	19	54	16	46	0	0
SO ₂	30	30	100	0	0	0	0
O ₃	40	2	5	34	85	4	10
NO ₂	40	32	80	8	20	0	0
CO (8 horas)	43	43	100	0	0	0	0

O número de ultrapassagens do padrão primário, bem como o valor máximo encontrado estão ilustrados na tabela 5. Na tabela 6 é mostrado um resumo dos dias em que houve ultrapassagem do padrão, os respectivos valores de concentração e a hora em que ocorreram. Os valores diários que serviram de base para o número de ultrapassagens estão apresentados na tabela 7.

TABELA 5 - Máximas de Concentração e Número de Ultrapassagens no Período

	POLUENTES				
	SO ₂ (µg/m ³)	PI (µg/m ³)	CO ppm	NO ₂ (µg/m ³)	O ₃ (µg/m ³)
Valor Máximo Diário	27*	117*	3,6**	134***	181***
Nº de Ultrapassagens do Padrão	0	0	0	0	4

* média de 24h

** média de 8 horas máxima do dia

*** máxima de 1 hora

TABELA 6 - Ultrapassagens do Padrão de O₃(160 µg/m³)

DIA	O ₃ (µg/m ³)	HORA
05 de setembro	181	15
08 de setembro	165	16
24 de setembro	176	14
12 de outubro	167	14

7. Conclusão

Observou-se que, durante o período de amostragem, (49 dias durante o período de queimada de palha de cana-de-açúcar) dentre os poluentes analisados, o único poluente que ultrapassou os padrões de qualidade do ar foi o ozônio. Como o período de monitoramento não foi muito extenso não se deve descartar a possibilidade de que para outros poluentes os padrões possam ser ultrapassados ou que níveis mais elevados sejam atingidos durante o ano, principalmente sob condições meteorológicas mais desfavoráveis à dispersão dos poluentes.

Quanto ao O_3 , não se tem evidências sobre as principais fontes que geraram seus precursores. O O_3 pode ter se formado a partir de precursores emitidos por fontes veiculares em circulação em Araraquara, precursores emitidos na queima da palha de cana-de-açúcar, como também pelo transporte pelo vento dos poluentes de outras regiões. Este estudo indica a necessidade de se dar maior atenção ao problema do O_3 .

Conforme mencionado anteriormente, análise de sujidade, teores de material carbonáceo e fumaça serão apresentados em relatório futuro.

8. Referências Bibliográficas

- 1 CETESB - Avaliação da Qualidade do Ar em Araraquara - 1986.
- 2 CETESB - Avaliação de Compostos Orgânicos Provenientes da Queima de Palha de Cana-de-açúcar em Araraquara e Comparação com Medições Efetuadas em São Paulo e em Cubatão - Resultados Parciais, 1996.
- 3 Lei Estadual nº 997 e Decreto Estadual nº 8468, 1976.
- 4 Resolução CONAMA nº 003/90, de 28/06/90.

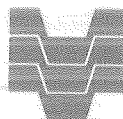
Relatório elaborado por

Carlos Ibsen V. Lacava
Jesuino Romano
Maria Helena R. B. Martins
Ricardo Anazia

Equipe de Trabalho

Almir Zancul - COTA
Ayrton José de Jesus - EQQT
Carlos Augusto Mendes - EQQT
Carlos Eduardo Negrão - EQQT
Carlos Ibsen V. Lacava - EQQI
Carlos Roberto Sachi - EQQA
Claudio Darwin Alonso - EQ
Ênio Rondó - EQQT
Gilmar Issa Gallo - EQQI
Jesuino Romano - EQQ
José Alfredo Aiello - COTA
José Aloisio Pereira - EQQT
Regina Eli Pereira Elvedosa - EQ
Ricardo Barros Uchôa - EQQT
Maria Helena R.B. Martins - EQQA
Mário Negrini - EQQA
Masayuki Kuromoto - EQQI

Data Aquis.: 28/1/98
Indic.: Memo 006/98
Livraria: Eitor de 19/1/98
Preço: R\$
Data Tomba: 29/1/98



CETESB

Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental

Fone: (011) 3030-6000 - Fax: (011) 3030-6402

Telex: 1183053 CETS - BR - CEP 05489-900

São Paulo - SP - Brasil