

**O EFEITO DA QUEIMADA DE
CANA-DE-AÇÚCAR NA QUALIDADE DO AR
DA REGIÃO DE ARARAQUARA.**



Almir Zancul

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Hidráulica e Saneamento.

ORIENTADOR: Prof.Dr. Jurandyr Povinelli

DEDALUS - Acervo - EESC



31100035899

São Carlos

1998

Class.	TESI/EESC
Cult.	637J
Univ.	TOLEDO/SP

31100035899

0979349

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento da Informação do Serviço de Biblioteca - EESC-USP

Z27e Zancul, Almir
O efeito da queimada de cana-de-açúcar na qualidade do ar na região de Araraquara / Almir Zancul. -- São Carlos, 1998.

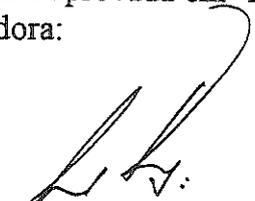
Dissertação (Mestrado) -- Escola de Engenharia de São Carlos-Universidade de São Paulo, 1998.
Área: Hidráulica e Saneamento.
Orientador: Prof. Dr. Jurandyr Povinelli.

1. Queimada de cana-de-açúcar. 2. Poluição do ar. 3. Legislação ambiental. I. Título.

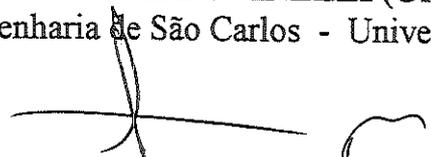
FOLHA DE APROVAÇÃO

Candidato: Engenheiro **ALMIR ZANCUL**

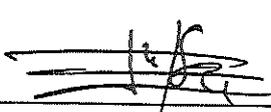
Dissertação defendida e aprovada em 16-4-1998
pela Comissão Julgadora:



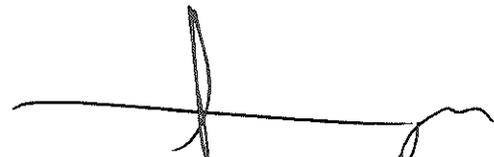
Prof. Titular **JURANDYR POVINELLI (Orientador)**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



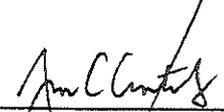
Prof. Titular **FAZAL HUSSAIN CHAUDHRY**
(Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo)



Prof. Doutor **JORGE AKUTSU**
(UNESP/Campus de Bauru)



Prof. Titular **FAZAL HUSSAIN CHAUDHRY**
Coordenador da Área de Hidráulica e Saneamento



JOSÉ CARLOS A. CINTRA
Presidente da Comissão de Pós-Graduação da EESC

A Cristina,

Eduardo, Mariana e Juliana.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Jurandyr Povinelli, pela orientação segura e pelo constante incentivo.

Aos professores Fazal Hussain Chaudhry e Marco Antonio Penalva Reali, da banca de qualificação, pelas valiosas sugestões.

À Professora Maria Cristina de Senzi Zancul, pelo incentivo e pelas sugestões.

À Professora Maria Helena de Moura Neves, pela importante colaboração na revisão do texto.

Aos químicos Jesuíno Romano, Maria Helena R.B.Martins e Maria Cristina N.Oliveira da CETESB; à Dr^a Maria Libória Bila Mariottini e enfermeira Eliana Aparecida Mori Honain da Secretaria Municipal de Saúde de Araraquara; e ao Dr. Marcos Arbex pela atenção e pela colaboração no fornecimento de dados.

Aos colegas, professores e funcionários do Departamento de Hidráulica e Saneamento da EESC/USP, especialmente à Pavlovna Damião Rocha Bueno, pela amizade e colaboração.

SUMÁRIO

Lista de Figuras	I
Lista de Tabelas	II
Resumo	IV
Abstract	V
1- INTRODUÇÃO	1
2- COLOCAÇÃO DO PROBLEMA	2
2.1. Histórico	2
2.2. Espécies e plantio da cana-de-açúcar	5
2.3. A cultura no Estado de São Paulo e no Brasil	7
2.4. Força de Trabalho	11
2.5. Modalidades de colheita utilizada no corte da cana-de-açúcar	13
2.6. As queimadas	16
3- OBJETIVOS	27
4- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	28
a- A questão do material particulado	29
b- Consumo de água	41
c- Acidentes em rodovias	45
d- Problemas respiratórios	45
e- Interrupção no fornecimento de energia elétrica	50
f- Desperdício de energia	51
g- Morte de animais silvestres e pássaros	52
h- A emissão de gases	52
i- Destruição da palha	59
j- A queima elimina insetos	59
5- METODOLOGIA	60
5.1- Placas Adesivas	60
5.2- Avaliação da qualidade de ar	61
6- ANÁLISE DOS RESULTADOS	65
6.1- As queimadas de cana-de-açúcar e a legislação ambiental	65
6.2- A incidência de material particulado (carvãozinho) na cidade de Araraquara e a legislação ambiental	69
6.3- Avaliação da qualidade de ar de Araraquara e a legislação ambiental	78
7- CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	94
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 01	– Placa adesiva contendo material particulado - 27 a 29/05/86.	36
FIGURA 02	– Placa adesiva contendo material particulado - 30/06 a 03/07/86.	37
FIGURA 03	– Placa adesiva contendo material particulado - 06/08/86.	38
FIGURA 04	– Placa adesiva contendo material particulado - 17/07/86.	39
FIGURA 05	– Placa adesiva contendo material particulado - 14/10/86.	40
FIGURA 06	– Fluxograma do Potencial energético disponível em 1 ha de cana-de-açúcar sem queima prévia	53
FIGURA 07	– Placa adesiva contendo material particulado - 03/09/97.	73
FIGURA 08	– Placa adesiva contendo material particulado - 04/09/97.	74
FIGURA 09	– Placa adesiva contendo material particulado - 11/09/97.	75
FIGURA 10	– Placa adesiva contendo material particulado - 15 a 17/09/97.	76
FIGURA 11	– Placa adesiva contendo material particulado - 24/09/97.	77
FIGURA 12	– Relação entre concentração do poluente e o valor índice de qualidade.	91

LISTA DE TABELAS

TABELA 01	– Produção de Álcool (1.000 l) no Brasil, Safras 1970/71-1979/80	04
TABELA 02	– Variedades plantadas como cana de ano, em 1996 e como cana de ano e meio, em 1997, na Usina Ester.	07
TABELA 03	– Área - Confronto das estimativas - agosto/setembro - Brasil- Mês: setembro/97	08
TABELA 04	– Produção - Confronto das estimativas - agosto/setembro - Brasil- Mês: setembro/97	09
TABELA 05	– Rendimento médio - Confronto das estimativas - agosto/setembro - Brasil- Mês: setembro/97	10
TABELA 06	– Demanda da Força de Trabalho Anual, por Produto, Estado de São Paulo, 1993-94.	12
TABELA 07	– Custo da colheita de cana-de-açúcar.	14
TABELA 08	– Resumo queimadas de cana-de-açúcar (1987).	19
TABELA 09	– Frota metropolitana de veículo.	25
TABELA 10	– Frequência com que se sente o carvãozinho na safra.	30
TABELA 11	– Relação entre o número de entrevistados e a questão “Carvãozinho causa algum Incômodo?”	31
TABELA 12	– Tipos de incômodos causados pelo Carvãozinho.	31
TABELA 13	– Relação entre a Variável Sexo e a questão “Carvãozinho causa algum incômodo?”	31
TABELA 14	– Endereço das estações de amostragem e metodologia utilizada.	32
TABELA 15	– Poeira sedimentável total.	33
TABELA 16	– Dados coletados no amostrador de grandes volumes.	34
TABELA 17	– Dados coletados na estação OPS/OMS.	35
TABELA 18	– Precipitação Pluviométrica mm.	42
TABELA 19	– Água Potável - Quantidade Produzida.	42
TABELA 20	– Quantidade de cana-de-açúcar processada (t).	43
TABELA 21	– Comparação entre: água volume total produzido, precipitação pluviométrica e quantidade de cana-de-açúcar processada.	44
TABELA 22	– Alguns episódios registrados no mundo em decorrência da poluição do ar	46
TABELA 23	– Número de inalações.	48

TABELA 24	– Comparação entre número de inalações, precipitação pluviométrica e quantidade de cana processada.	49
TABELA 25	– Frequência histórica de desligamentos em linha de transmissão da CPFL provocadas por queimadas.	50
TABELA 26	– Poderes caloríficos superior (pcs) e inferior (pci).	51
TABELA 27	– Composição provável do ar atmosférico.	54
TABELA 28	– Efeitos dos poluentes atmosféricos sobre a saúde humana - monóxido de carbono.	55
TABELA 29	– Poluentes e métodos de medição.	79
TABELA 30	– Dados diários - Araraquara.	80
TABELA 31	– Padrões nacionais de qualidade do ar (Resolução CONAMA n° 3 de 28/06/90).	84
TABELA 32	– Critérios para episódios agudos de poluição do ar ((Resolução CONAMA n° 3 de 28/06/90).	87
TABELA 33	– Padrões de qualidade do ar adotados pela EPA - Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos.	88
TABELA 34	– Níveis máximos recomendados pela Organização Mundial da Saúde.	88
TABELA 35	– Máximas concentrações encontradas e ultrapassagens do padrão legal.	89
TABELA 36	– Índice de Qualidade do Ar - CETESB.	90
TABELA 37	– Estrutura do Índice de Qualidade do Ar.	92
TABELA 38	– Distribuição do índice de qualidade do ar - Araraquara.	93

RESUMO

ZANCUL, A. (1998). *O efeito da queimada de cana-de-açúcar na qualidade do ar da região de Araraquara*. São Carlos, 1998. 97 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Os poluentes emitidos na atmosfera durante as queimadas de cana-de-açúcar que ocorrem no período das safras agrícolas representam uma modalidade de poluição que necessita ser mais estudada, já que atinge grande parte da população residente no interior do Estado de São Paulo. Este trabalho utiliza dados referentes à emissão de poluentes que ocorre na época das safras, na região de Araraquara, e procura estabelecer uma comparação com a legislação ambiental. Os dados de concentração de poluentes utilizados foram coletados pelo laboratório volante da CETESB, analisados e examinados em laboratório, e o material particulado (carvãozinho) foi coletado em 1986 e 1997 através de um sistema de placas adesivas. Foi feita uma comparação entre os valores encontrados e os parâmetros estabelecidos pela legislação ambiental. Os resultados revelam que as queimadas de cana-de-açúcar constituem uma fonte significativa de emissão de poluentes na atmosfera. Apontam ainda que os dispositivos legais que surgiram nos últimos anos, bem como a aplicação rígida da legislação ambiental mostraram ser ferramentas valiosas no controle da poluição do ar.

Palavras-chave: queimada de cana-de-açúcar; poluição do ar; legislação ambiental.

ABSTRACT

ZANCUL, A. (1998). *Sugar cane burning effect on the air quality of Araraquara region*. São Carlos, 1998. 97 p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

The pollutants released into the atmosphere during the sugar cane burnings that happen by the time of agricultural harvesting represent a kind of pollution that needs to be more investigated, considering that it affects a great part of São Paulo State inland population. The present work uses data related to pollutant emission during agricultural harvesting in Araraquara neighbourhood, and intends to establish a comparison with environmental legislation. The pollutant concentration data used for this work have been collected by CETESB portable laboratory, analysed and examined in laboratories, and the particulated material – “carvãozinho” – collected by a system of adhesive plates during the years of 1986 and 1997. A comparison between the values that are found and the parameters established by environmental legislation was done. The results show that the sugar cane burnings are a significant source of pollutant emission into the atmosphere, and that the legal provisions issued in the last years, as well as the rigid application of environmental legislation, proved to be valuable instruments for the air pollution control.

Keywords: sugar cane burning; air pollution; environmental legislation.

1- INTRODUÇÃO

No Brasil o fogo é utilizado em áreas agrícolas tanto na limpeza do terreno antes do plantio como após a colheita para retirar as soqueiras e restos de cultura e também para o controle fitossanitário de pragas que aparecem principalmente em lavouras de monoculturas. Na plantação de cana-de-açúcar, o fogo é utilizado para queimar as folhagens e, com isso, fazer a limpeza do canavial tornando, desta maneira, a operação de corte de cana-de-açúcar manual um pouco menos penosa para o trabalhador rural.

Nas cidades, o fogo é utilizado comumente para limpeza de terrenos baldios onde crescem capim e ervas daninhas que, após roçados, constituem-se em material de fácil combustão. Queima-se também o lixo constituído principalmente de folhas, gravetos, papéis, plásticos que é acumulado no fundo dos quintais e o lixo que é lançado criminosamente por pessoas inescrupulosas em terrenos tanto nas áreas das cidades ou na periferia delas.

Todas essas queimadas emitem para a atmosfera uma grande quantidade de poluentes com conseqüências ambientais bastante sérias e preocupantes, tendo como principal dano a piora da qualidade do ar das cidades com reflexos na saúde e no bem estar da população.

O trabalho aqui desenvolvido tem como alvo principal o estudo das queimadas que ocorrem nos canaviais no interior do Estado de São Paulo, com a conseqüente emissão de poluentes na atmosfera decorrente dessa prática de limpeza de cultura, discutindo também, os inconvenientes e os problemas ocasionados pela poluição do ar.

2. COLOCAÇÃO DO PROBLEMA

2.1. Histórico

As mais antigas civilizações conheciam e apreciavam a cana-de-açúcar, que é originária da Índia e foi introduzida na Pérsia, Síria e Egito por Alexandre, O Grande. A Espanha foi o primeiro produtor de cana-de-açúcar da Europa, no século VIII d.C., que para lá foi levada pelos mouros, quando estes invadiram aquele país. Naquela época, o consumo do açúcar era privilégio de pessoas da corte e de cientistas, e o açúcar era utilizado como produto de farmacopéia. Era um artigo de alto luxo, muito procurado, cobiçado e muito caro. Daí surgiu o interesse de Portugal no cultivo da cana-de-açúcar, iniciando-se as primeiras plantações nas ilhas dos Açores, Madeira e Cabo Verde. Estas primeiras plantações apresentavam uma produção pequena devido à pouca extensão de terra apropriada para o plantio (SIMONSEN, 1977; ANDRADA, 1980; COÓPERSUCAR, 1987).

Quando Colombo fez sua segunda viagem à América, trouxe caules de cana-de-açúcar que foram plantados na República Dominicana, em 1508, na aldeia de Isabela, onde foi instalado o primeiro engenho de açúcar das Américas. Rapidamente a cultura de cana-de-açúcar se expandiu para as outras ilhas do Mar das Antilhas, onde as terras férteis e o clima quente e úmido favoreceram o crescimento desta lavoura. No Brasil, o primeiro engenho foi instalado no ano de 1532, em São Vicente, por Martim Afonso de Sousa, que trouxe a cana-de-açúcar da ilha da Madeira.

As condições de solo fértil e clima propício para o desenvolvimento da cana-de-açúcar, aliados ao incentivo de Portugal para comercializar o açúcar fizeram que as planta-

ções se multiplicassem acompanhando a costa, marcando o início de uma atividade que foi grande geradora de divisas para o país colonizador. Elas se fixaram no norte do país, que, pela localização geográfica, era o ponto mais próximo da Europa, mais próximo da metrópole, o que barateava o custo de transporte. (ANDRADA, 1980; COOPERSUCAR, 1987).

Por volta do ano de 1600, no Brasil, existiam funcionando e produzindo açúcar, cerca de 120 engenhos. Cem anos mais tarde, o número de engenhos quase quintuplicou, passando para cerca de 528, e o Brasil tornou-se o maior produtor de açúcar do mundo, fornecendo o produto principalmente para a Europa. (COOPERSUCAR, 1987).

Em decorrência do seu alto valor econômico, o comércio do açúcar originava grandes disputas entre os países que pretendiam negociar este produto.

Na tentativa de assumir o controle das fontes produtoras de açúcar foi que a Holanda invadiu e ocupou o nordeste brasileiro no ano de 1630, fixando-se principalmente na Capitania de Pernambuco, na época a principal produtora de açúcar do país.

Os holandeses praticamente monopolizavam o comércio do açúcar no mercado europeu e permaneceram no Brasil até 1654, quando foram expulsos pelos portugueses. Porém, saíram do Brasil levando o conhecimento do cultivo da cana-de-açúcar e as técnicas para produção do açúcar, e aliaram-se a produtores das colônias inglesas e francesas da América Central, fornecendo-lhes o conhecimento da cultura e ajuda financeira. O fato de estes países estarem mais próximos do principal mercado consumidor, o mercado europeu, fez que o açúcar brasileiro perdesse competitividade no mercado e a agroindústria canavieira entrasse em sua primeira crise, em grande decadência, o que se refletiu enormemente na vida econômica, social e cultural, não só do Nordeste, mas de todo o País. (COOPERSUCAR, 1987).

Desde então, a agroindústria açucareira brasileira alternou períodos de crise e períodos de franca expansão.

Em 1973, devido ao aumento dos preços internacionais do petróleo, que gerou uma crise mundial, afetando drasticamente a economia brasileira, o governo federal começou a formular uma maneira de incentivar a produção de álcool e outros combustíveis alternativos para ser usados em veículos, e em 14 de novembro de 1975 foi promulgado o decreto nº 76.593, que criou o Programa Nacional do Álcool – Proálcool. (SANTOS, 1993).

O programa foi acelerado a partir de 1979 e seu objetivo era de aumentar as safras agroenergéticas e a capacidade industrial de transformação, visando à substituição da gasolina pelo uso do álcool, incrementando o seu uso no setor químico. (MELO & FONSECA, 1983).

TABELA 1 - Produção de Álcool (1.000 l) no Brasil, Safras 1970/71-1979/80

Ano-safra ^(a)	Anidro	Hidratado	Total
1970/71	252.397	384.841	637.238
1971/72	389.948	223.120	613.068
1972/73	388.891	292.081	680.972
1973/74	306.215	359.763	665.979
1974/75	216.529	408.457	624.985
1975/76	232.621	323.006	555.627
1976/77	300.339	363.682	664.022
1977/78	1.176.948	293.456	1.470.404
1978/79	2.095.867	395.006	2.490.873
1979/80	2.712.388	671.385	3.383.773

Fonte: Instituto do Açúcar e Álcool, Ministério da Indústria e Comércio.

(a) Ano-safra corresponde ao período 1º/6 de um ano a 31/5 do outro.

FONTE: MELO & FONSECA (1983)

Analisando-se os dados constantes da TABELA 1 verifica-se que houve um aumento muito grande na produção de álcool a partir da safra de 1977/78, praticamente dobrando a produção com relação às safras anteriores. Este aumento de produção foi possível graças a um aumento do rendimento agrícola da cultura da cana-de-açúcar e à utilização das destilarias anexas às usinas, que vinham trabalhando com capacidade ociosa.

Por meio de uma política de créditos subsidiados, o governo brasileiro estimulou o aumento de produção da cana-de-açúcar e o aumento da capacidade industrial das usinas e destilarias (MELO & FONSECA, 1983). O programa recebeu apoio imediato dos empresários de açúcar e álcool e dos da indústria produtora de equipamentos, que devido à longa tradição do país na produção de açúcar e álcool já era uma indústria bastante desenvolvida e em condições de atender a demanda (MELO & FONSECA, 1983).

Após a implantação do Proálcool, aconteceu o período de maior crescimento da área cultivada com cana-de-açúcar no Brasil, o que ocorreu de 1975/1976 a 1984/1985, estabilizando-se a partir de 1987/1988 em cerca de 4,2 milhões de hectares colhidos por ano.

Em 1985/1986, operavam no território brasileiro 390 indústrias produtoras sucroalcooleiras, sendo 195 destilarias autônomas, 167 usinas com destilarias anexas e 28 usinas de açúcar sem destilaria anexa, e em 1991, funcionaram 379 indústrias. (FERNANDES, 1996).

Segundo CARVALHO (1997), na safra de 1996/97, no Brasil, foram produzidos 275.567.700 sacos de 50 kg de açúcar, 9.378.971 m³ de álcool hidratado e 4.651.658 m³ de álcool anidro.

2.2. Espécies e plantio da cana-de-açúcar

A cana-de-açúcar pertence à família das gramíneas, *Gramineæ*, do gênero *Saccharum*, espécie *S. Officinarum* (METIDIÉRI, 1983). É uma gramínea que cresce principalmente em solos férteis e que contenham bastante umidade. Seus caules são cilíndricos, rijos e podem atingir de dois a cinco metros de altura, e com aproximadamente cinco centímetros de diâmetro.

Os caules contêm um caldo doce, do qual são feitos o açúcar, o álcool, a pinga, o rum e outros produtos industriais (JOLY, 1993).

Os caules não possuem galhos mas têm folhas longas e estreitas dispostas em duas fileiras opostas. Dependendo da variedade da cana-de-açúcar as características do caule e a quantidade de folhas podem variar.

O caule é dividido em várias seções que são chamadas de entrenós, como no bambu. Cada nó apresenta um broto.

A plantação de cana-de-açúcar se dá principalmente utilizando caules cortados. Os caules cortados são colocados horizontalmente em sulcos previamente abertos no solo e são cobertos com terra. Em alguns dias os brotos dos nós crescem e novos caules nascem do solo (JOLY, 1993).

Diversos institutos de pesquisa ligados a Universidades, Cooperativas e a outras instituições realizam estudos que têm como objetivo o desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar que melhor se adapte às condições agrícolas regionais.

Atualmente existem cerca de uma centena de variedades de cana-de-açúcar que são plantadas no Brasil. A TABELA 2 indica algumas variedades plantadas em uma propriedade rural localizada no Estado de São Paulo.

TABELA 2 – Variedades plantadas como cana de ano, em 1996 e como cana de ano e meio, em 1997, na Usina Ester.

Variedade	Área (ha)	Variedade	Área (ha)
SP79-1011	322,63	SP83-5073	7,51
SP80-1842	319,24	SP80-3280	6,90
RB855453	317,82	SP80-4445	2,68
RB825336	273,80	SP80-180	1,28
RB72454	200,00	RB855206	0,61
RB806043	177,30	RB845210	0,57
SP70-1233	157,49	IAC86-2210	0,54
RB845257	145,39	SP84-5560	0,50
SP79-2233	140,78	SP80-3390	0,31
RB855156	133,14	RB855546	0,31
RB835486	122,85	SP82-3530	0,30
RB835089	120,73	SP-80-3480	0,30
RB855113	91,91	SP85-5077	0,25
RB855036	81,64	SP83-2847	0,23
SP80-1816	26,98	SP84-7017	0,17
SP77-5181	25,29	RB896316	0,16
RB855536	18,01	SP80-4439	0,15
RB865131	13,90	SP84-3369	0,13
RB855035	12,16	SP84-0139	0,12
SP81-3250	9,20	IAC82-2045	0,10
		Total Geral	2733,38

Fonte: UCHÔA, P. (1997)

2.3- A cultura no estado de São Paulo e no Brasil

Conforme informação fornecida pela Coordenadoria de Assistência Técnica Integral do Instituto de Economia Agrícola da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, em levantamento realizado em junho de 1996, a área ocupada pela cultura de cana-de-açúcar no território do Estado era de 2.911.310 hectares, o que representa mais de 50% da área plantada no país.

Os dados fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), apresentados na TABELA 3, permitem que se compare a área total de cana-de-açúcar plantada no país com a área ocupada pelas outras culturas. A TABELA 4 mostra a produção agrícola no país e a TABELA 5, o rendimento médio por hectare das culturas pesquisadas.

A partir da análise dos valores apresentados nas TABELAS 3, 4 e 5 pode-se avaliar a importância da cultura da cana-de-açúcar para a economia do país, pois ela ocupa o terceiro lugar em área plantada, o primeiro lugar em produção e o primeiro lugar em rendimento médio por hectare.

TABELA 3 - Área - Confronto das estimativas - agosto/setembro

Brasil - Mês: setembro/97

PRODUTOS AGRÍCOLAS	Á R E A (ha)		
	Mês anterior	Mês atual	var %
Total	46 399 345	46 450 774	0,11
Milho (em grão) 1ª safra	11 569 548	11 545 303	- 0,21
Soja (em grão)	11 366 379	11 423 379	0,50
Cana-de-açúcar	4 900 931	4 900 939	- 0,00
Arroz (em casca)	3 578 350	3 576 842	- 0,00
Feijão (em grão) 1ª safra	2 482 711	2 482 771	- 0,00
Feijão (em grão) 2ª safra	2 217 084	2 236 647	0,88
Milho (em grão) 2ª safra	2 197 453	2 096 219	- 0,53
Café (em coco)	2 020 634	2 020 692	- 0,00
Mandioca	1 927 195	1 938 745	0,60
Trigo	1 496 704	1 499 064	0,16
Laranja ⁽¹⁾	970 350	969 971	- 0,04
Cacau (em amêndoa)	716 394	716 430	0,01
Algodão herbáceo (em caroço)	648 619	647 081	- 0,24
Feijão (em grão) 3ª safra	161 376	161 051	- 0,20
Batata-inglesa 1ª safra	104 584	104 584	-
Cebola	70 482	70 482	-
Batata-inglesa 2ª safra	60 551	60 574	0,04

⁽¹⁾ Produção em 1000 frutos e rendimento médio em frutos/ha.

FONTE - IBGE, DPE, DEAGRO- Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.

TABELA 4 - Produção - Confronto das estimativas - agosto/setembro

Brasil - Mês: setembro/97

PRODUTOS AGRÍCOLAS	PRODUÇÃO (t)		
	Mês anterior	Mês atual	var %
Total	-	-	-
Cana-de-açúcar	331 915 150	331 913 177	- 0,00
Laranja ⁽¹⁾	109 163 991	109 556 163	0,36
Milho (em grão) 1ª safra	30 602 260	30 557 917	- 0,14
Soja (em grão)	25 730 776	25 840 216	0,43
Mandioca	25 076 120	25 093 084	0,07
Arroz (em casca)	9 181 208	9 180 697	- 0,01
Milho (em grão) 2ª safra	4 106 144	4 036 419	- 1,70
Trigo	2 898 495	2 884 476	- 0,48
Café (em coco)	2 426 743	2 426 786	- 0,00
Batata-inglesa 1ª safra	1 529 598	1 529 598	-
Feijão (em grão) 2ª safra	1 478 751	1 426 013	- 3,57
Feijão (em grão) 1ª safra	1 397 563	1 397 510	- 0,00
Cebola	911 745	911 756	- 0,00
Algodão herbáceo (em caroço)	840 163	838 625	- 0,18
Batata-inglesa 2ª safra	806 288	807 620	0,17
Cacau (em amêndoa)	302 157	302 253	0,03
Feijão (em grão) 3ª safra	245 685	249 403	1,51

⁽¹⁾ Produção em 1000 frutos e rendimento médio em frutos/ha.

FONTE - IBGE, DPE, DEAGRO- Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.

**TABELA 5 - Rendimento médio - confronto das estimativas - agosto/setembro
Brasil - Mês: setembro/97**

PRODUTOS AGRÍCOLAS	RENDIMENTO MÉDIO (kg/ha)		
	Mês anterior	Mês atual	var %
Total	-	-	-
Cana-de-açúcar	67 725	67 724	- 0,00
Batata-inglesa 1ª safra	14 626	14 626	-
Batata-inglesa 2ª safra	13 316	13 333	0,13
Mandioca	13 012	12 943	- 0,53
Cebola	12 936	12 936	-
Laranja ⁽¹⁾	12 500	12 948	0,40
Milho (em grão) 1ª safra	2 645	2 647	0,08
Arroz (em casca)	2 566	2 567	0,04
Soja (em grão)	2 264	2 262	- 0,09
Milho (em grão) 2ª safra	1 948	1 926	- 1,13
Trigo	1 937	1 924	- 0,67
Feijão (em grão) 3ª safra	1 522	1 549	1,77
Algodão herbácea (em caroço)	1 295	1 296	0,08
Café (em coco)	1 201	1 201	-
Feijão (em grão) 2ª safra	667	638	- 4,35
Feijão (em grão) 1ª safra	563	563	-
Cacau (em amêndoa)	422	422	-

⁽¹⁾ Produção em 1000 frutos e rendimento médio em frutos/ha.

FONTE - IBGE, DPE, DEAGRO- Levantamento Sistemático da Produção Agrícola.

2.4- Força de Trabalho

A cultura de cana-de-açúcar, em todas as suas fases, desde o preparo do terreno, plantio, tratos culturais e corte manual, tem importância significativa como empregadora de mão-de-obra no campo. A análise da TABELA 6 indica que a demanda de trabalho anual na cultura da cana-de-açúcar, no ano de 1994, correspondeu a 42,7% da mão de obra empregada no campo no Estado de São Paulo.

**TABELA 6 -Demanda da Força de Trabalho Anual, por Produto,
Estado de São Paulo, 1993-94**

Produto	Área (1.000ha)		Variação		EHA (1.000)			Variação	
	1993	1994	(%)	1993	%	1994	%	(%)	
Cana-de-açúcar	2.353,22	2.595,62	10,3	309,74	40,6	343,15	42,7	10,8	
Café	314,62	282,85	-10,1	115,27	15,1	103,96	12,9	-9,8	
Olerícolas ¹	50,78	68,05	34,0	54,10	7,1	70,32	8,8	30,0	
Laranja	799,23	707,69	-11,5	64,91	8,5	57,49	7,2	-11,4	
Feijão	305,60	332,17	8,7	25,59	3,4	29,25	3,6	14,3	
Eucalipto	726,63	692,35	-4,7	30,60	4,0	28,52	3,6	-6,8	
Algodão	142,60	149,28	4,7	24,05	3,2	25,17	3,1	4,6	
Banana	41,34	44,90	8,6	17,78	2,3	20,23	2,5	13,8	
Milho	1.189,00	1.304,35	9,7	18,68	2,4	20,16	2,5	7,9	
Uva	9,81	9,58	-2,3	17,43	2,3	16,91	2,1	-3,0	
Cebola	14,85	14,58	-1,8	15,50	2,0	15,25	1,9	-1,6	
Arroz	167,15	142,24	-14,9	13,67	1,8	11,79	1,5	-13,8	
Mandioca	41,65	51,96	24,8	8,23	1,1	10,26	1,3	24,7	
Batata	25,61	27,40	7,0	8,43	1,1	8,98	1,1	6,6	
Soja	498,64	492,55	-1,2	8,67	1,1	8,56	1,1	-1,3	
Amendoim	70,90	68,56	-3,3	6,74	0,9	6,49	0,8	-3,8	
Pinus	225,19	201,25	-10,6	6,88	0,9	6,24	0,8	-9,2	
Seringueira	30,76	32,22	4,7	4,90	0,6	5,95	0,7	21,3	
Chá	5,05	4,92	-2,6	2,80	0,4	2,74	0,3	-2,1	
Melancia	6,31	6,82	8,1	2,20	0,3	2,38	0,3	8,2	
Goiaba	1,63	3,22	97,5	1,24	0,2	2,31	0,3	86,3	
Maracujá	4,31	4,45	3,2	2,09	0,3	2,16	0,3	3,3	
Pêssego	1,48	3,14	112,2	1,12	0,1	1,92	0,2	71,4	
Tomate rasteiro	5,69	6,38	12,1	0,92	0,1	1,04	0,1	12,5	
Figo	1,16	0,89	-23,3	0,91	0,1	0,86	0,1	-5,5	
Abacaxi	1,95	3,21	64,6	0,35	0,0	0,64	0,1	82,0	
Trigo	47,68	35,35	-25,9	0,42	0,1	0,31	0,0	-25,7	
Mamona	1,78	1,48	-16,9	0,25	0,0	0,21	0,0	-16,4	
Total	7.084,62	7.287,46	2,9	763,47	100,0	803,24	100,0	5,2	

¹ Incluem abóbora, abobrinha, alface, batata-doce, berinjela, beterraba, brócolis, cenoura, chuchu, couve, couve-flor, milho verde, mandioquinha, pepino, pimentão, quiabo, repolho, tomate envarado e vagem.

FONTE: SEADE.

2.5. Modalidades de colheita utilizada no corte da cana-de-açúcar

A colheita da cana-de-açúcar é feita através do corte dos caules junto ao solo. Este serviço pode ser feito manualmente com auxílio de um facão, ou mecanicamente, com a utilização de máquinas projetadas para esse fim.

As modalidades de colheita utilizadas para o corte da cana-de-açúcar são:

- . corte manual em cana-de-açúcar queimada
- . corte manual em cana-de-açúcar não queimada
- . corte mecânico em cana-de-açúcar queimada.
- . corte mecânico em cana-de-açúcar não queimada

A Comissão Técnica de Cana-de-Açúcar da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo realizou pesquisa junto a cerca de 69 unidades industriais, representando cerca de 46% da área cultivada no Estado, para verificar, entre outras questões, o estágio atual do processo de colheita e rendimento de corte na safra 97/98 de cana-de-açúcar.

A pesquisa chegou aos seguintes resultados com relação aos métodos de colheita adotados e a porcentagem de cada método de corte em relação a área plantada:

- . corte manual em cana-de-açúcar queimada – em 81,8% da área em estudo;
- . corte manual em cana-de-açúcar não queimada – em 2,4% da área em estudo;
- . corte mecânico em cana-de-açúcar queimada – em 11% da área em estudo
- . corte mecânico em cana-de-açúcar não queimada – em cerca de 5% da área em estudo.

A pesquisa mostra claramente que cerca de 92,8% da cana-de-açúcar processada nestas indústrias foi previamente queimada antes do corte.

Com relação ao rendimento médio de corte por modalidade de colheita, a conclusão foi a seguinte:

- . corte manual em cana-de-açúcar queimada – 9,09 t/homem.dia;
- . corte manual em cana-de-açúcar não queimada – 3,80 t/homem.dia;
- . corte mecânico em cana-de-açúcar queimada – 32,29 t/hora.máquina;
- . corte mecânico em cana-de-açúcar não queimada – 25,41 t/hora.máquina.

O rendimento máximo encontrado foi o seguinte:

- . corte manual em cana-de-açúcar queimada – 12,50 t/homem.dia;
- . corte manual em cana-de-açúcar não queimada – 6,50 t/homem.dia;
- . corte mecânico em cana-de-açúcar queimada – 48,00 t/hora.máquina;
- . corte mecânico em cana-de-açúcar não queimada – 40,00 t/hora.máquina.

Na maior parte dos canaviais do Estado de São Paulo é utilizado o processo da queima antes do corte.

O rendimento obtido na colheita manual de cana-de-açúcar queimada é cerca de três vezes maior, do que o rendimento do corte manual de cana-de-açúcar não queimada.

BALBO (1996) calculou os custos das diversas modalidades de colheita de cana-de-açúcar e os resultados estão contidos na TABELA 7.

TABELA 7 Custo da colheita de cana-de-açúcar

Tipo de colheita	US\$/tonelada	Índice
. corte manual de cana-de-açúcar queimada	3,94	100
. corte manual de cana-de-açúcar não queimada*	8,40	213
. corte mecânico de cana-de-açúcar queimada	3,08	78
. corte mecânico de cana-de-açúcar não queimada/ caminhão**	3,72	94
. corte mecânico de cana-de-açúcar não queimada/ transbordo***	4,01	102

Nota: Os custos referem-se ao corte, carregamento e transporte, desde o campo até a indústria. Nos cálculos de custos, considerou-se as produtividades das colheitadoras em terrenos sistematizados.

* Considerou-se que o cortador deva ganhar, por dia de trabalho, o mesmo que ganha cortando cana-de-açúcar queimada,

** Sistema a ser adotado a curto prazo, como sistema de transição,

*** Sistema a ser adotado a médio e longo prazos, com o objetivo de evitar a compactação do solo e manter a produtividade nos níveis atuais.

As práticas mais modernas de agricultura, principalmente no tocante à utilização de máquinas para colher cana-de-açúcar sem queima, aliadas às exigências das legislações am-

bientais, cada vez mais restritivas e rígidas com relação à prática de utilização do fogo em folhagens de cana-de-açúcar antes do corte, deverão ocasionar uma drástica redução das queimadas de cana-de-açúcar nos próximos anos.

Uma das conseqüências da redução da área queimada será a dispensa de um enorme contingente de trabalhadores safristas que tiram o seu sustento e o de sua família do difícil trabalho de cortar cana-de-açúcar manualmente.

Apesar desta dissertação não ter como foco principal o estudo de problemas sociais, não se pode deixar de registrar aqui a preocupação com o problema do desemprego em massa na agricultura. Ele pode ocorrer se a mecanização do corte de cana-de-açúcar for implantada sem o devido planejamento.

O quadro político atual do país apresenta taxas crescentes de desemprego e a curto prazo o mercado de trabalho não terá condições de absorver grande contingente de trabalhadores com pouca qualificação profissional.

Uma das maneiras possíveis de reduzir o impacto do desemprego seria a implantação da mecanização de maneira gradual até que o crescimento do país consiga suprir as necessidades de emprego, alocando os trabalhadores desempregados em outras frentes de trabalho.

As áreas mais próximas aos centros urbanos teriam prioridade para implantação do corte sem queima procurando-se, dessa maneira, afastar das cidades, o máximo possível, as fontes de poluição.

As indústrias da cana-de-açúcar que atualmente utilizam máquinas para corte de cana-de-açúcar queimada deveriam, imediatamente, interromper essa prática que, além de poluir o ar, vem colaborando para o aumento do desemprego entre os trabalhadores rurais.

2.6- As queimadas

A implantação de áreas agrícolas e de pecuária através da destruição da vegetação nativa pelo uso do fogo é prática utilizada há muitos anos.

No Brasil, a queimada, usada para “limpar” áreas nativas, é comum desde o nosso descobrimento.

Em artigo publicado no Jornal “O Estado de São Paulo” em 21 de outubro de 1900, o jornalista e escritor Euclides da Cunha escreve:

“É o que nos revela a História.

Foi a princípio um mau ensinamento do aborígene. Na agricultura do selvagem era instrumento preeminente o fogo. Entalhadas as árvores pelos cortantes *digis* de diorito, e encoivarados os ramos, alastravam-lhes por cima as caitaras crepitantes e devastadoras. Inscreviam, depois, em cêrcas de troncos carbonizados a área em cinzas onde fôra a mata vicejante; e cultivavam-na. Renovavam o mesmo processo na estação seguinte, até que, exaurida, aquela mancha de terra fôsse abandonada em *caapuera*, jazendo dali por diante para todo sempre estéril, porque as famílias vegetais, renovadas no terreno calcinado, eram sempre de tipos arbustivos diversos das da selva primitiva.

O selvagem prosseguia abrindo novas roças, novas derribadas, novas queimadas e novos círculos de estragos; novas capoeiras maninhas, vegetando tolhiças, inaptas para reagir contra os elementos, agravando cada vez mais os rigores do próprio clima que as flagelava — e entretecidos de carrascais, afogadas em macegas, espelhando, aqui, o *facies* adoentado da *caatanduva* sinistra, além a braveza convulsiva das *caatingas*.

Veio, depois, o colonizador e copiou o processo. Agravou-o ainda com se aliar ao sertanista ganancioso e bravo, em busca do silvícola e do ouro.

Afogada nos recessos de uma flora que lhe abreviava as vistas e sombreava as tocaias do tapuia, dilacerou-a, golpeando-a de chamas, para desvendar os horizontes e destacar, bem perceptíveis, tufando nos descampados limpos, as montanhas que o norteavam balizando a rota das bandeiras.

Atacaram a terra nas explorações mineiras a céu aberto; esterilizaram-na com o lastro das grupiarias; retalharam-na a pontacos de alvião; degradaram-na com as torrentes revôltas; e deixaram, ao cabo, aqui, ali, por tôda a banda, para sempre áridas, avermelhando nos ermos com o vivo colorido da argila revolvida, as catas vazias e tristonhas com o seu aspecto sugestivo de grandes cidades em ruínas...

Ora, tais selvatiquezas atravessaram tôda a nossa história.

Mais violentas no Norte, onde se firmou o regime pastoril nos sertões abusadamente sesmados, e desbravados a fogo — incêndios que duravam meses deramando-se pelas chapadas em fora — ali contribuíram para que se estabelecesse, em grandes tratos, o regime desértico e a fatalidade das sêcas.

O Sul subtraiu-se em parte à faina destruidora, que o próprio govêrno da Metrópole em sucessivas cartas-régias procurou refrear, criando mesmo juízes conservadores das matas que impedissem a devastação.

...”

A preocupação do jornalista aparece nesta análise, evidenciando que no início do século já ocorriam manifestações e denúncias contra a prática de queimadas para a ocupação do solo com a implantação da agricultura

As queimadas continuam sendo utilizadas para limpeza de terrenos destinados a plantio, e os meios de comunicação vêm noticiando que ainda hoje a prática de queimadas na agricultura, seja para ocupar novas áreas, seja para eliminação de restos agrícolas, é um costume arraigado no agricultor brasileiro. Existe uma tendência de que esta conduta se modifique a partir do conhecimento de técnicas de manejo agrícola.

A queimada de uma plantação antes da colheita não é uma técnica usualmente empregada, sendo utilizada apenas para a colheita de cana-de-açúcar.

O emprego da queimada antes da colheita da cana-de-açúcar é um procedimento recente, pois até os anos 70 se evitava queimar cana nas plantações do Estado de São Paulo e outros locais do Brasil. (FERREIRA, 1991, p.1)

A Resolução nº 109/45, artigo 22 do Instituto do Açúcar e do Alcool de 1945 estabelecia que:

“A cana queimada por culpa ou negligência do fornecedor poderá sofrer os seguintes descontos:

- de 10%, se for cortada e posta à disposição da Usina dentro de 24 horas, a partir da queima
- de 20% se a cana for entre 24 e 48 horas após a queima; e
- a Usina não é obrigada a receber a cana depois de 48 horas de queimada.”

(COOPERSUCAR, 1986)

Em 1960, o IAA - Instituto do Açúcar e Alcool, por outra resolução, tornou as ações da Resolução 109/45 mais brandas no que se refere ao recebimento, pelas usinas, de cana-de-açúcar queimada antes do corte.

Após os anos 70, com o incentivo dado às indústrias sucro-alcooleiras pelo Proálcool, as unidades produtoras se tornaram muito grandes, com capacidade para industrializar maiores quantidades de matéria-prima num curto espaço de tempo. Isto fez que a lavoura precisasse adaptar-se às necessidades industriais, buscando-se um sistema mais rápido e ágil de colheita, o que levou à prática generalizada de queimar folhagens de cana-de-açúcar antes do corte.

A utilização do fogo como processo auxiliar da despalha da cana-de-açúcar tem como principal objetivo eliminar folhas secas parcialmente verdes, canas mortas, joçal, ervas daninhas, e tornar mais fácil o trabalho, propiciando maior rendimento ao corte manual ou mecânico (COOPERSUCAR, 1986; FERREIRA, 1991).

Outros fatores podem ser enumerados como vantagens da utilização da queimada:

- menor esforço físico do trabalhador rural
- aumento da produtividade de corte manual
- menor número de acidentes do trabalho
- aumento na densidade de transporte da matéria-prima
- menor desgaste das moendas

A queima da palha da cana-de-açúcar é uma prática utilizada em diversos países. Ela tanto é efetuada antes do corte como após o corte, no corte mecanizado e no corte manual. A TABELA 8 mostra a posição de diversos países referentes a prática de queimada de cana-de-açúcar, em 1987.

TABELA 8 - Resumo queimadas de cana-de-açúcar (1987)

LOCAL	QUEIMA ANTES DO CORTE	QUEIMA APÓS O CORTE	NÃO QUEIMA	CORTE MECANIZADO	CORTE MANUAL
Argentina	X	X	X (25%)	X	X
Austrália	X		X (30%)	X	
Brasil	X			X	X
Barbados			X (100%)		X
Colômbia	X				X
Rep.Dominic.		X	X (85%)		X
Egito			X (90%)		X
Haiti		X		X	
Índia		X		X	
Indonésia		X		X	
Kalimantan	X				X
África do Sul	X		X (25%)		X
Taiwam	X		X (25%)	X	
EUA - Flórida	X			X	
EUA -Hawai	X			X	
EUA-Loisiânia	X			X	
EUA-Texas	X			X	

FONTE: HSPA - Hawaiiin Sugar Planters Association (1987).

Deve ser observado que a área ocupada pela cultura de cana-de-açúcar nos diversos países difere bastante, com relação ao tamanho, assim como topografia, qualidade das terras, tipo de cana-de-açúcar plantada. A destinação final dada ao produto industrializado (se para a fabricação de açúcar, álcool, aguardente, bebidas finas, e outros), também é diferente de país para país.

2.6.1- Técnicas empregadas na queima dos canaviais

A prática de queimar canaviais antes do corte é normalmente realizada ao entardecer, quando a temperatura ambiente é menor, e os ventos, via de regra, são mais fracos e mantêm direção constante. No final do período vespertino e início do período noturno, a umidade do canavial também é menor, fazendo que a ignição e o incêndio ocorram com maior facilidade.

Na manhã seguinte à queimada, os trabalhadores podem iniciar o corte de cana manual, pois já não existe chama ou fogo. Durante a queima, o fogo é intenso mas dura pouco tempo, principalmente se o clima estiver seco e com baixa umidade, o que é característica da época do inverno no interior do Estado de São Paulo.

Os talhões destinados à queimada são previamente escolhidos pelos técnicos agrícolas, em função da maturidade da cultura. As indústrias mantêm equipes especializadas em atear fogo aos canaviais. As equipes são orientadas para observar a direção dos ventos, a localização dos aceiros, e devem interferir em qualquer possibilidade de ocorrência de acidentes, como, por exemplo, quando da proximidade do fogo a matas ou a outras culturas que eventualmente possam ser atingidas. Os foguistas são munidos de lança-chamas a gás para iniciar o fogo.

Normalmente, a queimada é feita em talhões separados por aceiros. O fogo dura cerca de 20 a 30 minutos, dependendo do tamanho do talhão, e se extingue quando toda a palha seca estiver queimada.

As indústrias sucroalcooleiras mantêm brigada de incêndio com caminhão pipa equipado com motobomba e esguicho de alta potência. Essas equipes ficam baseadas em pontos estratégicos em relação à área da plantação de cana-de-açúcar, e, quando ocorre uma queimada em local não previamente programado, elas são acionadas pelo rádio ou por outro sistema de comunicação à distância e se encaminham para o local do incêndio. Algumas indústrias

mantêm funcionários em mirantes, com a função de detectar áreas de queimada e informar equipes de bombeiros.

Apesar de todo o equipamento e de todos os cuidados tomados, costumam ocorrer acidentes que causam sérios prejuízos ambientais, como queimada de matas, com prejuízos econômicos pelo desligamento da rede de energia elétrica e queimada de pastos e de outras culturas, além de incômodos à população pela emissão de fuligem que atinge as cidades.

2.6.2. A quantidade de palha queimada no canavial

Num canavial, além dos colmos industrializáveis existe uma quantidade variável de outros materiais, principalmente folhas verdes, palmito, folhas secas, ervas daninhas, canas mortas, etc. (COOPERSUCAR, 1986).

A quantidade de colmo e do material que não é colmo varia de acordo com diversos fatores, entre eles:

- variedade da cana-de-açúcar
- trato cultural
- condições climáticas
- tipo de solo
- estágio do corte
- idade da cana
- época da safra

As variedades de cana-de-açúcar plantadas no Estado de São Paulo possuem cerca de 20 a 30% de não colmos em relação aos colmos industrializáveis (COOPERSUCAR, 1986).

Segundo RIPOLI et al. (1990) em 1ha de canavial encontram-se 70t de matéria prima e 9,7t de material remanescente da colheita.

Estudando as variedades de cana-de-açúcar NA5679 e SP701143, FURLANI NETO et al. (apud RIPOLI et al., 1990) observaram que a massa vegetal de não colmo foi de aproximadamente 7,5 a 11,9t/hectare.

ZULAUF et al. (1985), estudando os canaviais no interior do Estado de São Paulo, indicaram um valor de 23% de palha e pontas antes da ocorrência da queima. Ocorre que, devido à presença de matéria verde nos canaviais, o fogo não elimina todo o material não colmo.

Conforme FERNANDES & IRVINE (1985) (apud COOPERSUCAR, 1986), estudo realizado em canavial na região de Ribeirão Preto, com cana-de-açúcar da variedade NA56-79, no 4º corte, indicou que, antes da queimada, foram encontradas 103 t/ha de cana total (colmo mais impurezas). Depois da queimada constatou-se que foram eliminadas pelo fogo, cerca de 8 t/ha, e outras 7 t/ha permaneceram sem queimar no canavial, além das 95 t/ha de colmo.

2.6.3. Quantidade de palha queimada no Estado de São Paulo

Conforme dados da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, a área ocupada pela cultura da cana-de-açúcar, no estado, em junho de 1996, era de 2.911.310 hectares.

Parte desta área plantada com cana-de-açúcar não é queimada todos os anos devido aos seguintes fatores:

- Os canaviais necessitam de reformas, isto é, precisam ser replantados, a cada determinada quantidade de safras, dependendo principalmente da qualidade do solo e do trato cultural. A área de reforma de canaviais é da ordem de 16 a 18% da área plantada.

- . Como a cana-de-açúcar é plantada a partir da utilização de colmos, é necessário reservar uma área para cana-muda, na qual o método de corte utilizado é o manual sem queima. Esta área é de cerca de 2 a 3% da área plantada.
- . A indústria fabricante de máquinas colheitadeiras de cana-de-açúcar vem se desenvolvendo rapidamente, e a utilização das máquinas no corte de cana crua ou queimada, na substituição da mão-de-obra, é uma tendência cada vez mais presente nos canaviais. No ano de 1997 cerca de 5 a 6% da cana-de-açúcar plantada no Estado de São Paulo foi cortada com auxílio de colheitadeira mecânica e colhida sem queima.
- . A legislação ambiental estabeleceu áreas de restrição à queima de canaviais, o que obrigou a adoção do corte manual sem queima em diversas áreas. Estima-se que estas áreas de restrição estejam contidas em cerca de 4% dos canaviais.

Considerando-se os fatores mencionados, pode-se estimar que, em cerca de 30% da área plantada no estado, a cana-de-açúcar não é queimada todos os anos. Portanto, do total da área plantada com cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, que era de 2.911.310 hectares, em 873.393 hectares (30 %) a cana-de-açúcar não é queimada todos os anos. Os 70% que são queimados todos os anos correspondem a uma área de 2.037.917 hectares.

Utilizando-se o valor encontrado em pesquisa realizada por FERNANDES e IRVINE (apud COOPERSUCAR, 1986), a quantidade de palha e outros materiais não colmo existentes nos canaviais e que estão secos o suficiente para entrar em combustão é de 8 t/ha, chega-se ao valor de:

$$2.037.917 \text{ ha} \times 8 \text{ t/ha} = 16.303.336 \text{ t}$$

Portanto, são queimadas, durante a safra de cana-de-açúcar, cerca de 16.303.336 toneladas de palha e outros materiais.

Considerando-se que a safra de cana-de-açúcar, via de regra, dura de 180 a 220 dias, com um tempo médio de 200 dias, e considerando-se que a queima possa ocorrer todos os dias (o que de fato não acontece, pois a safra se estende até a primavera e com o início da época das chuvas ocorrem dias em que não há queimadas) tem-se que, em um dia são queimados:

$$16.303.336 \text{ t} \div 200 \text{ dias} = 81.516,68 \text{ t/dia}$$

Calculando-se a quantidade de hectares queimados em um dia:

$$2.037.917 \text{ ha} \div 200 \text{ dias} = 10.189,58 \text{ há/dia.}$$

Nas regiões produtoras de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo, são queimados diariamente, em 10.189,58 hectares cerca de 81.516,68 toneladas de palha.

2.6.4. Poluição do ar provocada pela queimada de cana-de-açúcar

Para fazer um cálculo aproximado da emissão de material particulado e de monóxido de carbono na atmosfera, oriundos das queimadas que ocorrem no estado, foram utilizados os fatores de emissão da U. S. Environmental Protection Agency constantes do Compilation of Air Pollutant Emission Factors, fourth edition, set. 1985, Vol I :

material particulado – fator de emissão - 2,5 – 3,5 kg/t

monóxido de carbono – fator de emissão – 30,0 – 41,0 kg/t

Considerando-se que no estado se queimam por dia cerca de 81.516,68 t de palha de cana-de-açúcar e utilizando-se os valores máximos fornecidos para os fatores de emissão, tem-se :

Emissão de material particulado por dia:

$$81.516,68 \text{ t} \times 3,5 \text{ kg/t} = 285.308,38 \text{ kg} = 285 \text{ t}$$

Emissão de monóxido de carbono por dia:

$$81.516,68 \text{ t} \times 41 \text{ kg/t} = 3.342.183,88 \text{ kg} = 3.342 \text{ t}$$

Para que se possa avaliar a dimensão dos valores acima encontrados será feita uma comparação com os encontrados na região metropolitana de São Paulo para os parâmetros acima citados e constantes do Relatório Anual de Qualidade do Ar 1996 – da CETESB .para estimativa da emissão veicular.

Emissão de material particulado por dia – 62 t

Emissão de monóxido de carbono por dia – 4293 t

Na análise destes dados encontrados deve ser levado em conta que a frota de veículos da região metropolitana de São Paulo é de cerca de 5.058.178 de veículos, distribuídos conforme TABELA 9, e que a área desta região é de cerca de 7.000 km² ocupando 2,82% da área total do Estado de São Paulo.. As queimadas ocorrem no interior do estado, em diversos municípios, em uma área de cerca de 20.379 km², que representa aproximadamente 8,22% da área do Estado.

TABELA 9 – Frota metropolitana de veículo

Ciclo	Combustível - Tipo	Capital	Demais municípios da RMSP
Otto	Álcool	1.237.479	221.031
	Gasolina	2.690.480	555.878
	TOTAL	3.927.959	776.909
Diesel	Caminhões	151.096	54.804
	Caminhonetas	70.718	15.955
	Ônibus	11.000	11.200
	Micro Ônibus	34.688	3.849
	TOTAL	267.502	85.808
	TOTAL GERAL	4.195.461	862.717

FONTE: Por um transporte sustentável – Documento de discussão pública
Secretaria do Meio Ambiente (1997)

Por outro lado, a utilização de álcool hidratado e da mistura da gasolina com 22% de álcool como combustível em motores de veículos tem trazido benefícios para o meio ambiente e para a saúde da população, principalmente da residente nos grandes centros urbanos. (CETESB, 1997)

Um dos grandes benefícios que a utilização desses combustíveis trouxe foi a diminuição da emissão de compostos de chumbo para a atmosfera, em decorrência da substituição de antidetonante à base de chumbo pelo álcool misturado à gasolina. (CETESB, 1997)

A qualidade do ar dos grandes centros e de outras cidades foi beneficiada com a utilização de tais combustíveis nos motores dos veículos.

No interior do Estado de São Paulo, nas regiões onde a cana-de-açúcar é plantada, colhida e industrializada, mesmo com a utilização destes combustíveis nos veículos a melhoria da qualidade do ar não pode ser constatada, pois os problemas causados pela emissão de poluentes na atmosfera em decorrência das queimadas de cana-de-açúcar em canaviais foram intensificados com os incentivos do governo para produção do álcool. Estas localidades tiveram um aumento da área plantada com cana-de-açúcar, e daí um aumento da área queimada e conseqüentemente um aumento da emissão de poluentes na atmosfera.

Considerando os aspectos mencionados, o presente estudo pretende discutir, baseado em análises do ar atmosférico realizadas em cidades da região onde há grandes lavouras de cana-de-açúcar, alterações na qualidade do ar em decorrência das queimadas da palha de cana-de-açúcar.

3- OBJETIVOS

Este trabalho tem como objetivo fazer um estudo comparativo entre dados obtidos em pesquisas de qualidade do ar realizadas na cidade de Araraquara, no ano de 1997 e os dados, os parâmetros, e os índices estabelecidos pela legislação ambiental vigente no país

Procura-se estabelecer uma relação dos dados de qualidade do ar em Araraquara com as queimadas que ocorrem na região durante o período da safra de cana-de-açúcar.

Através da utilização de uma metodologia de coleta qualitativa de material particulado (placas adesivas) será feita uma comparação visual entre os dados obtidos no trabalho realizado com as placas adesivas durante a safra canavieira 1986 e o realizado na safra de 1997. As análises destes dados terão como base a legislação ambiental .

4- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A prática de queimar cana-de-açúcar antes do corte representa, sem dúvida, uma modalidade de poluição do ar. Ocorre que, dependendo das condições atmosféricas, da umidade do ar e da direção dos ventos, os produtos da combustão atingem os centros urbanos trazendo muitos transtornos à população que reside nas cidades próximas às regiões canavieiras. Esta poluição do ar atinge a todos os moradores das cidades, indistintamente, inclusive os responsáveis pelas queimadas, os proprietários de canaviais e os trabalhadores volantes que moram nas cidades e trabalham cortando cana-de-açúcar nos canaviais.

As conseqüências, para a vida da população residente nas cidades, das queimadas de cana-de-açúcar são bastante conhecidas e vão desde sérios incômodos causados pela presença do material particulado (carvãozinho) nas casas, no comércio, na indústria, até a alteração da qualidade do ar respirado, devido a emissão de outros poluentes

Estudos que vêm sendo realizados indicam que as principais conseqüências negativas da queimada de palha de cana-de-açúcar para o meio ambiente e para a qualidade de vida da população são:

- a. o material particulado (carvãozinho) que é lançado sobre as cidades suja as residências, lojas comerciais, ruas, indústrias, etc;
- b. há um aumento no consumo de água de abastecimento público, para que se possa promover com maior freqüência a limpeza de ruas, domicílios, indústrias, lojas comerciais, etc;

- c. ocorre aumento no número de acidentes nas rodovias em função da falta de visibilidade originada pela fumaça que avança sobre as vias;
- d. aparecem problemas respiratórios possivelmente provocados pela emissão de poluentes durante a queima, notadamente em crianças e idosos;
- e. as queimadas próximas às linhas de transmissão de energia podem provocar a interrupção no fornecimento de energia elétrica, tanto nas propriedades rurais como nas cidades;
- f. há desperdício de energia ;
- g. ocorre eliminação de animais silvestres, pássaros, etc;
- h. a queima provoca a emissão de gases prejudiciais ao meio ambiente e à saúde;
- i. há destruição das palhas, que não se incorporam ao solo;
- j. a queima destrói insetos que são elementos naturais no combate à broca da cana-de-açúcar.

a. - A questão do material particulado

Os habitantes de cidades localizadas nas proximidades dos canaviais já sabem que o início da safra de cana-de-açúcar coincide com o início de uma série de transtornos causados pela presença do material particulado (carvãozinho) oriundo das queimadas de cana-de-açúcar, que, dependendo da ação e direção dos ventos, atinge as cidades, sujando residências, casas de comércio, indústria e a própria cidade.

Em 1986, a CETESB desenvolveu em Araraquara (SP) um programa de trabalho denominado “Diretrizes Ambientais para o Disciplinamento das Atividades da Agroindústria Canavieira no Estado de São Paulo” e subprojeto de “Educação Ambiental e Participação Comunitária em Município de Produção Canavieira: Araraquara”, que tinha como objetivo o equacionamento conjunto dos problemas ambientais causados pelo funcionamento da agroin-

dústria canavieira. Tal programa envolveu todos os segmentos da sociedade: população urbana, ONGs, trabalhadores rurais, sindicatos, universidades, etc.

Depois do início dos trabalhos em Araraquara verificou-se que as informações sobre a interferência do material particulado da queimada de cana-de-açúcar na qualidade de vida da população eram uma citação constante da imprensa local e que entidades ambientalistas exigiam soluções para o problema, porém a população pouco se manifestava a respeito do problema. Para verificar como a população percebia a questão do “carvãozinho” foi realizado um amplo levantamento comunitário na cidade.

O levantamento comunitário foi realizado em maio de 1986, antes do início da safra de cana-de-açúcar na região, em diversos bairros da cidade, abrangendo universo de 160 entrevistados. As principais constatações estão apresentados nas TABELAS 10,11,12 e 13 :

TABELA 10 - Frequência com que se sente o carvãozinho na safra

Frequência	Nº de entrevistas	
	Nº	%
Todo dia	27	16,9
O dia inteiro	44	27,5
Um período do dia	20	12,5
Quase todo o dia	3	1,9
Outros	34	21,2
Não respondeu	32	20,0
Total	160	100,0

FONTE: CETESB-1986 - Educação ambiental e participação comunitária em município de produção canavieira - estudo de caso - Araraquara.

TABELA 11 - Relação entre o número de entrevistados e a questão “Carvãozinho causa algum Incômodo?”

Carvãozinho causa Algum incômodo?	Entrevistados	
	Número	Porcentagem (%)
Sim	121	75,6
Não	39	24,4
Total	160	100,0

FONTE: CETESB-1986 - Educação ambiental e participação comunitária em município de produção canaveira - estudo de caso - Araraquara.

TABELA 12 -Tipos de incômodos causados pelo Carvãozinho

Sexo	INCÔMODOS													
	Suja a casa		Suja a roupa		Saúde		Irritação Na vista		Suja a cidade		Suja a piscina		Outros	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Homem	33	28,7	24	25,3	3	13,0	2	22,2	2	40,0	1	100	7	31,8
Mulher	82	71,3	71	74,7	20	87,0	7	77,8	3	60,0	-	-	15	68,2
Total	115	100	95	100	23	100	9	100	5	100	1	100	22	100

FONTE: CETESB-1986 - Educação ambiental e participação comunitária em município de produção canaveira - estudo de caso - Araraquara.

TABELA 13 - Relação entre a Variável Sexo e a questão “Carvãozinho causa algum incômodo?”

Sexo	Carvãozinho causa Incômodo?				Total	
	Sim		Não		Nº	%
Homem	33	20,6	14	8,8	47	29,4
Mulher	88	55,0	25	15,6	113	70,6
Total	121	75,6	39	24,4	160	100,0

FONTE: CETESB-1986 - Educação ambiental e participação comunitária em município de produção canaveira - estudo de caso - Araraquara.

Analisando-se os dados constantes nas TABELAS 10, 11,12 e 13, observa-se que os maiores incômodos causados pelo “carvãozinho” referem-se à incidência do material particulado em áreas internas e externas das residências e sobre as roupas. Outra questão levantada diz respeito aos danos causados à saúde, que afetam, principalmente, o sistema respiratório:

alergia, bronquite alérgica, irritação nasal, irritação da garganta, problemas pulmonares, tosse e falta de ar.

Além da emissão do material particulado (carvãozinho) que é facilmente visível a olho nu, já que muitas vezes seu tamanho chega a alguns centímetros, ocorre também a emissão de partículas menores cuja presença é percebida pela população apenas quando se faz uma limpeza, por exemplo, com um pano úmido em uma superfície lisa e uniforme (mesa, carro, móveis, etc) e se constata o acúmulo destas partículas no pano. Essas partículas, apesar de menores que o carvãozinho, também não são inaladas pelo ser humano, pois seu tamanho permite que fiquem retidas no trato respiratório. São emitidos também, particulados finos, chamados de poeiras inaláveis, que têm tamanho menor que 10μ (GALVÃO FILHO, 1990). Os particulados finos são formados principalmente pela combustão incompleta, e, como são leves, podem permanecer suspensas na atmosfera por dias (GALVÃO FILHO, 1990), podendo trazer riscos à saúde.

Levando-se em conta o problema de sujeidade que a cidade apresenta no período da safra de cana-de-açúcar, a CETESB realizou na safra de 1986, medições de partículas na atmosfera utilizando-se de uma rede de amostragem composta de 4 estações com amostradores, que funcionaram de março a novembro (TABELA 14) :

TABELA 14 – Endereço das estações de amostragem e metodologia utilizada

Ponto N°	Endereço	Metodologia
01	Ginásio de Esportes	A
02	Praça da Matriz de São Bento	A,C
03	Centro Educacional Parque CECAP	A
04	Praça da Criança/Teatro de Arena	A,D
05	Av. Espanha n° 313	B

A= Jarro para poeira sedimentável

C= Amostrador tipo OPS/OMS

B= Placa adesiva para poeira sedimentável

D= Amostrador de grandes volumes

FONTE: CETESB (1986) Avaliação da qualidade do ar em Araraquara

Os amostradores e os resultados que foram encontrados em cada um deles estão detalhados a seguir:

a.1. Jarro para Poeira Sedimentável

Este método de coleta de material sedimentável consistiu em expor um jarro durante 30 dias no local de amostragem. Os jarros, de vidro, com 15 cm de diâmetro, foram colocados em um suporte a 4 metros do solo, para evitar a coleta de particulados oriundos da movimentação de veículos, coletando apenas o material particulado sedimentável. O material coletado foi, em geral, maior que 100 μ , e devido ao seu grande tamanho não penetra no sistema respiratório. Devido ao seu poder de sujidade, este material é o alvo das reclamações da população. Passado o tempo de exposição, o jarro com material sedimentado coletado foi levado ao laboratório para análise gravimétrica do material depositado.

Na TABELA 15 estão representados os dados coletados nas quatro jarros utilizados para a pesquisa. Analisando-se os dados da tabela, verifica-se que em duas oportunidades o valor de referência foi ultrapassado.

TABELA 15- Poeira sedimentável total

Estação	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro
01	1,21	1,70	3,23	2,80	3,66	3,27
02	4,52	2,67	4,66	4,68	5,27	5,04
03	0,93	1,96	*	2,58	1,96	3,29
04	0,50	1,25	1,62	5,18	1,98	4,74
Média	1,79	1,90	3,17	3,81	3,22	4,08

Unidade = Ton/Km²/30 dias.

FONTE: CETESB-1996 - Avaliação da qualidade do ar em Araraquara.

a.2. Amostrador de Grandes Volumes

O método utilizado para a coleta de partículas pelo amostrador de grandes volumes consistiu na aspiração do ar através de um filtro de fibra de vidro a uma alta vazão (cerca de 1.5 m³/min), durante 24 horas. As partículas coletadas foram menores que 100 μ e os dados gerados foram utilizados na comparação com os padrões legais, que para este caso, é de 240 μg / m³ (Regulamento da Lei nº 997/76 - Decreto 8468/76). As partículas retidas no filtro foram quantificadas gravimetricamente. As amostragens com este equipamento foram efetuadas diariamente durante dois meses, um antes da safra de cana-de-açúcar e outro durante a safra. A TABELA 16 indica os valores encontrados nas duas campanhas de amostragens. Pode-se observar que os valores encontrados não ultrapassaram os valores estabelecidos pela legislação.

TABELA 16 – Dados coletados no amostrador de grandes volumes

Período	n	1º max	2º max	mg
Antes	28	77	74	39
Durante	30	177	174	86

FONTE: CETESB, (1996) - Avaliação da Qualidade do ar em Araraquara.

n	=	nº de observações
1º max	=	valor máximo observado μg/m ³
2º max	=	2º valor máximo observado μg/m ³
mg	=	média geométrica μg/m ³

a.3. Estação Tipo OPS/OMS

Esta estação é uma unidade de amostragem que faz parte do sistema de avaliação da qualidade do ar do interior das cidades do interior do Estado de São Paulo. O método consiste na aspiração do ar através de um filtro a uma vazão constante (2 litros por segundo) e o mate-

rial retido no filtro foi analisado via refletométrica. As amostragens foram feitas a cada 6 dias por um período de 24 horas. Este amostrador coletou poeiras finas, que podem ser inaladas e penetrar no sistema respiratório. O nível recomendado pela Organização Mundial da Saúde é uma faixa compreendida entre os valores de 100 a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A TABELA 17 apresenta um resumo dos valores encontrados na campanha de coleta de dados e se verifica que o valor máximo recomendado não foi ultrapassado.

TABELA 17 – Dados coletados na estação OPS/OMS

Período	n	1º max	2º max	mg
março a outubro	35	88	55	15

FONTE: CETESB, (1996) - Avaliação da qualidade do ar em Araraquara.

n = nº de observações
 1º max = valor máximo observado $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 2º max = 2º valor máximo observado $\mu\text{g}/\text{m}^3$
 mg = média geométrica $\mu\text{g}/\text{m}^3$

a.4. Placas Adesivas

O uso de placas adesivas não teve como objetivo o fornecimento de valores quantitativos do grau de sujeidade da cidade, mas sim a documentação de como essa sujeidade se manifesta.

Foram expostas várias placas no período da entressafra e outras tantas durante a safra, conforme FIGURA 1, 2, 3, 4, 5.

Observou-se a profunda diferença existente entre as placas expostas na entressafra e as expostas durante a safra.

Foram observados, além de uma quantidade muito grande de material depositado durante a safra, pedaços de cinzas com 6, 8 até 10 cm de comprimento, indicando claramente o incômodo que tal poeira pode causar nas atividades normais da comunidade.

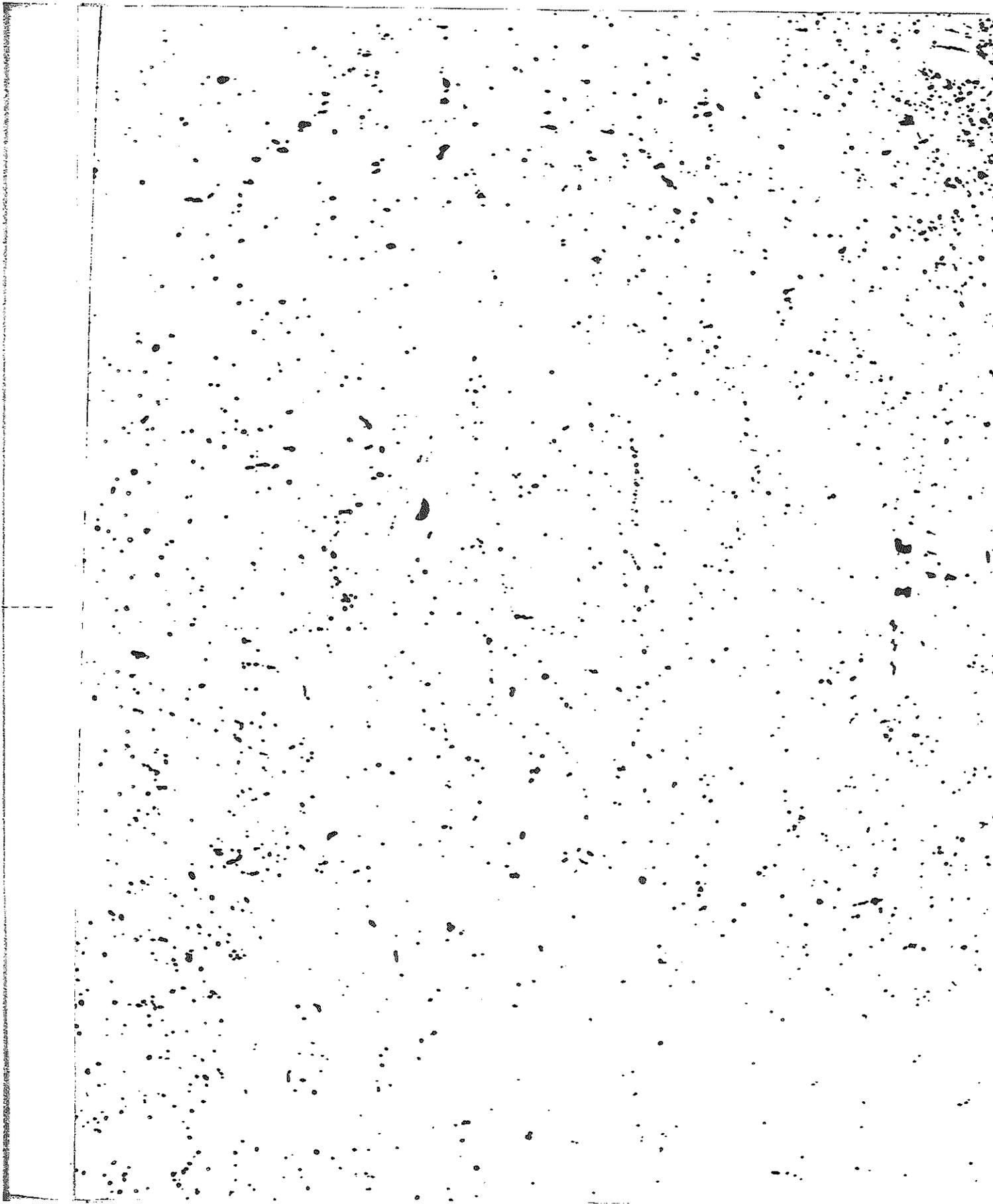


FIGURA 1 - Placa adesiva contendo material particulado - 27 a 29/05/86.

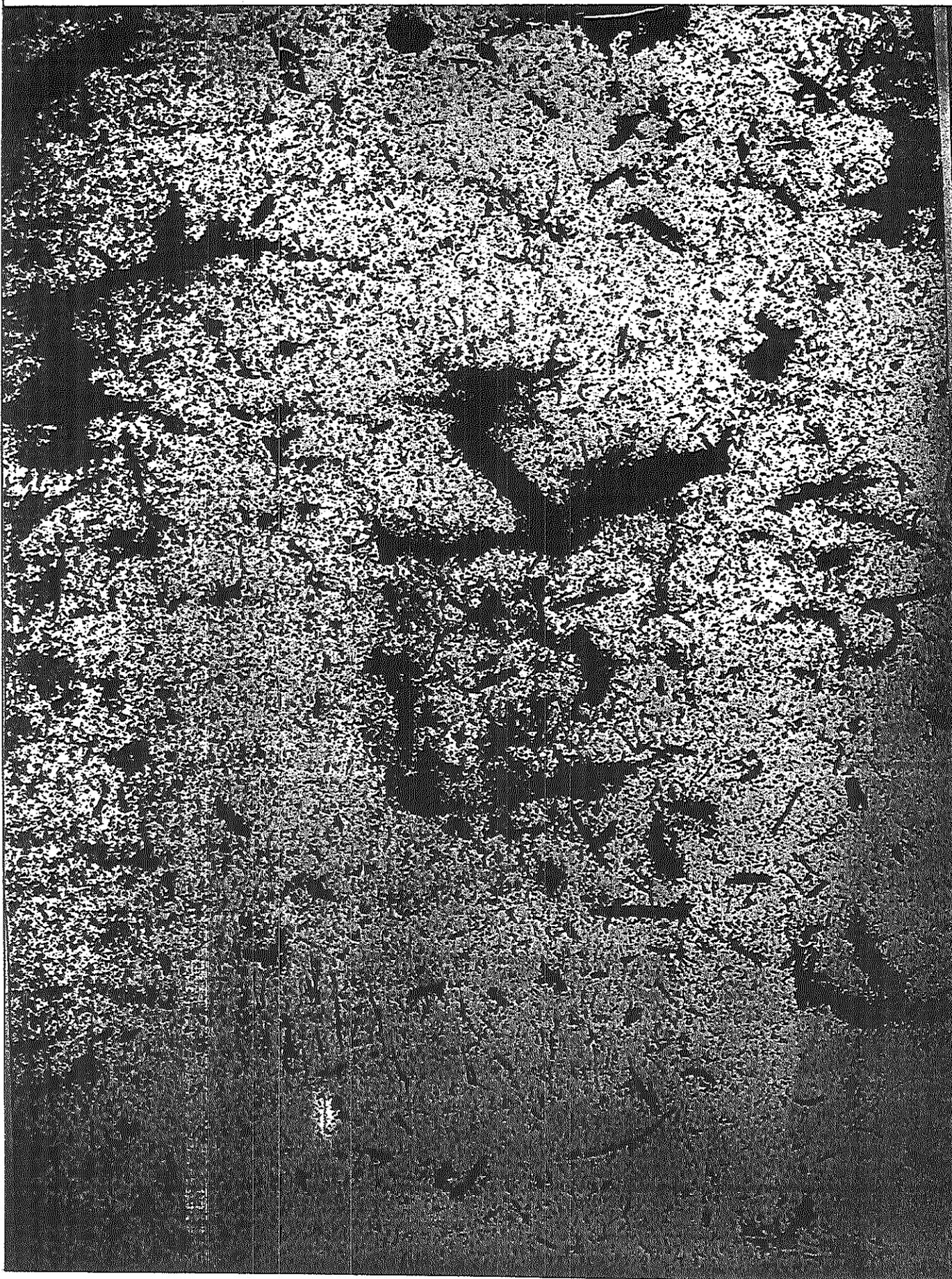


FIGURA 2 - Placa adesiva contendo material particulado - 30/06 a 03/07/86.

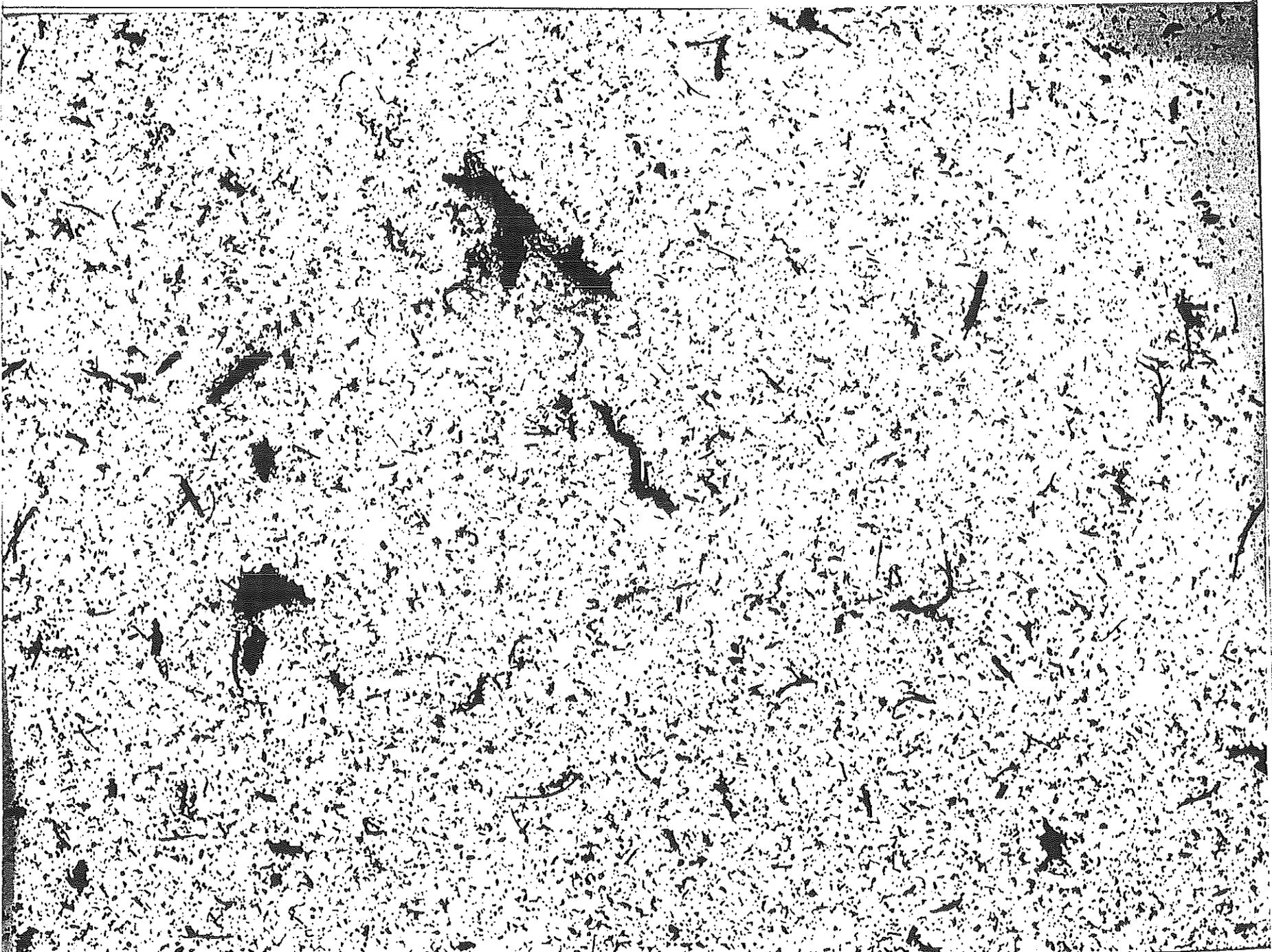


FIGURA 3 - Placa adesiva contendo material particulado - 06/08/86.
Tempo de exposição: 24 horas.

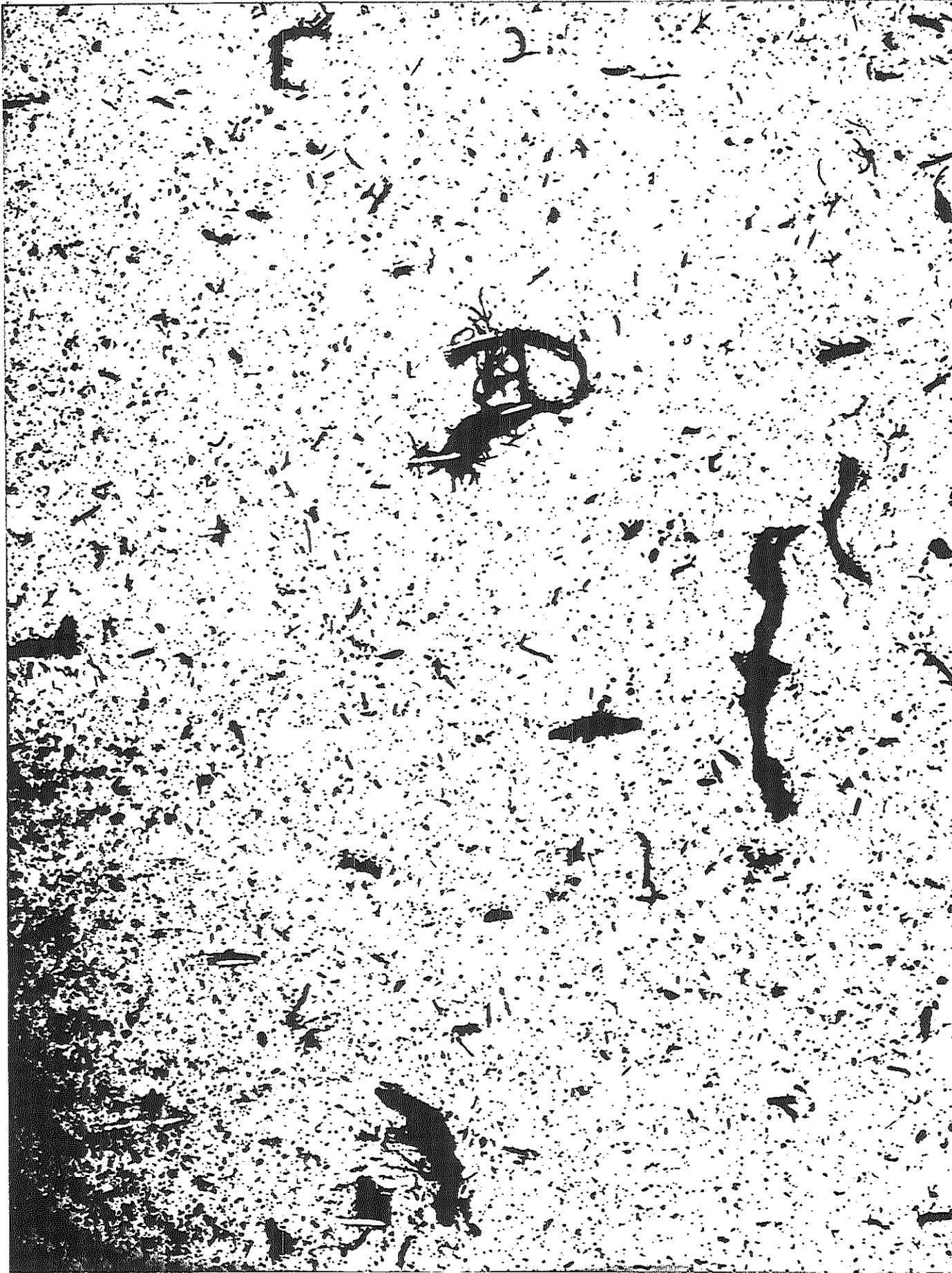


FIGURA 4- Placa adesiva contendo material particulado - 17/07/86.
Tempo de exposição: 24 horas.

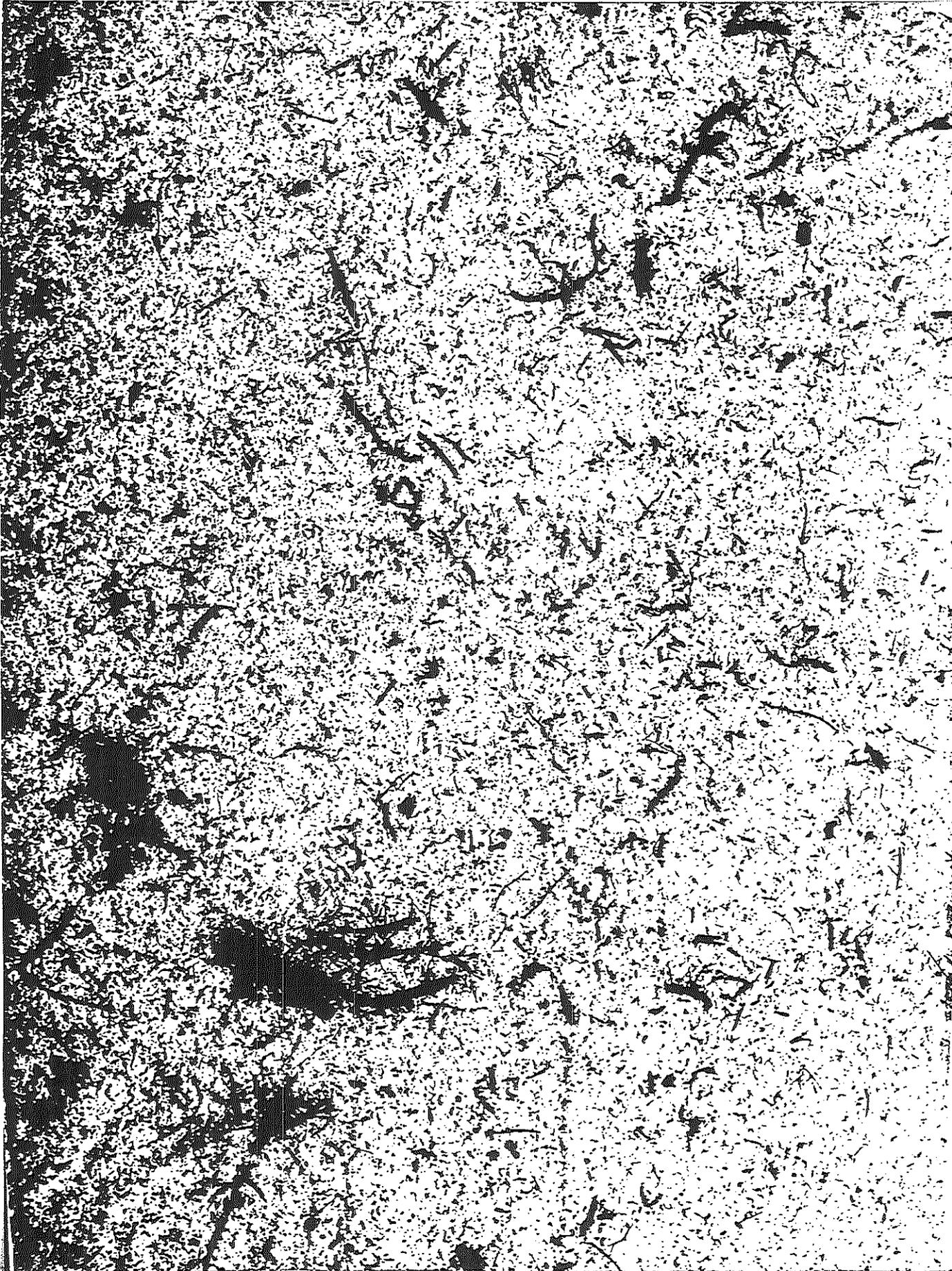


FIGURA 5- Placa adesiva contendo material particulado - 14/10/86.
Tempo de exposição: 24 horas.

b- Consumo de água

A maior parte do período das queimadas de cana-de-açúcar no Estado de São Paulo acontece nos meses de fim de outono, durante todo o inverno e parte da primavera.

Os meses de inverno têm como característica índices pluviométricos muito pequenos e umidade relativa do ar muito baixa. A TABELA 18 mostra os dados de precipitação pluviométrica da região de Araraquara, e indicam quantidade muito pequena chuvas nos meses de inverno.

Devido à falta de chuvas por longos períodos, os reservatórios de água de abastecimento das cidades e os cursos d'água chegam em seu nível mais baixo. Em algumas localidades é necessário fazer o racionamento de água distribuída para que se possa assegurar o mínimo suprimento para a população.

No entanto, dados fornecidos pelo DAAE – Departamento Autônomo de Água e Esgôto de Araraquara, mostram que nesta época do ano em que os consumidores de água deveriam poupar água, acontece um aumento do consumo em relação a outros meses do ano.

Os valores constantes da TABELA 19 indicam a produção de água potável do DAAE, cuja análise permite constatar que ocorre um aumento de produção de água potável, em consequência de uma demanda maior, nos meses de inverno.

Uma das explicações para que ocorra o aumento do consumo de água no período mencionado é um aumento da sujeira na cidade em decorrência de uma maior emissão de material particulado (carvãozinho).

A quantidade de cana-de-açúcar processada nas principais usinas da região está indicada na TABELA 20 e se constata maior produção nos meses de julho agosto e setembro, e conseqüentemente uma maior emissão de poluentes na atmosfera.

TABELA 18 - Precipitação Pluviométrica mm

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total	Médias
1990	269,5	130,0	306,2	83,0	66,0	0,0	0,0	49,0	34,7	137,6	175,5	160,5	1.412,0	117,6
1991	164,5	125,0	384,5	150,0	34,0	17,5	30,5	0,0	54,0	133,5	16,2	274,5	1.384,2	115,3
1992	144,5	160,5	146,6	83,5	160,5	0,0	40,5	54,0	136,5	160,5	74,0	220,5	1.381,6	115,1
1993	252,5	229,0	133,5	232,0	56,5	120,0	9,5	38,0	129,1	55,0	139,0	284,5	1.678,6	139,8
1994	323,0	116,0	154,5	43,0	44,0	53,0	34,0	0,0	0,0	264,2	238,0	242,0	1.511,7	125,9
1995	398,5	527,5	213,5	14,0	36,5	30,5	28,5	0,0	9,5	223,8	72,0	199,0	1.753,3	146,1
1996	276,5	148,0	266,0	63,0	36,3	14,9	0,0	26,0	148,1	173,0	170,5	195,0	1.517,3	126,4

FONTE: Usina Zanin S/A Açúcar e Alcool

TABELA 19 - Água Potável - Quantidade Produzida m³

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Médias
1990	1.896.122	1.694.547	1.846.256	1.859.381	1.892.375	1.906.893	1.891.886	1.862.182	1.917.635	1.937.118	1.862.288	1.880.678	1.870.613
1991	1.825.904	1.667.198	1.770.344	1.717.712	1.857.624	1.816.083	1.898.581	1.954.308	1.798.614	1.885.484	1.824.617	1.810.901	1.818.948
1992	1.827.744	1.739.970	1.884.267	1.689.188	1.761.984	1.843.616	1.858.023	1.864.289	1.772.735	1.916.415	1.881.438	1.931.651	1.830.943
1993	1.781.838	1.797.248	1.877.878	1.981.151	1.779.587	1.915.108	2.010.378	2.034.271	1.779.733	2.199.188	1.958.200	2.016.818	1.927.617
1994	1.705.028	1.924.815	1.970.902	1.892.240	1.884.432	1.799.188	1.805.727	2.333.116	2.078.378	2.169.220	1.973.752	2.080.645	1.968.120
1995	1.919.051	2.081.369	2.070.049	2.226.040	1.952.382	2.187.842	2.244.584	2.723.225	2.201.437	2.250.002	2.226.809	2.351.402	2.202.849
1996	2.083.444	2.233.924	2.419.929	2.237.915	2.223.879	2.456.689	2.443.326	2.221.780	2.232.590	2.241.687	2.396.395	2.309.155	2.291.726

FONTE: DAAE - Departamento Autônomo de Água e Esgoto de Araraquara

TABELA 20 - Quantidade de cana-de-açúcar processada (t)

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1990					325.869,0	711.685,0	949.642,0	978.552,0	915.981,0	879.000,0	620.985,0	150.346,0	5.532.060,0
1991					620.376,0	1.013.602,0	1.030.523,0	977.914,0	906.661,0	863.476,0	213.592,0		5.626.144,0
1992					224.652,0	871.333,0	1.038.528,0	1.050.344,0	868.889,0	873.659,0	515.144,0		5.442.549,0
1993					397.710,0	784.923,0	1.068.128,0	962.330,0	824.256,0	890.188,0	554.753,0		5.482.288,0
1994					551.828,0	940.363,0	972.212,0	982.763,0	882.246,0	469.091,0	70.224,0		4.868.727,0
1995					283.512,0	949.304,0	919.831,0	950.954,0	914.034,0	599.859,0	206.160,0		4.823.654,0
1996					597.556,0	944.305,0	971.723,0	960.145,0	752.818,0	654.568,0	269.221,0	94.882,0	5.245.218,0

Nota: Soma da quantidade de cana-de-açúcar processada em três usinas da região de Araraquara.

TABELA 21 - Comparação entre: água volume total produzido, precipitação pluviométrica e quantidade de cana-de-açúcar processada.

1990	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Água Volume Total Produzido m ³	1896122	1694547	1846256	1859381	1892375	1906893	1891886	1862182	1917635	1937118	1862288	1880678
Precipitação Pluviométrica mm	269,5	130,0	306,2	83,0	66,0	0,0	0,0	49,0	34,7	137,6	175,5	160,5
Quantidade de cana processada t					325.869	711.685	949.642	978.552	915.981	879.000	620.985	150.346
1991	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Água Volume Total Produzido m ³	1825904	1667198	1770344	1717712	1857624	1816083	1898581	1954308	1798614	1885484	1824617	1810901
Precipitação Pluviométrica mm	164,5	125,0	384,5	150,0	34,0	17,5	30,5	0,0	54,0	133,5	16,2	274,5
Quantidade de cana processada t					620.376	1.013.602	1.030.523	977.914	906.661	863.476	213.592	
1992	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Água Volume Total Produzido m ³	1827744	1739970	1884267	1689188	1761984	1843616	1858023	1864289	1772735	1916415	1881438	1931651
Precipitação Pluviométrica mm	144,5	160,5	146,6	83,5	160,5	0,0	40,5	54,0	136,5	160,5	74,0	220,5
Quantidade de cana processada t					224.652	871.333	1.038.528	1.050.344	868.889	873.659	515.144	
1993	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Água Volume Total Produzido m ³	1781838	1797248	1877878	1981151	1779587	1915108	2010378	2034271	1779733	2199188	1958200	2016818
Precipitação Pluviométrica mm	252,5	229,0	133,5	232,0	56,5	120,0	9,5	38,0	129,1	55,0	139,0	284,5
Quantidade de cana processada t					397.710	784.923	1.068.128	962.330	824.256	890.188	554.753	
1994	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Água Volume Total Produzido m ³	1705028	1924815	1970902	1892240	1884432	1799188	1805727	2333116	2078378	2169220	1973752	2080645
Precipitação Pluviométrica mm	323,0	116,0	154,5	43,0	44,0	53,0	34,0	0,0	0,0	264,2	238,0	242,0
Quantidade de cana processada t					551.828	940.363	972.212	982.763	882.246	469.091	70.224	
1995	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Água Volume Total Produzido m ³	1919051	2081369	2070049	2226040	1952382	2187842	2244584	2723225	2201437	2250002	2226809	2351402
Precipitação Pluviométrica mm	398,5	527,5	213,5	14,0	36,5	30,5	28,5	0,0	9,5	223,8	72,0	199,0
Quantidade de cana processada t					283.512	949.304	919.831	950.954	914.034	599.859	206.160	
1996	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maior	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Água Volume Total Produzido m ³	2083444	2233924	2419929	2237915	2223879	2456689	2443326	2221780	2232590	2241687	2396395	2309155
Precipitação Pluviométrica mm	276,5	148,0	266,0	63,0	36,3	14,9	0,0	26,0	148,1	173,0	170,5	195,0
Quantidade de cana processada t					597.556	944.305	971.723	960.145	752.818	654.568	269.221	94.882

Para possibilitar a comparação destes dados foi construída a TABELA 21, na qual estão agrupados os dados de produção de água potável, precipitação, e quantidade de cana-de-açúcar processada nas usinas da região. Quando se analisam os dados da TABELA 21, verifica-se que, numa época de maior produção, e conseqüentemente maior emissão de poluentes, com índice pluviométrico baixo, existe uma produção maior de água.

c- Acidentes em rodovias

Todos os anos a imprensa regional e nacional relata sérios acidentes causados por queimadas próximas às rodovias. A fumaça e a grande quantidade de material particulado emitido durante as queimadas, dependendo da direção dos ventos, podem atingir rodovia e prejudicar a visibilidade dos motoristas, a ponto de causar acidentes, muitas vezes com conseqüências graves.

d- Problemas respiratórios

Os grupos de risco que apresentam mais problemas de saúde, devido a episódios de poluição, são crianças, idosos, pessoas desnutridas, doentes do sistema respiratório e cardiovascular, e gestantes. Esses grupos são particularmente afetados quando ocorre um aumento da concentração de poluentes na atmosfera. (SALDIVA, 1989; MANÇO, 1992).

Pessoas de boa saúde ou dos grupos acima referidos que apresentam problemas do trato respiratório na época das queimadas têm a tendência de associar a doença à presença do “carvãozinho” na cidade.

Embora não se possa comprovar a relação, que existe entre a presença do “carvãozinho” e o aumento de doenças respiratórias, a análise deste problema não é tão simples como parece. As queimadas de cana-de-açúcar ocorrem na época de seca, e deve ser considerada a

possibilidade de que modificações climáticas sejam as responsáveis pelo agravamento de sintomas respiratórios. (MANÇO & SARTI, 1991)

Ainda não se pode provar que a fuligem é um alérgeno que tem importância no desencadeamento ou agravamento de doenças tais como a asma (FRANCO, 1992; MANÇO, 1992). Porém, é sabido e fato comprovado que, quando a concentração de determinados poluentes no ar aumenta, sem que fenômenos meteorológicos auxiliem na sua dispersão, sérios problemas de saúde pública podem acabar ocorrendo. (GALVÃO, FILHO, 1990; ALONSO & MARTINS, 1996; FRANCO, 1992).

Acontecimentos trágicos devidos a altos índices de poluição do ar, com o registro de um grande número de mortes provocadas pelo acúmulo de poluentes na atmosfera, foram associados principalmente a ocorrência de inversões térmicas, ventos fracos, atuação de sistemas de alta pressão e efeitos da topografia.

A TABELA 22 registra essas ocorrências no mundo.

TABELA 22 - Alguns episódios registrados no mundo em decorrência da poluição do ar

Ano	Local	Excesso de Mortes	Tipo	Poluentes
1930	Bélgica Vale Rio Meuse	60	Industrial-Siderurgia H ₂ SO ₄ . Vidro.Zinco	SO ₂ .H ₂ SO+HF
1948	Estados Unidos Donora	20	Industrial-Siderurgia H ₂ SO ₄ . Zinco	SO ₂ .MP
1950	México	22	Industrial- dessulfurização gás Natural	H ₂ S
1952	Inglaterra Londres	4.000	Urbana- Queima de carvão (aquecimento doméstico)	SO ₂ . MP (fumaça)
1962	Inglaterra Londres	700	Urbana- Carvão (aquecimento doméstico)	SO ₂ . MP (fumaça)
1962	Japão-Okasa	60	Urbana	SO ₂ . MP (fumaça)
1962	Estados Unidos Nova York	168	Urbana	SO ₂ . MP (fumaça)

FONTE: ALONSO & MARTINS (1996)

As queimadas de cana-de-açúcar emitem para a atmosfera uma quantidade grande de poluentes, e não há dúvida de que essa emissão colabora bastante para a piora da qualidade do ar do interior do Estado de São Paulo.

Foi realizado um estudo de levantamento de dados junto aos arquivos da Secretaria Municipal da Saúde de Araraquara com relação aos atendimentos ambulatoriais feitos nos diversos Centros de Saúde Municipais referentes a número de inalações efetuados nos anos de 1992 a 1996. O estudo do número de inalações foi feito porque a conduta médica para tratamento de pacientes através da inalação pressupõe pacientes com problemas respiratórios e os resultados encontram-se na TABELA 22.

A TABELA 23 foi montada utilizando-se os dados da TABELA 18 - Precipitação pluviométrica, da TABELA 20 - Quantidade de cana-de-açúcar processada, e da TABELA 22 - Número de inalações.

Fazendo-se uma análise dos dados obtidos na TABELA 23, pode-se observar que, nos meses com menor quantidade de chuva e com maior quantidade de cana-de-açúcar processada (conseqüentemente, maior quantidade de queimadas na região), encontram-se os números mais altos de inalações.

TABELA 23- Número de inalações

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
1992 ⁽¹⁾	3.005,0	2.920,0	4.399,0	4.951,0	5.714,0	5.361,0	4.560,0	5.292,0	4.426,0	4.359,0	5.037,0	4.001,0	54.025,0
1993 ⁽¹⁾	3.673,0	3.507,0	4.220,0	5.659,0	7.268,0	6.822,0	5.273,0	4.376,0	2.689,0	4.253,0	3.413,0	3.215,0	54.368,0
1994 ⁽¹⁾	3.505,0	3.093,0	4.902,0	6.956,0	8.352,0	7.094,0	5.626,0	4.354,0	4.159,0	3.004,0	3.469,0	3.453,0	57.967,0
1995 ⁽²⁾	3.169,0	3.160,0	5.737,0	6.623,0	7.380,0	7.261,0	4.538,0	3.779,0	3.216,0	3.863,0	3.542,0	4.058,0	56.326,0
1996 ⁽³⁾	3.533,0	3.427,0	4.312,0	7.685,0	7.740,0	7.968,0	11.286,0	7.011,0	4.718,0	3.560,0	3.332,0	2.997,0	69.565,0

Nota: Dados fornecidos pela Secretaria Municipal de Saúde da Prefeitura Municipal de Araraquara:

- (1) - Dados referentes ao funcionamento de 10 Centros de Saúde.
- (2) - Dados referentes ao funcionamento de 13 Centros de Saúde.
- (3) - Dados referentes ao funcionamento de 14 Centros de Saúde.

TABELA 24 - Comparação entre número de inalações, precipitação pluviométrica e quantidade de cana processada.

1992	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Número de inalações	3005	2920	4399	4951	5714	5361	4560	5292	4426	4359	5037	4001
Precipitação Pluviométrica mm	144,5	160,5	146,6	83,5	160,5	0,0	40,5	54,0	136,5	160,5	74,0	220,5
Quantidade de cana processada t					224.652	871.333	1.038.528	1.050.344	868.889	873.659	515.144	

1993	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Número de inalações	3673	3507	4220	5659	7268	6822	5273	4376	2689	4253	3413	3215
Precipitação Pluviométrica mm	252,5	229,0	133,5	232,0	56,5	120,0	9,5	38,0	129,1	55,0	139,0	284,5
Quantidade de cana processada t					397.710	784.923	1.068.128	962.330	824.256	890.188	554.753	

1994	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Número de inalações	3505	3093	4902	6956	8352	7094	5626	4354	4159	3004	3469	3453
Precipitação Pluviométrica mm	323,0	116,0	154,5	43,0	44,0	53,0	34,0	0,0	0,0	264,2	238,0	242,0
Quantidade de cana processada t					551.828	940.363	972.212	982.763	882.246	469.091	70.224	

1995	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Número de inalações	3169	3160	5737	6623	7380	7261	4538	3779	3216	3863	3542	4058
Precipitação Pluviométrica mm	398,5	527,5	213,5	14,0	36,5	30,5	28,5	0,0	9,5	223,8	72,0	199,0
Quantidade de cana processada t					283.512	949.304	919.831	950.954	914.034	599.859	206.160	

1996	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Número de inalações	3533	3427	4312	7685	7740	7968	11286	7011	4718	3560	3332	2997
Precipitação Pluviométrica mm	276,5	148,0	266,0	63,0	36,3	14,9	0,0	26,0	148,1	173,0	170,5	195,0
Quantidade de cana processada t					597.556	944.305	971.723	960.145	752.818	654.568	269.221	94.882

e- Interrupção no fornecimento de energia elétrica

Técnicos da CPFL — Companhia Paulista de Força e Luz, elaboraram um Relatório da Campanha de Queimadas - Ano de 1995 e 1996 que indica a frequência de desligamentos por queimadas da rede elétrica, como consta na TABELA 25:

TABELA 25 - Frequência histórica de desligamentos em linha de transmissão da CPFL provocadas por queimadas

Ano	Desligamentos
1984	576
1985	526
1986	354
1987	281
1988	304
1989	183
1990	126
1991	136
1992	52
1993	48
1994	84
1995	31
1996	15

FONTE: Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL

Deve-se levar em conta que nem todos os desligamentos apresentados durante estes anos foram em decorrência de queimadas de palha de cana-de-açúcar em canaviais (CPFL, 1995). Analisando-se os dados constantes da TABELA 25 observa-se que ao longo dos anos, ocorreu uma grande diminuição do número de desligamentos, atribuída a diversos fatores, entre os quais, maior fiscalização dos órgãos controladores da poluição ambiental, trabalho de conscientização junto a lavradores e trabalhadores rurais, e legislação mais rigorosa.

f - Desperdício de energia.

Em estudo preliminar feito em 1985 com dados da safra canavieira de 1984/1985, chegou-se à conclusão de que a queima de cana-de-açúcar em canavial pode estar desperdiçando até $87,72 \times 10^{12}$ Kcal (87.720 Gcal) (ZULAUF et al., 1985)

Neste estudo preliminar, ZULAUF et al (1985) também informavam que, se toda esta energia contida na palha de cana-de-açúcar estivesse sendo utilizada, seria possível suprir toda a necessidade de energia do país durante 63 dias ou economizar com a importação de 342.000 barris petróleo diários, durante 162 dias.

Foram estudadas variedades de cana-de-açúcar de diversas regiões do estado, quando foi calculado o poder calorífico superior (pcs) e inferior (pci), dados que estão transcritos na TABELA 26.

TABELA 26 - Poderes caloríficos superior (pcs) e inferior (pci)

Nº	Região	Usina	Variedade	h (%)	H (%)	Pcs ($\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$)	Pci ($\frac{\text{kcal}}{\text{kg}}$)
1	Bauru	Barra Grande	SP 70-11-43	21,3	5,0	4.315	3.073
2	Piracicaba	Costa Pinto	NA-5679	18,6	3,4	3.979	2.992
3	Araraquara	Santa Cruz	NA-5679	9,1	4,0*	4.181	3.563
4	Rib. Preto	S ^{to} Antonio	SP 70-11-43	8,0	4,0*	4.096	3.534
5	Campinas	S.Francisco	CP-5122	11,3	4,0*	4.098	3.389

* Valores médios h teor de umidade H teor de hidrogênio

FONTE: ZULAUF et al., 1985

MOLINA JUNIOR et. al., 1991 observam que, em um canavial com 70 t/ha de colmos pode-se obter, em termos energéticos:

20.877 Mcal em etanol

31.325 Mcal em bagaço

21.058 Mcal em resíduos da colheita.

Outro estudo informa que, em um canavial com 60 t/há de colmos, é possível obter 67.080 Mcal de energia: (RIPOLI & MOLINA, 1991). (FIGURA 6)

Álcool	4500 l	16.830 Mcal	25,09%
Bagaço	15 t	26.850 Mcal	40,03%
Resíduos	12 t	23.400 Mcal	34,88%

Analisando-se os dados referentes à quantidade de energia contida nos resíduos da colheita de cana-de-açúcar, constata-se um grande desperdício dessa energia renovável, já que a grande maioria dos resíduos da colheita, constituídos de folhas secas, canas mortas, pontei-
ras, etc, são queimados na lavoura, ao ar livre, e toda a energia aí contida é perdida no processo de queima.

g- Morte de animais silvestres e pássaros

A cultura de cana-de-açúcar, mesmo sendo uma monocultura com pequena biodiversidade, é **habitat** de alguns animais e pássaros que são eliminados pela ação do fogo (FERREIRA,1991).

h- A emissão de gases

A composição provável do ar atmosférico é descrita na TABELA 27.

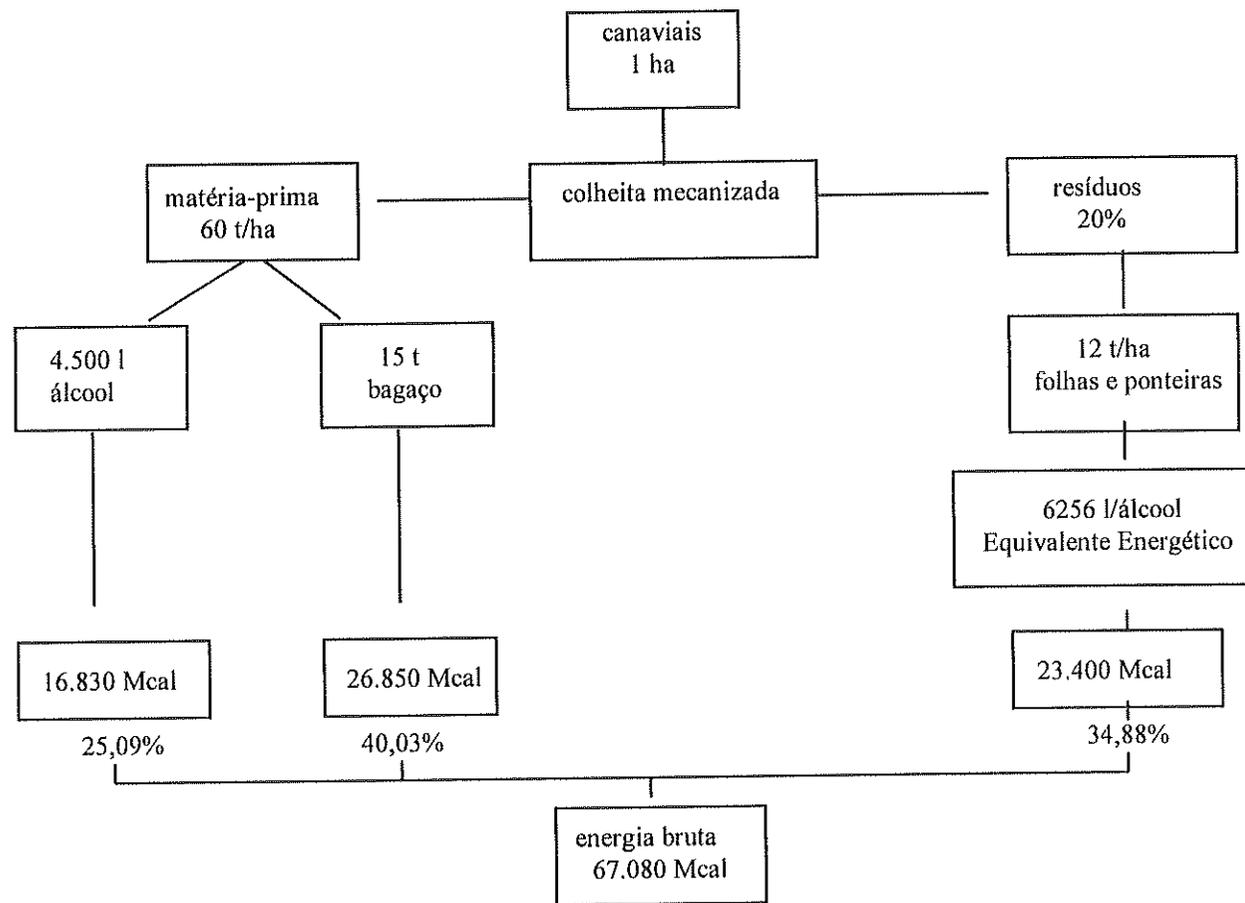


FIGURA 6 - Fluxograma do Potencial energético disponível em 1 ha de cana-de-açúcar sem queima prévia (RIPOLI & MOLINA, 1991)

TABELA 27 – Composição provável do ar atmosférico

Componente	Porcentagem em volume
Nitrogênio	78,110
Oxigênio	20,953
Argônio	0,934
Gás Carbônico	0,033
Neônio	0,001818
Hélio	0,000524
Criptônio	0,000114
Xenônio	0,0000087
Hidrogênio	0,00005
Metano	0,0002
Óxido Nitroso	0,00005

Os principais gases emitidos durante a queima da cana-de-açúcar são:

- Dióxido de carbono - CO₂

Esse gás se acha presente na composição do ar atmosférico, porém sua quantidade em todo o mundo está gradativamente aumentando, devido principalmente à queima de combustíveis fósseis e à queima de florestas não renováveis. (BRANCO, 1991).

Quanto ao CO₂ emitido durante a queima de canaviais, (Branco, 1991, p.64) diz que:

“A grande vantagem do uso de biomassa renovável como combustível, no entanto, está na possibilidade de reciclar o gás carbônico que se desprende na combustão, não permitindo que este se acumule na atmosfera. Durante o crescimento das imensas plantações de cana, gigantescas quantidades de gás carbônico são absorvidas para formar as matérias orgânicas que serão transformadas em combustível. Essas quantidades são, em princípio, exatamente iguais às que se formam na produção e queima do álcool, assim como da queima do bagaço e folhas no campo e nas usinas. Do mesmo modo, a quantidade de gás carbônico consumido no crescimento de uma plantação de eucalipto ou de outra qualquer planta nativa utilizada como combustível é igual a gerada na sua queima”.

• Monóxido de carbono - CO

O monóxido de carbono não é um gás que compõe naturalmente a atmosfera terrestre. Dependendo da quantidade que é inalada, traz graves danos à saúde humana, podendo levar à morte (TOLENTINO et. al, 1995).

Segundo SALDIVA (1989), é um gás que, a temperatura ambiente, é inodoro, incolor e extremamente tóxico, fundamentalmente pela característica que tem de se ligar à hemoglobina e apresentar poucos sinais e sintomas nas fases iniciais de intoxicação.

É gerado nos processos de combustão incompleta de qualquer combustível (GALVÃO FILHO, 1990) e na TABELA 28 estão expostos alguns efeitos que a presença desse gás pode causar na saúde humana.

TABELA 28 - Efeitos dos poluentes atmosféricos sobre a saúde humana - monóxido de carbono

Concentração (ppm)	Efeitos
0,10 (30 minutos)	irritação nos olhos
0,13 (24 horas)	agravamento das doenças respiratórias
0,03 a 0,30 (1 hora)	diminuição da performance física
0,09 (1 hora)	diminuição da capacidade respiratória

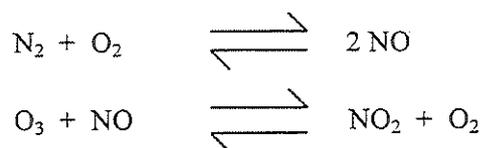
FONTE: GALVÃO FILHO (1990)

Segundo KIRCHHOFF (1988) e MARINHO & KIRCHHOFF (1991), o monóxido de carbono é um dos principais gases que geram o ozônio na baixa atmosfera, através de reações fotoquímicas.

- Óxidos de nitrogênio –

O monóxido de nitrogênio – NO - é produzido naturalmente durante tempestades pela ação de descargas elétricas. A queima de combustível fóssil em motores de explosão é a maior fonte desse gás. As altas temperaturas nas queimadas determinam a reação do oxigênio com o nitrogênio (TOLENTINO et al., 1995).

Segundo SALDIVA (1989), o monóxido de nitrogênio, nas concentrações encontradas na atmosfera, não produz efeitos danosos à saúde humana. A sua importância está relacionada na transformação, através de reações químicas, em dióxido de nitrogênio – NO₂ – conforme abaixo



O dióxido de nitrogênio é um gás irritante do sistema respiratório e pode produzir efeitos danosos em lavouras, principalmente em verduras.

- Oxidantes fotoquímicos

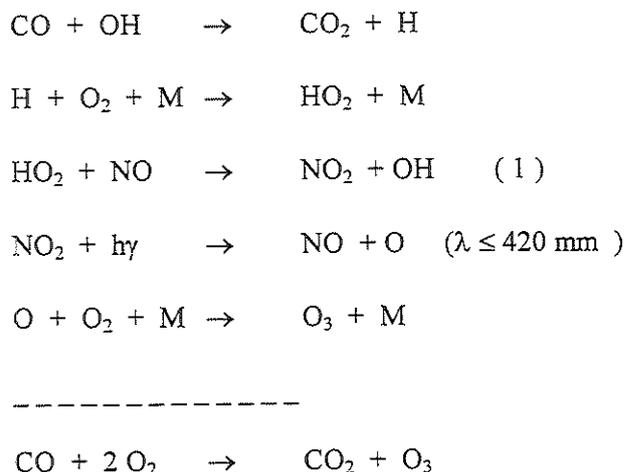
Segundo SALDIVA (1989), os oxidantes fotoquímicos são produtos de oxidação que resultam de uma série de reações fotoquímicas que ocorrem na atmosfera.

Destacam-se entre os oxidantes fotoquímicos os aldeídos, os nitratos de peroxiacila e o ozônio. Devido a maior facilidade de medição, o ozônio é utilizado como indicador geral da presença de oxidantes fotoquímicos na atmosfera (ALONSO & MARTINS, 1996).

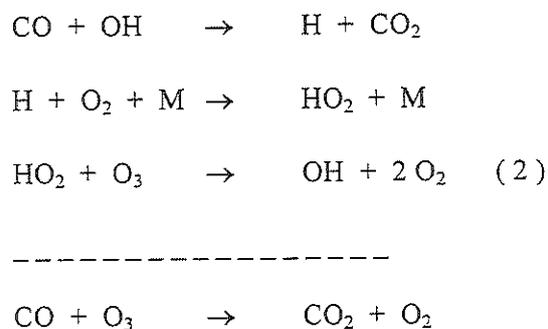
FISHMANN, apud MARINHO & KIRCHHOFF (1991) observou que a principal fonte de ozônio na troposfera é a produção fotoquímica (85 %). O restante (15%) provem da estratosfera.

CRUTZEN, apud MARINHO & KIRCHHOFF (1991), sobre a formação do ozônio, informa que:

“Os principais gases que geram o ozônio, através da oxidação fotoquímica, são o CO, CH₄, e hidrocarbonetos não metânicos (HCNM) na presença dos óxidos de nitrogênio, NO e NO₂. O mecanismo de oxidação para o CO pode ser descrito por uma das duas seqüências de reações abaixo,



Onde se tem como resultado final a produção de ozônio e dióxido de carbono, ou:



Onde se tem a destruição do ozônio.

A primeira série de reações tem maior probabilidade de ocorrer em regiões onde a concentração de NO for maior que 5 a 10 ppbv (CRUTZEN, 1983), ou seja em regiões continentais e principalmente próximo a centros poluidores, como no presente caso em áreas de queimadas. Segundo LOGAN (1985) e SILLMAN et al. (1989), cada molécula de CO pode gerar uma molécula de ozônio segundo a série de reações (1), enquanto que a produção de O₃ pela oxidação do CH₄ pode ser tão grande quanto 3,5 e a produção final de ozônio pelos HCNM maior ainda, podendo ir de 10 a 14 moléculas de ozônio para o butano e o pentano.”

A presença de oxidantes fotoquímicos na troposfera, principalmente o ozônio, são os principais responsáveis pelas irritações nos olhos e garganta que ocorrem em dias de muita poluição. Podem causar redução da capacidade pulmonar, agravamento de doenças respiratórias, irritação nas mucosas e degradação na vegetação, com prejuízos a diversas culturas sensíveis a ele (ALONSO & MARTINS, 1996; TOLENTINO et al 1995).

• Hidrocarbonetos –HC

São compostos orgânicos constituídos de átomos de carbono e nitrogênio com estruturas variáveis, de muito simples até muito complexas. A grande maioria dos hidrocarbonetos é oriunda de processos biológicos (TOLENTINO et al, 1996; SALDIVA, 1989). Podem ser produzidos pelas altas temperaturas reinantes no interior das queimadas.

ZAMPERLINI (1997), estudando a fuligem depositada sobre o solo após a queimada, realizou análises químicas nesse material com objetivo de verificar a presença de Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos – HPAs. Foi identificado uma quantidade muito grande de compostos químicos, entre os quais 40 HPAs. Entre os HPAs encontrados estão os 16 considera-

dos perigos para a saúde humana , na avaliação da EPA – Environmental Protection Agency. O estudo não estabeleceu relação entre as substâncias encontradas e suas possíveis consequências para a saúde do trabalhador e da população em geral.

i. Destruição da palha

Se a folhagem da cana-de-açúcar não fosse consumida pelo fogo, poderia ficar depositada no solo, atuando como cobertura morta, dificultando a germinação de ervas daninhas (FERREIRA, 1991). Isso levaria a um consumo menor de herbicidas, com o ganho ambiental correspondente.

A palha sobre o solo serviria para proteção contra a ação das intempéries como chuvas e ventos, formando uma camada protetora ao início de uma erosão.

j. A queima elimina insetos

O fogo nos canaviais elimina os inimigos naturais da broca da cana — *Diatrea saccharalis*, principalmente a mosca Amazonas e a mosca Cubana, que muitas vezes são criadas nos próprios laboratórios das firmas responsáveis pelos canaviais e são utilizadas para o controle biológico da broca da cana.

5 . METODOLOGIA

Considerando a natureza do problema a ser investigado, optou-se pela condução de um estudo comparativo utilizando-se como parâmetro a legislação ambiental.

Foram utilizadas para a análise placas adesivas obtidas na época da queimada de cana-de-açúcar, em trabalhos realizados pela CETESB nos anos de 1986 e 1997, nas quais foram coletados depósito de material particulado.

Será utilizado, também, um estudo da qualidade do ar de Araraquara em 1997, que permitiu comparações entre os valores encontrados e a legislação ambiental vigente.

Todos os dados levantados foram comparados com a legislação ambiental e analisados segundo a definição dos dispositivos legais referentes às questões de poluição ambiental.

5.1 Placas Adesivas

A utilização de placas adesivas no estudo relativo à emissão de poluentes das queimadas de cana-de-açúcar na pesquisa “Avaliação da Qualidade do Ar em Araraquara”, realizada por equipe da CETESB – Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental, durante o ano de 1986, não teve como objetivo o fornecimento de valores quantitativos do grau de sujidade da cidade, mas sim a documentação de como essa sujidade se manifestava.

Para a confecção das placas adesivas foi utilizado um plástico adesivo tipo “contact”, da cor branca ou transparente, cortados em peças no tamanho aproximado de (20x30) cm², que foram colocados com a parte colante voltada para cima em um recipiente de madeira mu-

nido de borda de cerca de 5 cm de altura para proteção do material particulado que precipitou na placa e não aderiu ao material colante da ação do vento.

Esse recipiente, contendo a placa adesiva, ficou exposto ao ar livre, na Av. Espanha nº 313, região central da cidade de Araraquara, por um determinado período de tempo, quando, utilizando-se um papel celofane transparente, foi feita a fixação final dos materiais particulados retidos na placa adesiva.

Desta maneira foi possível armazenar uma imagem fiel da “chuva” de carvãozinho que ocorria na cidade naquela época.

O mesmo procedimento foi adotado no ano de 1997, com uma pequena modificação em relação ao recipiente coletor; ao invés de se utilizar um recipiente de madeira, foi utilizado um de alumínio, do tipo “forma de bolo”.

Em 1997, o trabalho foi realizado na Rua Castro Alves nº 1271, Bairro do Carmo, em Araraquara.

5.2. Avaliação da qualidade de ar

Para se realizar a avaliação da qualidade do ar da cidade de Araraquara foi utilizado um dos laboratórios volantes da rede telemétrica da CETESB, que ficou estacionado no pátio do DER – Departamento de Estradas de Rodagem, localizado na Rua Castro Alves, nº 1271, no período de 09/1997 a 10/1997.

O local foi escolhido por apresentar boas condições para a coleta de dados, como ausência de prédios altos nas proximidades, apesar de ser uma área totalmente urbanizada e central, dispor de energia elétrica, e ser razoavelmente seguro.

Os parâmetros colhidos pelo laboratório volante são medidos de forma contínua, armazenados e enviados ao laboratório central em São Paulo, de hora em hora, através de um

sistema de fax-modem. Os dados são processados e apresentados em tabelas, horários e diárias.

Para a avaliação da qualidade do ar em Araraquara no período mencionado, foram utilizados os seguintes equipamentos e métodos:

I. Medidor de partículas inaláveis

- a) por atenuação beta, com fonte de Kr-85

Modelo: FH62 I-N

Fabricante: Graseby

As partículas em suspensão na atmosfera são aspiradas através de uma cabeça separadora e coletadas em uma fita de filtro. As partículas beta, atenuadas ao atravessarem o material absorvente, são detectadas por um semi-condutor de silício. A calibração do equipamento é feita com introdução de suporte metálico contendo o filtro.

- b) por Gravimetria - medidor de pequenos volumes (low-volume ambient sampling system)

Modelo: LVS-IV

Fabricante: NEA, INC.

A este amostrador foi adaptado um dispositivo (cabeça de dicotômico) para selecionar partículas com diâmetro aerodinâmico inferior a 10 μm (partículas inaláveis). As amostras foram coletadas em filtros de teflon, para determinação das concentrações de poeira, e em filtros de quartzo, para determinação das concentrações de carbono orgânico e elementar.

c) Método óptico

Paper-tape (spot evaluator)

Modelo: 367-SE

Fabricante: R.A.C. (Research Appliance Co)

Avalia-se a densidade óptica da mancha produzida pelo material particulado que se depositou no papel filtro, por meio da transmissão de luz através da mesma. A unidade de medida, COH (conc. of haze) é proporcional à porcentagem de transmissão e deve ser expressa em relação ao volume de ar que produziu a mancha.

A concentração de poeira, em $\mu\text{g}/\text{m}^3$, também foi calculada a partir da porcentagem de refletância do filtro, medida por um Refletômetro Evans Electroselenium Ltda Smoke Stain.

2. Para medição de dióxido de enxofre foram utilizados:

a) Monitor automático

Marca: Thermo environmental instruments

Modelo: 43B

Monitor com detector de fluorescência pulsante, acoplado a um calibrador multigás com tubo de permeação de SO_2 .

b) Amostradores passivos

O amostrador consiste em um cilindro de 20 mm de comprimento e diâmetro interno igual a 26 mm. Na extremidade aberta do tubo encontra-se um filtro de membrana FH Millipore (tipo Fluoropore), em PTFE, e na extremidade fechada encontra-se um filtro de fibra de vidro, na forma de disco, com 26 mm de diâmetro, impregnado com solução a 3% de carbonato de potássio e 7% de glicerina. Os filtros amostrados e os brancos foram extraídos em solução de peróxido de hidrogênio e os extratos analisados por Cromatografia iônica, utilizan-

do-se cromatógrafo Shimadzu, modelo 10A, equipado com detector de condutividade térmica e coluna Dionex (HPIC - AS3) e com supressora modelo AMMS-II.

3. A concentração de NO foi medida utilizando-se:

monitor automático

marca: Thermo Environmental Instruments

modelo: 42

princípio de funcionamento: Quemiluminescência.

4. Para medir a concentração de CO utilizou-se:

monitor automático

marca: Thermo Environmental Instruments

modelo: 48

princípio de funcionamento: infravermelho não dispersivo

5. A concentração de O₃ foi medida através de:

monitor automático

marca: Thermo Environmental Instruments

modelo: 49.003

princípio de funcionamento: fotometria de UV

6. Para o metano e hidrocarbonetos não metano utilizou-se:

monitor automático

marca: Dasibi

modelo: 302

princípio de funcionamento: Cromatografia a gás com detector de ionização de chama.

6 – ANÁLISE DOS RESULTADOS

6.1. As queimadas de cana-de-açúcar e a legislação ambiental

Em diversos dispositivos, a legislação ambiental vigente no país define poluentes e poluição ambiental muito claramente, e, quando se analisam estes preceitos legais, pode-se concluir que a intenção dos legisladores foi de proteger a saúde e o bem estar da população, a flora e a fauna, resguardando-os dos efeitos da poluição (GODOY, 1984).

A definição de poluição ambiental é encontrada no artigo 2º da Lei nº 997 de 31 de maio de 1976, lei esta que dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente no Estado de São Paulo.

Art. 2º - Considera-se poluição do meio-ambiente a presença, o lançamento ou a liberação, nas águas, no ar ou no solo, de toda e qualquer forma de matéria ou energia, com intensidade, em quantidade, de concentração ou com características em desacordo com as que forem estabelecidas em decorrência desta Lei, ou que tornem ou possam tornar as águas, o ar ou solo:

- I. impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde;
- II. inconvenientes ao bem estar público;
- III. danosos aos materiais, à fauna e à flora;
- IV. prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade.

O artigo 3º do Regulamento da Lei nº 997/76 aprovado pelo Decreto nº 8468 de 08 de setembro de 1976, define poluente como:

Art. 3º - Considera-se poluente toda e qualquer forma de matéria ou energia lançada ou liberada nas águas, no ar ou no solo:

- I. com intensidade, em quantidade e de concentração, em desacordo com os padrões de emissão estabelecidos neste Regulamento e normas dele decorrentes;

- II. com características e condições de lançamento ou liberação, em desacordo com os padrões de condicionamento e projeto estabelecidos nas mesmas prescrições;
- III. por fontes de poluição com características de localização e utilização em desacordo com os referidos padrões de condicionamento e projeto;
- IV. com intensidade, em quantidade e de concentração ou com características que, direta ou indiretamente, tornem ou possam tornar ultrapassáveis os padrões de qualidade do Meio-Ambiente estabelecidos neste Regulamento e normas dele decorrentes;
- V. que, independentemente de estarem enquadrados nos incisos anteriores, tornem ou possam tornar as águas, o ar ou o solo impróprios, nocivos ou ofensivos à saúde, inconvenientes ao bem-estar público; danosos aos materiais, à fauna e à flora; prejudiciais à segurança, ao uso e gozo da propriedade, bem como às atividades normais da comunidade.

O artigo 3º, inciso III da Lei no 6938 de 31 de agosto de 1981, lei esta que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente também define poluição como:

Art. 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

- I. meio ambiente: o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas;
- II. degradação da qualidade ambiental: a alteração adversa das características do meio ambiente;
- III. poluição: a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:
 - a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
 - b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
 - c) afetem desfavoravelmente a biota;
 - d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
 - e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.
- IV. poluidor: a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;
- V. recursos ambientais: a atmosfera, as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora.

A Lei Estadual nº 9509 de 20 de março de 1997 também se refere a poluição no artigo 3º, inciso III.

Art. 3º - Para os fins previstos nesta lei, entende-se por:

- I. meio ambiente: o conjunto de condições, leis influência e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas:

- II. degradação da qualidade ambiental: a alteração adversa das características do meio ambiente:
- III. poluição: a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:
 - a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem estar da população:
 - b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas:
 - c) afetem desfavoravelmente a biota:
 - d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente:
 - e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos, e
 - f) afetem desfavoravelmente a qualidade de vida
- IV. poluidor: a pessoa física ou jurídica de direito público ou privado responsável direta ou indiretamente por atividade causadora de degradação ambiental:
- V. recursos ambientais: a atmosfera, as águas interiores, superficiais, subterrâneas, meteóricas, os estuários, o mar territorial, o solo, o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna e a flora:
- VI. espaços territoriais especialmente protegidos: áreas que por força da legislação sofrem restrição de uso, como Unidades de Conservação, Áreas Naturais Tombadas, Áreas de Proteção aos Mananciais e outras previstas na legislação pertinente: e
- VII. Unidades de Conservação: Parques, florestas, Reservas Biológicas, Estações Ecológicas, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Monumentos Naturais, Jardins Botânicos, Jardins Zoológicos, e Hortos Florestais, e outras definidas em legislação específica.

A poluição do ar decorrente das queimadas de canaviais ao ar livre causam uma série de transtornos aos moradores das cidades em decorrência da presença de materiais indesejáveis que modificam as características do meio ambiente. Levando-se em conta alguns poluentes emitidos, pode-se verificar uma série de situações e ocasiões onde a legislação ambiental é transgredida.

Considerada apenas a presença de material particulado (carvãozinho), pode-se afirmar, tendo como base o exposto nos dispositivos legais descritos e vigentes no país, que está ocorrendo poluição do ar, com conseqüente incômodo ao bem estar público. As pessoas atingidas pelo material particulado são obrigadas a conviver com a sujeira das casas, quintais, piscinas e sujeira de roupas estendidas em varais. A necessidade de lavagens constantes de pátios e quintais, que ficam sujos devido à presença do material particulado, ocasiona um maior consumo de água potável, o que constitui um problema grave, já que a época das quei-

madas coincide com a época da seca no Estado de São Paulo. Além disso, aumentaram os custos para pagamento das contas de água e esgotos pela população atingida.

O material particulado também provoca sujeira em prateleira de lojas, atrapalha o funcionamento de oficinas e/ou indústrias que realizam operação de pintura e envernizamento.

Todos os anos, na época da safra de cana, os jornais noticiam a ocorrência de acidentes em rodovias causados pela má visibilidade em decorrência da fumaça e fuligem oriundos de queimadas de palha de cana-de-açúcar que ocorrem ao longo das rodovias.

Em várias comunidades, principalmente nas cidades menores, os canaviais são plantados tão próximos das residências que ficam separados por apenas uma rua. Quando esses canaviais são queimados (intencionalmente, para facilitar o corte, ou criminosamente), a queima prejudica a segurança, o uso e gozo da propriedade além das atividades normais da comunidade.

Outro fato importante que ocorre em decorrência das queimadas e que afeta a atividade normal das pessoas é a interrupção de energia elétrica em decorrência de fogo embaixo das linhas de alta tensão, causando prejuízos a indústrias (fabricação de produtos de plástico, tecelagens, usinagens, etc), a hospitais, e a outros prestadores de serviços.

Devem ser levados em conta os prejuízos à flora e fauna e danos materiais causados pela queima de cana em canaviais. Por diversas vezes acontece de o fogo se tornar incontrolável e atingir e queimar reservas florestais.

Também é comum que a queima descontrolada de canaviais (às vezes até mesmo criminosa) atinja e queime outras culturas vizinhas, cercas, postes, rede elétrica, rede telefônica, etc.

Os problemas causados pela presença do carvãozinho nas residências, relacionados à sujeira que obriga a dona de casa a repetir diversas vezes o mesmo trabalho, causando irritação, nervosismo e cansaço, prejudicando sua saúde, considerando-se saúde, como um estado

de completo bem-estar físico, mental e social e não apenas ausência de doenças ou enfermidades, conforme define a Organização Mundial da Saúde – OMS.

O material particulado, juntamente com a presença de gases na atmosfera, pode provocar o desencadeamento de doenças respiratórias em pessoas mais sensíveis a esses poluentes, principalmente os velhos e as crianças, mesmo que esses gases emitidos estejam atendendo a padrões ambientais estabelecidos.

Desta discussão pode-se constatar que os produtos e materiais emitidos nas queimadas de cana-de-açúcar em canaviais infringem os dispositivos legais em diversos aspectos:

- l. prejudicam a segurança e o bem estar da população, podendo prejudicar também a saúde;
- m. criam condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- n. podem ser danosos à flora e fauna;
- o. afetam as condições estéticas do meio ambiente;
- p. prejudicam a segurança e o uso e gozo da propriedade;
- q. afetam desfavoravelmente a qualidade de vida e as atividades normais da comunidade.

6.2. A incidência de material particulado (carvãozinho) na cidade de Araraquara e a legislação ambiental

A presença de material particulado (carvãozinho) oriundo das queimadas de cana-de-açúcar e lançado sobre as cidades pode ser observado visualmente através da análise das FIGURAS 1,2,3,4,5.

Estas FIGURAS fazem parte do relatório Avaliação da Qualidade do Ar em Araraquara – 1986 elaborado pela CETESB, e são cópia de placas adesivas que foram montadas na Av. Espanha nº 313, na região central da cidade de Araraquara, e ficaram expostas durante

um certo período de tempo, durante a safra de cana-de-açúcar de 1986, captando o material particulado que precipitou da atmosfera sobre o solo, e mostram de maneira objetiva como se manifestava a sujeira causada pelo material particulado. Observou-se a presença de pedaços de cinza com 6, 8, até 10 cm de comprimento, e daí pode-se avaliar o incômodo que este material pode trazer para a vida da população, dificultando o desenvolvimento das atividades normais da comunidade.

Alguns preceitos legais existentes no país e no Estado de São Paulo proibiam textualmente emissão de poluentes na atmosfera, porém não eram aplicados com o rigor necessário, no caso das queimadas de cana-de-açúcar. A emissão de poluentes na atmosfera é proibida na legislação ambiental, como diz o artigo 3º da Lei nº 997/76:

Art. 3º- Fica proibido o lançamento ou liberação de poluentes nas águas, no ar ou no solo.

Parágrafo único - Considera-se poluente toda e qualquer forma de matéria ou energia que, direta ou indiretamente, cause poluição do Meio Ambiente de que trata o artigo anterior.

O artigo 2º do Regulamento da Lei nº 997/76 aprovado pelo Decreto 8468 de 08 de setembro de 1976 também proíbe a poluição atmosférica:

Art. 2º- Fica proibido o lançamento ou a liberação de poluentes nas águas, no ar ou no solo.

A Lei nº 4771 de 15 de setembro de 1965, modificada pela Lei nº 7803 de 28 de julho de 1989, é chamada de Código Florestal, em seu artigo 27 diz que:

Art. 27- É proibido o uso de fogo nas florestas e demais formas de vegetação.

Parágrafo único - Se peculiaridades locais ou regionais justificarem o emprego do fogo em prática agropastoris ou florestais, a permissão será estabelecida em ato do Poder Público, circunscrevendo as áreas e estabelecendo normas de precaução.

O artigo 26 do Regulamento já mencionado estabelece que:

Art. 26 - Fica proibida a queima ao ar livre de resíduos sólidos, líquidos ou de qualquer outro material combustível, exceto mediante autorização prévia da CETESB, para:

- I. treinamento de combate a incêndio
- II. evitar o desenvolvimento de espécies indesejáveis, animais ou vegetais, para proteção à agricultura e à pecuária.

A partir de 1987, foi implementada uma nova política de controle de poluição que tinha como meta a aplicação, com maior rigor, da legislação ambiental existente, numa tentativa de coibir as queimadas e diminuir as emissões de poluentes na atmosfera, nas cidades localizadas em regiões onde se queima cana-de-açúcar.

Este trabalho foi fortalecido e forneceu novos subsídios às ações que vinham sendo desenvolvidas pelo Ministério Público do Estado de São Paulo, por intermédio das Promotorias de Justiça do Meio Ambiente, que nesta época já haviam tomado várias iniciativas no sentido de equacionar e solucionar o problema.

Em 1988 foi promulgado o Decreto n 28.848 de 30 de agosto de 1988, que foi modificado pelo Decreto n 28.895 de 20 de setembro de 1988, e em seu Artigo 1 proibia a queimada de cana-de-açúcar em todo o Estado de São Paulo, e no Parágrafo único deste artigo estabelecia condições para que a queima pudesse ser realizada, conforme segue :

Art. 1 - Ficam suspensos os efeitos da Portaria de 8 de setembro de 1986, do Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais, tornando-se, assim, nos termos do artigo 27, "caput", do Código Florestal (Lei Federal n. 4771, de 15 de setembro de 1965), totalmente proibida qualquer forma de emprego de fogo para fins de limpeza e preparo do solo no Estado de São Paulo, inclusive para o preparo do plantio e para a colheita da cana-de-açúcar.

Parágrafo único. Não incide na proibição do "caput" deste artigo as queimadas destinadas à eliminação dos restos de cultura das lavouras de algodão e as destinadas, exclusivamente, à colheita de cana-de-açúcar, desde que se observem as seguintes medidas e sem prejuízo da observância de todas as normas de proteção ambiental:

- I. notificação da Polícia Florestal e de mananciais mais próxima e aviso aos vizinhos com, pelo menos, 48 (quarenta e oito) horas de antecedência;
- II. execução de aceiros, com largura mínima de 10 (dez) metros isolando as seguintes áreas:
 - a) divisa de propriedade;
 - b) florestas e demais formas de vegetação de preservação permanente;
 - c) faixas de domínio de estradas públicas;
 - d) unidades de conservação ambiental.
- III. execução de aceiros ao longo das linhas de alta tensão na classes de 15; 34,5; 69 e 138 kV, obedecidas as seguintes larguras de faixas:
 - a) 15 kV = 20 metros (10 m de cada lado do eixo da linha)
 - b) 34,5 / 69 / 138 kV = 50 metros (25 m de cada lado do eixo da linha)
 - c) ao redor das subestações de energia elétrica numa faixa de 50 (cinquenta) metros.
- IV. manutenção de turmas de vigilância devidamente equipadas para o controle da propagação do fogo; e
- V. vedação da queima em uma faixa de 1 (um) quilômetro do perímetro urbano das cidades.

Apesar de ter havido muita polêmica quando da aplicação deste dispositivo legal, ele norteou as ações de controle de poluição, e muitos plantadores de cana-de-açúcar passaram a ter um maior cuidado quando iniciavam uma queimada, evitando fazê-la nas áreas citadas e proibidas pelo decreto.

A proibição da queimada de cana-de-açúcar em uma faixa de 1 (um) quilômetro do perímetro urbano das cidades, quando respeitada, teve como consequência uma mudança na característica das partículas que atingiam as cidades, que passaram a ser predominantemente as de tamanho menor.

Em 1997 foi repetido o trabalho com as placas adesivas e pôde-se comprovar claramente a mudança das características do material particulado que atinge a cidade, oriundo das queimadas de canaviais.

Em 1997 as placas adesivas foram colocadas na Rua Castro Alves nº 1271, bairro do Carmo, Araraquara e as cópia destas placas encontram-se nas FIGURAS 7, 8, 9, 10, 11.

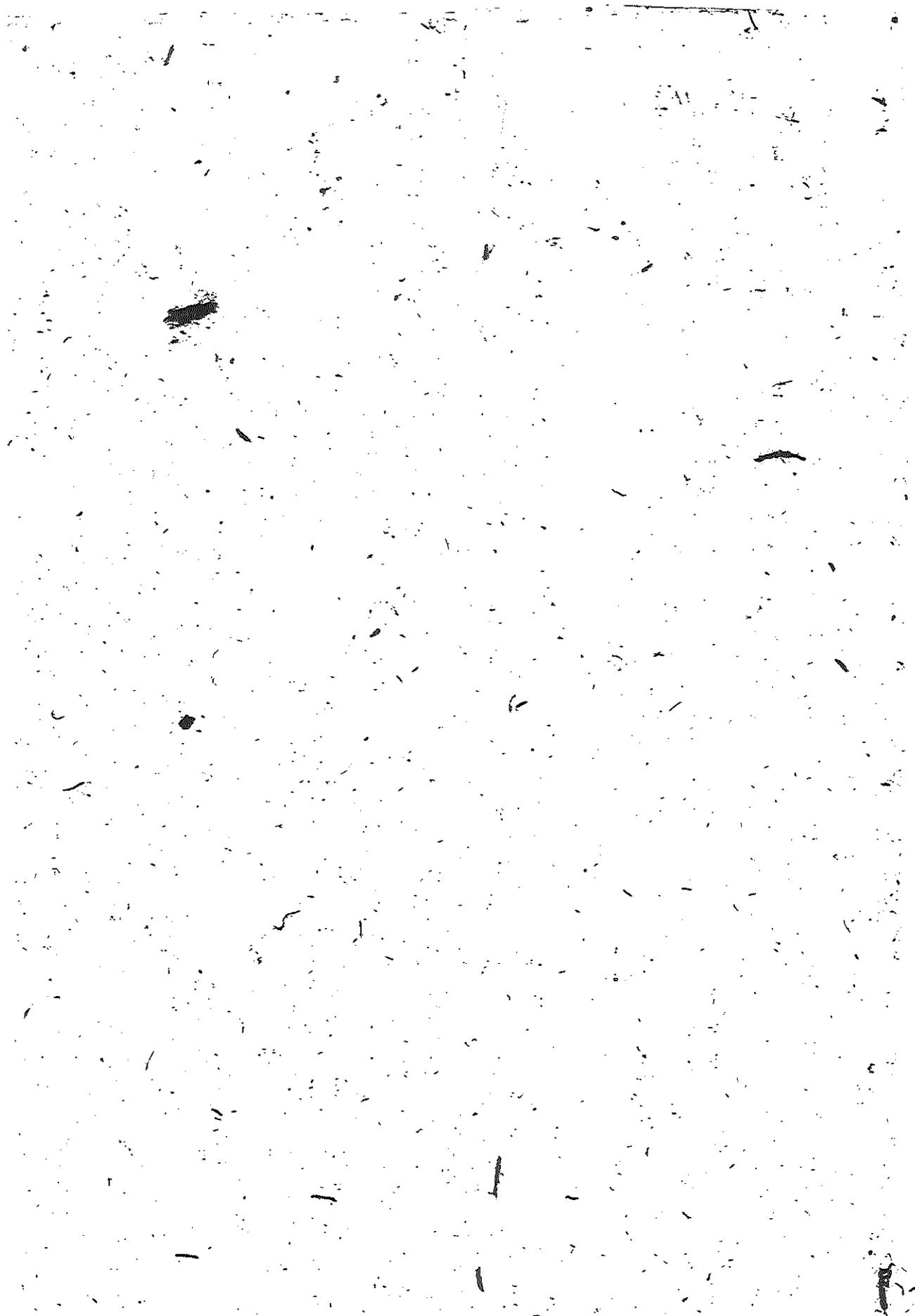


FIGURA 7 - Placa adesiva contendo material particulado - 03/09/97.
Tempo de exposição: 24 horas.



FIGURA 8 - Placa adesiva contendo material particulado - 04/09/97.
Tempo de exposição: 24 horas.

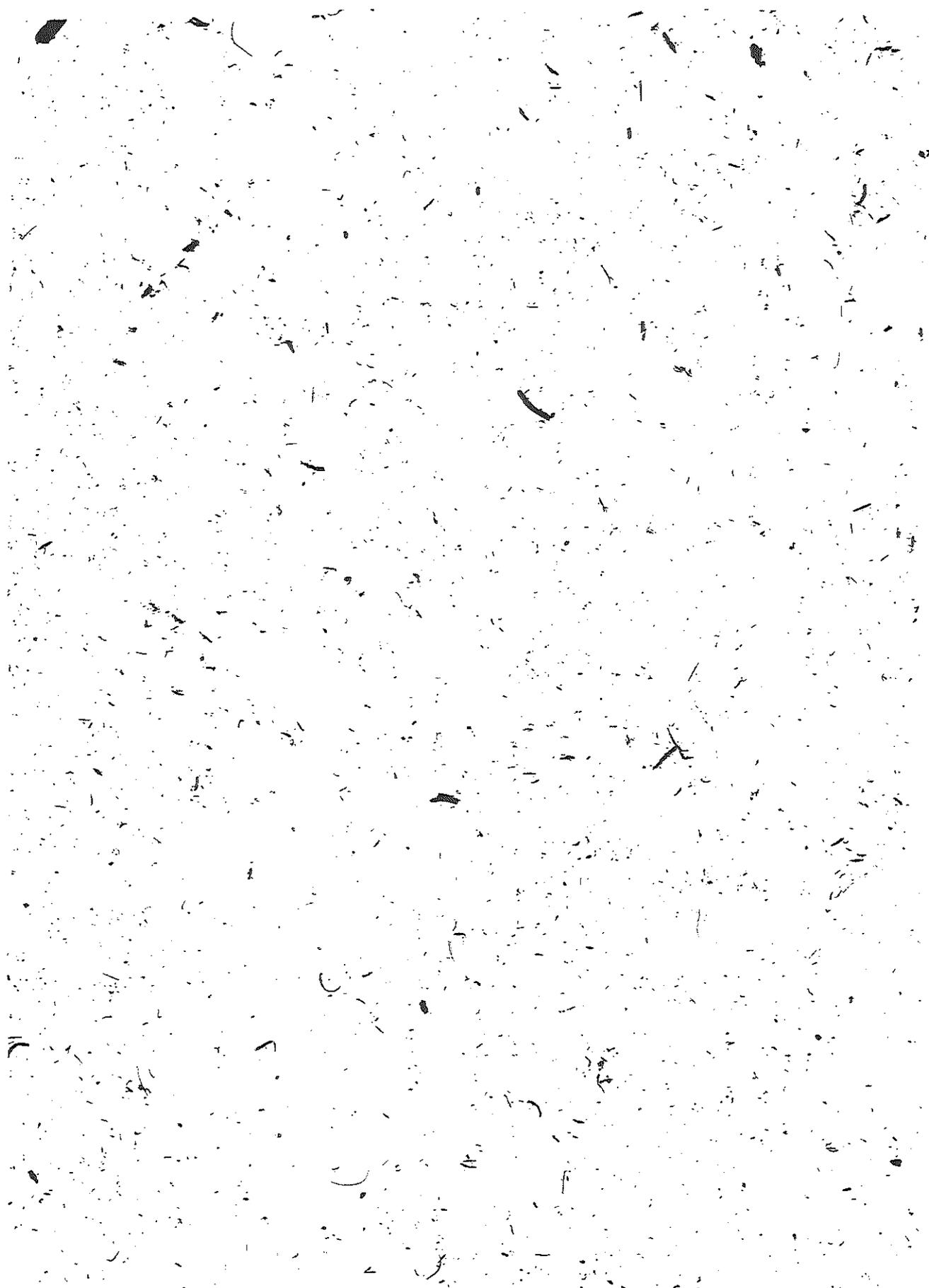


FIGURA 9 - Placa adesiva contendo material particulado - 11/09/97.
Tempo de exposição: 24 horas.

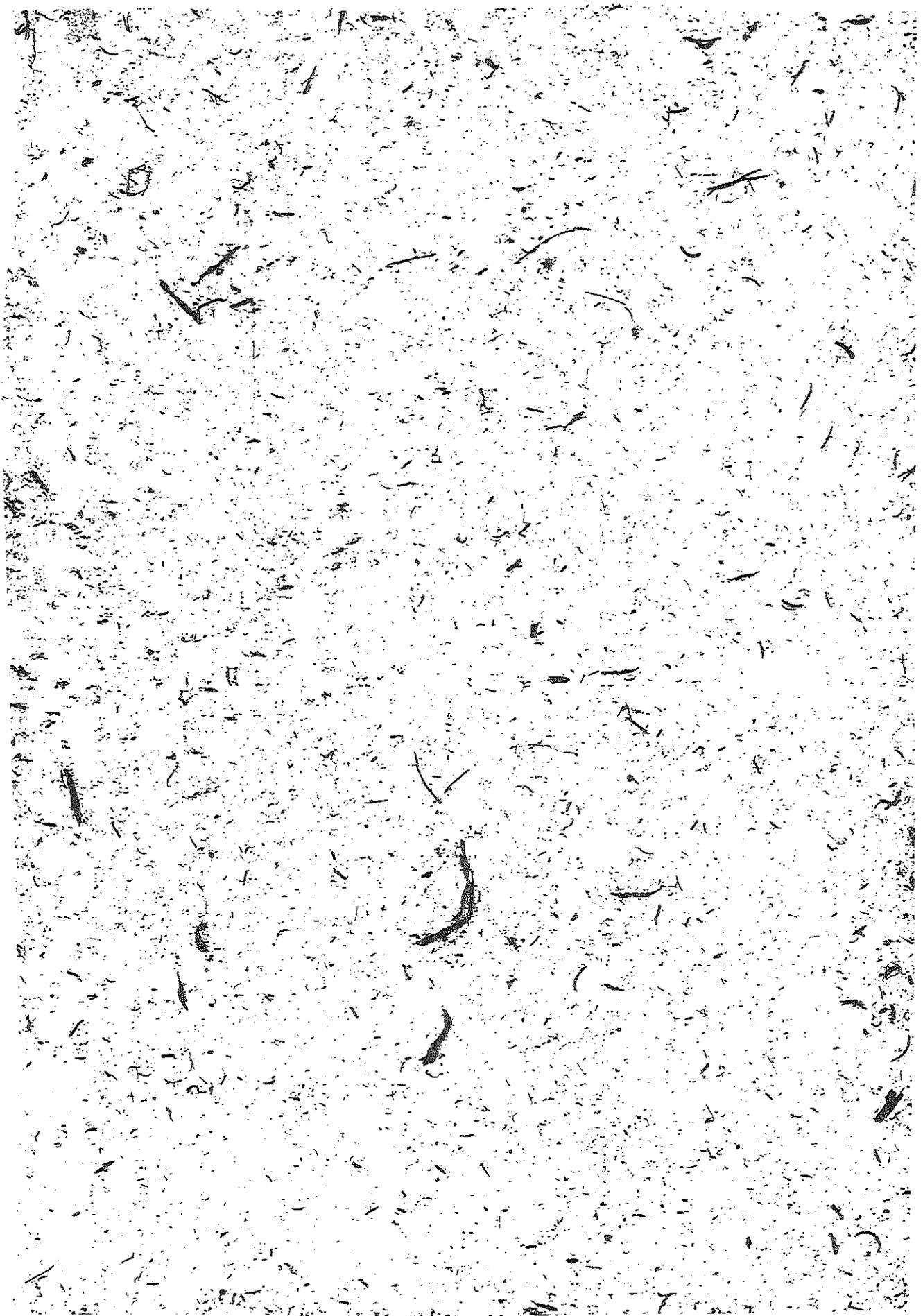


FIGURA 10 - Placa adesiva contendo material particulado - 15 a 19/09/97.



FIGURA 11 - Placa adesiva contendo material particulado - 24/09/97.
Tempo de exposição: 24 horas.

Observando as placas adesivas de 1997 e comparando-as com as placas adesivas de 1986, pode-se concluir visualmente que as primeiras apresentam uma incidência menor de partículas de tamanho grande, o que era de se esperar, já que a proibição de queima a uma distância de 1 (um) quilômetro das cidades criou uma espécie de área de segurança, onde estas partículas maiores acabam sendo depositadas devido ao seu peso maior, livrando as cidades do grande incômodo que elas causavam.

A ocorrência de partículas de tamanho grande não foi eliminada de vez, e, dependendo da direção e intensidade dos ventos, elas ainda continuam atingindo as cidades, porém com menor frequência.

A aplicação de dispositivos legais, a ação enérgica dos responsáveis pelo equacionamento do problema e o cumprimento das leis ambientais por quem planta e colhe cana-de-açúcar, sem dúvida alguma levará na direção da diminuição ou eliminação do problema da presença de material particulado nas cidades.

6.3. Avaliação da qualidade do ar de Araraquara e a legislação ambiental

De 2 de setembro a 20 de outubro de 1997, em plena safra da cana-de-açúcar, foi instalado na Rua Castro Alves nº 1273, em Araraquara, no pátio interno do DER – Departamento de Estradas de Rodagem, uma unidade móvel da rede telemétrica de monitoramento da qualidade do ar, da CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, com o objetivo de avaliar o grau de exposição aos poluentes a que a população da cidade estava sujeita na época das queimadas de cana-de-açúcar.

Essa estação móvel da rede telemétrica está equipada com aparelhos automáticos que avaliam os parâmetros de forma contínua, e os resultados foram enviados diariamente, via

fax-modem, à central da rede telemétrica da CETESB, em São Paulo, onde foram avaliados e processados.

Na TABELA 29 estão listados os poluentes do ar amostrados e os respectivos métodos de medição utilizados.

TABELA 29 - 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

Na TABELA 30 estão constantes os dados diários máximos encontrados durante os trabalhos de amostragem do ar.

TABELA 30 - Dados diários - Araraquara

Partículas Inaláveis		Dióxido de Enxofre		Ozônio		Dióxido de Nitrogênio		Monóxido de Carbono				
Data	Média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Data	Média diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Data	Hora	Máxima diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Data	Hora	Máxima diária ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Data	Hora	Máxima 8 horas (ppm)
02/09/1997	117	02/09/1997	8	02/09/1997	16:00	159	02/09/1997	20:00	129	02/09/1997	24:00	1,2
03/09/1997	82	03/09/1997	1	03/09/1997	14:00	141	03/09/1997	08:00	101	03/09/1997	01:00	1,2
04/09/1997	103	04/09/1997	8	04/09/1997	12:00	154	04/09/1997	21:00	134	04/09/1997	24:00	3,2
05/09/1997	109	05/09/1997	2	05/09/1997	15:00	181	05/09/1997	09:00	83	05/09/1997	02:00	3,3
06/09/1997	59	06/09/1997	2	06/09/1997	15:00	128	06/09/1997	09:00	94	06/09/1997	12:00	1,0
08/09/1997	61	07/09/1997	1	07/09/1997	14:00	116	07/09/1997	22:00	76	07/09/1997	24:00	1,3
09/09/1997	18	09/09/1997	2	08/09/1997	16:00	165	08/09/1997	20:00	134	08/09/1997	24:00	3,3
13/09/1997	30	10/09/1997	7	09/09/1997	14:00	147	09/09/1997	01:00	88	09/09/1997	02:00	3,6
16/09/1997	54	17/09/1997	3	10/09/1997	16:00	151	10/09/1997	07:00	83	10/09/1997	12:00	1,6
17/09/1997	65	18/09/1997	7	16/09/1997	16:00	117	16/09/1997	20:00	75	11/09/1997	03:00	1,5
18/09/1997	65	01/10/1997	13	17/09/1997	17:00	147	17/09/1997	20:00	72	16/09/1997	23:00	0,9
19/09/1997	67	02/10/1997	10	18/09/1997	16:00	144	18/09/1997	08:00	100	17/09/1997	01:00	0,9
21/09/1997	17	03/10/1997	16	23/09/1997	16:00	149	23/09/1997	07:00	68	18/09/1997	11:00	1,0
22/09/1997	45	04/10/1997	5	24/09/1997	14:00	176	24/09/1997	20:00	104	19/09/1997	01:00	0,8
26/09/1997	27	05/10/1997	2	25/09/1997	16:00	106	25/09/1997	21:00	41	23/09/1997	09:00	1,0
27/09/1997	33	06/10/1997	3	26/09/1997	14:00	105	26/09/1997	23:00	42	24/09/1997	24:00	1,2
28/09/1997	42	07/10/1997	8	27/09/1997	16:00	106	27/09/1997	24:00	53	25/09/1997	02:00	1,3
29/09/1997	51	08/10/1997	15	28/09/1997	17:00	139	28/09/1997	21:00	87	26/09/1997	01:00	0,9
30/09/1997	51	09/10/1997	8	29/09/1997	12:00	112	29/09/1997	06:00	49	27/09/1997	24:00	1,0
01/10/1997	46	10/10/1997	11	30/09/1997	14:00	155	30/09/1997	18:00	86	28/09/1997	24:00	1,1
02/10/1997	24	11/10/1997	8	01/10/1997	17:00	115	01/10/1997	19:00	58	29/09/1997	02:00	1,2
03/10/1997	43	12/10/1997	22	02/10/1997	14:00	85	02/10/1997	22:00	54	30/09/1997	24:00	1,3
04/10/1997	49	13/10/1997	13	03/10/1997	16:00	99	03/10/1997	01:00	58	01/10/1997	01:00	1,2
05/10/1997	56	14/10/1997	27	04/10/1997	16:00	139	04/10/1997	19:00	68	02/10/1997	01:00	1,2
06/10/1997	44	15/10/1997	5	05/10/1997	17:00	140	05/10/1997	20:00	26	03/10/1997	05:00	1,0
07/10/1997	38	16/10/1997	5	06/10/1997	13:00	123	06/10/1997	16:00	38	04/10/1997	24:00	1,1
08/10/1997	47	17/10/1997	5	07/10/1997	17:00	136	07/10/1997	19:00	40	05/10/1997	01:00	1,2
09/10/1997	47	18/10/1997	6	08/10/1997	19:00	106	08/10/1997	23:00	64	06/10/1997	13:00	1,1
11/10/1997	61	19/10/1997	2	09/10/1997	16:00	122	09/10/1997	22:00	74	07/10/1997	14:00	1,1
15/10/1997	93	20/10/1997	2	10/10/1997	17:00	123	10/10/1997	22:00	107	08/10/1997	23:00	1,0
16/10/1997	54			11/10/1997	16:00	122	11/10/1997	01:00	93	09/10/1997	24:00	1,5
17/10/1997	31			12/10/1997	14:00	167	12/10/1997	09:00	64	10/10/1997	24:00	2,0
18/10/1997	30			13/10/1997	18:00	147	13/10/1997	20:00	109	11/10/1997	02:00	2,4
19/10/1997	29			14/10/1997	15:00	144	14/10/1997	08:00	88	12/10/1997	05:00	1,1
20/10/1997	29			15/10/1997	17:00	140	15/10/1997	24:00	53	13/10/1997	12:00	1,3
				16/10/1997	16:00	81	16/10/1997	23:00	57	14/10/1997	24:00	1,5
				17/10/1997	17:00	106	17/10/1997	20:00	36	15/10/1997	01:00	1,5
				18/10/1997	16:00	92	18/10/1997	20:00	32	16/10/1997	16:00	1,2
				19/10/1997	15:00	77	19/10/1997	02:00	20	17/10/1997	01:00	0,9
				20/10/1997	12:00	61	20/10/1997	21:00	39	18/10/1997	24:00	0,8
										19/10/1997	24:00	0,8
										20/10/1997	22:00	0,9
										21/10/1997	01:00	0,9
Média	52	Média	8	Média		128	Média		72	Média		1,4
Máxima	117	Máxima	27	Máxima		181	Máxima		134	Máxima		3,6
Mínima	17	Mínima	1	Mínima		61	Mínima		20	Mínima		0,8

Os poluentes medidos pela estação móvel da rede telemétrica são regulamentados na lei brasileira pela Resolução CONAMA nº 3 de 28 de junho de 1990, no artigo 2º, que esclarece os conceitos de padrão primário e secundário de qualidade do ar, e no artigo 3º, que estabelece os padrões de qualidade do ar :

Art . 2º - Para os efeitos desta Resolução ficam estabelecidos os seguintes conceitos:

- I - Padrões Primários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população.
- II - Padrões Secundários de Qualidade do Ar são as concentrações de poluentes abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem-estar da população, assim como o mínimo dano à fauna, à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral.*

Parágrafo Único- Os padrões de qualidade do ar serão o objetivo a ser atingido mediante à estratégia de controle fixada pelos padrões de emissão e deverão orientar a elaboração de Planos Regionais de Controle de Poluição do Ar.

Art. 3o - Ficam estabelecidos os seguintes Padrões de Qualidade do Ar:

I - Partículas Totais em Suspensão

a) Padrão Primário

- 1 - concentração média geométrica anual de 80 (oitenta) microgramas por metro cúbico de ar.
- 2 - concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 240 (duzentos e quarenta) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

b) Padrão Secundário

- 1. concentração média geométrica anual de 60 (sessenta) microgramas por metro cúbico de ar.

* "São estabelecidos dois tipos de padrões de qualidade do ar: os primários e os secundários.

São padrões primários de qualidade do ar as concentrações de poluentes que, ultrapassadas poderão afetar a saúde da população. Podem ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo.

São padrões secundários de qualidade do ar as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e à flora, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Podem ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo.

O objetivo do estabelecimento de padrões secundários é criar uma base para uma política de prevenção da degradação da qualidade do ar. Deve ser aplicado a áreas de preservação (por exemplo: parques nacionais, áreas de proteção ambiental, estâncias turísticas, etc.). Não se aplicam, pelo menos a curto prazo, a áreas de desenvolvimento, onde devem ser aplicados os padrões primários. Como prevê a própria Resolução CONAMA nº 03/90, a aplicação diferenciada de padrões primários e secundários requer que o território nacional seja dividido em classes I, II e III conforme o uso pretendido. A mesma resolução prevê ainda que enquanto não for estabelecida a classificação das áreas os padrões aplicáveis serão os primários." (CETESB (1997)- Relatório anual de qualidade do ar - 1996.

2. concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 150 (cento e cinquenta) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

II - Fumaça

a) Padrão Primário

1. concentração média aritmética anual de 60 (sessenta) microgramas por metro cúbico de ar.
2. concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 150 (cento e cinquenta) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

b) Padrão secundário

1. concentração média aritmética anual de 40 (quarenta) microgramas por metro cúbico de ar.
2. concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 100 (cem) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

III - Partículas Inaláveis

a) Padrão Primário e Secundário

1. concentração média aritmética anual de 50 (cinquenta) microgramas por metro cúbico de ar.
2. concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 150 (cento e cinquenta) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

IV - Dióxido de Enxofre

a) Padrão Primário

1. concentração média aritmética anual de 80 (oitenta) microgramas por metro cúbico de ar.
2. concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 365 (trezentos e sessenta e cinco) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

b) Padrão Secundário

1. concentração média aritmética anual de 40 (quarenta) microgramas por metro cúbico de ar.
2. concentração média de 24 (vinte e quatro) horas de 100 (cem) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

V - Monóxido de Carbono

a) Padrão Primário e Secundário

1. concentração média de 8 (oito) horas de 10.000 (dez mil) microgramas por metro cúbico de ar (9 ppm), que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.
2. concentração média de 1 (uma) hora de 40.000 (quarenta mil) microgramas por metro cúbico de ar (35 ppm), que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

VI- Ozônio

a) Padrão Primário e Secundário

1. concentração média de 1 (uma) hora de 160 (cento e sessenta) microgramas por metro cúbico de ar, que não deve ser excedida mais de uma vez por ano.

VII - Dióxido de Nitrogênio

a) Padrão Primário

1. concentração média aritmética anual de 100 (cem) microgramas por metro cúbico de ar.
2. concentração média de 1 (uma) hora de 320 (trezentos e vinte) microgramas por metro cúbico de ar.

b) Padrão Secundário

1. concentração média aritmética anual de 100 (cem) microgramas por metro cúbico de ar.
2. concentração média de 1 (uma) hora de 190 (cento e noventa) microgramas por metro cúbico de ar.

Os padrões nacionais de qualidade do ar fixados na Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90 são apresentados na TABELA 31.

TABELA 31 - Padrões nacionais de qualidade do ar
(Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90)*

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Padrão Secundário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Método de Medição
partículas totais em suspensão	24 horas ⁽¹⁾	240	150	Amostrador de grandes volumes
	MGA ⁽²⁾	80	60	
dióxido de enxofre	24 horas ⁽¹⁾	365	100	Pararosanilina
	MAA ⁽³⁾	80	40	
monóxido de carbono	1 hora ⁽¹⁾	40.000	40.000	Infravermelho não dispersivo
	8 horas ⁽¹⁾	35 ppm	35 ppm	
		10.000 (9 ppm)	10.000 (9 ppm)	
ozônio	1 hora ⁽¹⁾	160	160	Quimiluminescência
fumaça	24 horas ⁽¹⁾	150	100	Refletância
	MAA ⁽³⁾	60	40	
partículas inaláveis	24 horas ⁽¹⁾	150	150	Separação Inércia/Filtração
	MAA ⁽³⁾	50	50	
dióxido de nitrogênio	1 hora	320	190	Quimiluminescência
	MAA ⁽³⁾	100	100	

⁽¹⁾ Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano.

⁽²⁾ Média geométrica anual.

⁽³⁾ Média aritmética anual.

FONTE: CETESB (1997) - Relatório Anual de Qualidade do Ar - 1996

Além de estabelecer padrões, esta Resolução estabelece também, níveis de qualidade do ar para elaboração de plano de emergência para episódios críticos de poluição do ar como descrito no artigo 6:

Art. 6º - Ficam estabelecidos os Níveis de Qualidade do Ar para elaboração do Plano de Emergência para Episódios Críticos de Poluição do Ar, visando providências dos governos de Estado e dos Municípios, assim como de entidades privadas e comunidade geral, com o objetivo de prevenir grave e iminente risco à saúde da população.

§ 1º - Considera-se Episódio Crítico de Poluição do Ar a presença de altas concentrações de poluentes na atmosfera em curto período de tempo,

* A Legislação Estadual (DE 8468 de 08/09/76) também estabelece padrões de qualidade do ar e critérios para episódios agudos de poluição do ar, mas abrange um número menor de parâmetros. Os parâmetros fumaça, partículas inaláveis e dióxido de nitrogênio não têm padrões e critérios estabelecidos na Legislação Estadual. Os parâmetros comuns às legislações federal e estadual têm os mesmos padrões e critérios, com exceção dos critérios de episódio para ozônio. Neste caso a Legislação Estadual é mais rigorosa para o nível de atenção ($200\mu\text{g}/\text{m}^3$) e menos rigorosa para o nível de emergência ($1.200\mu\text{g}/\text{m}^3$). O nível de alerta é o mesmo ($800\mu\text{g}/\text{m}^3$).

resultante da ocorrência de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos mesmos.

§ 2º - Ficam estabelecidos os Níveis de Atenção, Alerta e Emergência, para a execução do Plano.

§ 3º - Na definição de qualquer dos níveis enumerados poderão ser consideradas concentrações de dióxido de enxofre, partículas totais em suspensão, produto entre partículas totais em suspensão e dióxido de enxofre, monóxido de carbono, ozônio, partículas inaláveis, fumaça, dióxido de nitrogênio, bem como a previsão meteorológica e os fatos e fatores intervenientes previstos e esperados.

§ 4º - As providências a serem tomadas a partir da ocorrência dos Níveis de Atenção e de Alerta tem por objetivo evitar o atingimento do Nível de Emergência.

§ 5º - O Nível de Atenção será declarado quando, prevenido-se a manutenção das emissões, bem como condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes nas 24 (vinte e quatro) horas subseqüentes, for atingida uma ou mais das condições a seguir enumeradas:

- a) concentração de dióxido de enxofre (SO₂), média de 24 (vinte e quatro) horas, de 800 (oitocentos) microgramas por metro cúbico;
- b) concentração de partículas totais em suspensão, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 375 (trezentos e setenta e cinco) microgramas por metro cúbico.
- c) produto, igual a 65×10^3 , entre a concentração de dióxido de Enxofre, (SO₂) e a concentração de partículas totais em suspensão – ambas em microgramas por metro cúbico, média de 24 (vinte e quatro) horas;
- d) concentração de monóxido de carbono (CO), média de 8 (oito) horas, de 17.000 (dezesete mil) microgramas por metro cúbico (15 ppm);
- e) concentração de ozônio, média de 1 (uma) hora, de 400 (quatrocentos) microgramas por metro cúbico;
- f) concentração de partículas inaláveis, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 250 (duzentos e cinqüenta) microgramas por metro cúbico;
- g) concentração de fumaça, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 250 (duzentos e cinqüenta) microgramas por metro cúbico;
- h) concentração de dióxido de nitrogênio (NO₂), média de 1 (uma) hora, de 1.130 (hum mil cento e trinta) microgramas por metro cúbico.

§ 6º - O Nível de Alerta será declarado quando, prevenido-se a manutenção das emissões, bem como condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão de poluentes nas 24 (vinte e quatro) horas subseqüentes, for atingida uma ou mais das condições a seguir enumeradas;

- a) concentração de dióxido de enxofre (SO₂), média de 24 (vinte e quatro) horas, 1.600 (hum mil e seiscentos) microgramas por metro cúbico;
- b) concentração de partículas totais em suspensão, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 625 (seiscentos e vinte e cinco) microgramas por metro cúbico;
- c) produto, igual a 261×10^3 , entre a concentração de dióxido de enxofre (SO₂) e a concentração de partículas totais em suspensão – ambas em microgramas por metro cúbico, média de 24 (vinte e quatro) horas;

- d) concentração de monóxido de carbono (CO), média de 8 (oito) horas, de 34.000 (trinta e quatro mil) microgramas por metro cúbico (30 ppm);
- e) concentração de ozônio, média de 1 (uma) hora, de 800 (oitocentos) microgramas por metro cúbico;
- f) concentração de partículas inaláveis, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 420 (quatrocentos e vinte) microgramas por metro cúbico;
- g) concentração de fumaça média de 24 (vinte e quatro) horas, de 420 (quatrocentos e vinte) microgramas por metro cúbico;
- h) concentração de dióxido de nitrogênio (NO₂), média de 1 (uma) hora de 2.260 (dois mil, duzentos e sessenta) microgramas por metro cúbico.

§ 7º - O Nível de Emergência será declarado quando, prevendo-se a manutenção das emissões, bem como condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes nas 24 (vinte e quatro) horas subsequentes, for atingida uma ou mais das condições a seguir enumeradas:

- a) concentração de dióxido de enxofre (SO₂), média de 24 (vinte e quatro) horas, de 2.100 (dois mil e cem) microgramas por metro cúbico;
- b) concentração de partículas totais em suspensão, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 875 (oitocentos e setenta e cinco) microgramas por metro cúbico;
- c) produto, igual a 393×10^3 , entre a concentração de dióxido de enxofre (SO₂) e a concentração de partículas totais em suspensão – ambas em microgramas por metro cúbico, média de 24 (vinte e quatro) horas;
- d) concentração de monóxido de carbono (CO), média de 8 (oito) horas, de 46.000 (quarenta e seis mil) microgramas por metro cúbico (40 ppm);
- e) concentração de ozônio, média de 1 (uma) hora, de 1.000 (mil) microgramas por metro cúbico;
- f) concentração de partículas inaláveis, média de 24 (vinte e quatro) horas, de 500 (quinhentos) microgramas por metro cúbico;
- g) concentração de fumaça média de 24 (vinte e quatro) horas, de 500 (quinhentos) microgramas por metro cúbico;
- h) concentração de dióxido de nitrogênio (NO₂), média de 1 (uma) hora, de 3.000 (três mil) microgramas por metro cúbico.

A TABELA 32 apresenta resumidamente os critérios para episódios agudos de poluição do ar.

TABELA 32- Critérios para episódios agudos de poluição do ar
(Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90)

Parâmetros	Atenção	Níveis Alerta	Emergência
dióxido de enxofre ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h.	800	1.600	2.100
partículas totais em suspensão (PTS) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h.	375	625	875
SO ₂ PTS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h.	65.000	261.000	393.000
monóxido de carbono (ppm) - 8 h	15	30	40
ozônio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 1 h	400*	800	1.000
partículas inaláveis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24 h.	250	420	500
fumaça ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 24.	250	420	500
dióxido de nitrogênio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) - 1 h	1.130	2.260	3.000

* O nível de atenção é declarado pela CETESB com base na legislação Estadual que é mais restritiva ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

FONTE: CETESB (1997) - Relatório Anual da Qualidade do ar - 1996.

Na TABELA 33 são também apresentados, como exemplo de níveis de referência internacionais, os padrões de qualidade do ar adotados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América e os níveis recomendados pela Organização Mundial da Saúde para os principais poluentes estão contidos na TABELA 34.

**TABELA 33 - Padrões de qualidade do ar adotados pela EPA -
Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos.**

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Método de Medição
dióxido de enxofre	24 horas	365	Pararosanilina
	Média Aritmética Anual	80	
partículas inaláveis	24 horas	150	Separação Inércia/Filtração
	Média Aritmética Anual	50	
monóxido de carbono	1 hora	40.000 (35 ppm)	Infravermelho não dispersivo
	8 horas	10.000 (9 ppm)	
ozônio	1 hora	235 (0,12 ppm)	Quimiluminescência
hidrocarbonetos (menos metano)	3 h. (6h às 9h)	160 (0,24 ppmC)	Cromatografia gasosa/ionização de chama
dióxido de nitrogênio	Média Aritmética Anual	100	Quimiluminescência
chumbo	Média Aritmética Trimestral	1,5	Absorção Atômica

FONTE: CETESB (1997) - Relatório Anual de Qualidade do Ar - 1996.

TABELA 34 - Níveis máximos recomendados pela Organização Mundial da Saúde

Poluentes	Tempo de amostragens		Média Aritmética
	1 h	24 h	Anual
fumaça	-	100 - 150	40 - 60
partículas totais em suspensão	-	150 - 230	60 - 90
dióxido de enxofre	-	100 - 150	40 - 60
ozônio	100 - 200	-	-
dióxido de nitrogênio	190 - 320	-	-

Unidade = $\mu\text{g}/\text{m}^3$

FONTE: CETESB (1997) - Relatório Anual de Qualidade do Ar - 1996.

A TABELA 35 foi elaborada comparando-se os dados medidos diariamente que se encontram na TABELA 32 com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 3/ 90.

TABELA 35 - Máximas concentrações encontradas e ultrapassagens do padrão legal

Poluentes	Valor máximo anotado	Ultrapassagens do padrão legal			
		Número de vezes	Dia	Hora	Valores
PI ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	117	0	0	0	0
SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	27	0	0	0	0
O ₃ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	181	4	05/09	15:00*	181
			08/09	16:00*	165
			24/09	14:00*	176
			12/10	14:00*	167
NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	134	0	0	0	0
CO (ppm)	3,6	0	0	0	0

* horário de verão

Analisando os dados apresentados na TABELA 35, observa-se que o único poluente para o qual o padrão foi ultrapassado foi o O₃

Para os dados encontrados neste estudo da qualidade do ar da cidade de Araraquara foi feito o estudo do Índice de Qualidade do Ar. Conforme consta do Relatório Anual de Qualidade do Ar – 1996 da CETESB (1997):

“Para simplificar o processo de divulgação dos dados é utilizado um índice de qualidade do ar.

O índice de qualidade do ar atualmente em uso na CETESB vem sendo utilizado desde maio de 1981. Este índice foi concebido com base no “*PSI - Pollutant Standards Index*”, cujo desenvolvimento se baseou numa experiência acumulada de vários anos nos Estados Unidos e Canadá. Este índice foi desenvolvido nos Estados Unidos pela EPA a fim de padronizar a divulgação da qualidade do ar pelos meios de comunicação.

A estrutura do índice de qualidade do ar contempla, conforme Resolução CONAMA nº 3 de 28/06/90, os seguintes parâmetros: dióxido de enxofre, partículas totais em suspensão, partículas inaláveis, fumaça, monóxido de carbono, ozônio e dióxido de nitrogênio.

O índice 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 valor 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 é utilizado o índice mais elevado, isto é, a qualidade do ar de uma estação é determinada pelo pior caso.

Depois de calculado o valor do índice, o ar recebe uma qualificação, feita conforme a tabela a seguir:

TABELA 36 - Índice de Qualidade do Ar - CETESB

Índice	Qualidade do ar
0 - 50	Boa
51 - 100	Regular
101 - 199	Inadequada
200 - 299	Má
300 - 399	Péssima
> 400	Crítica

A seguir, na figura 12, são apresentadas as funções lineares segmentadas para cada poluente.

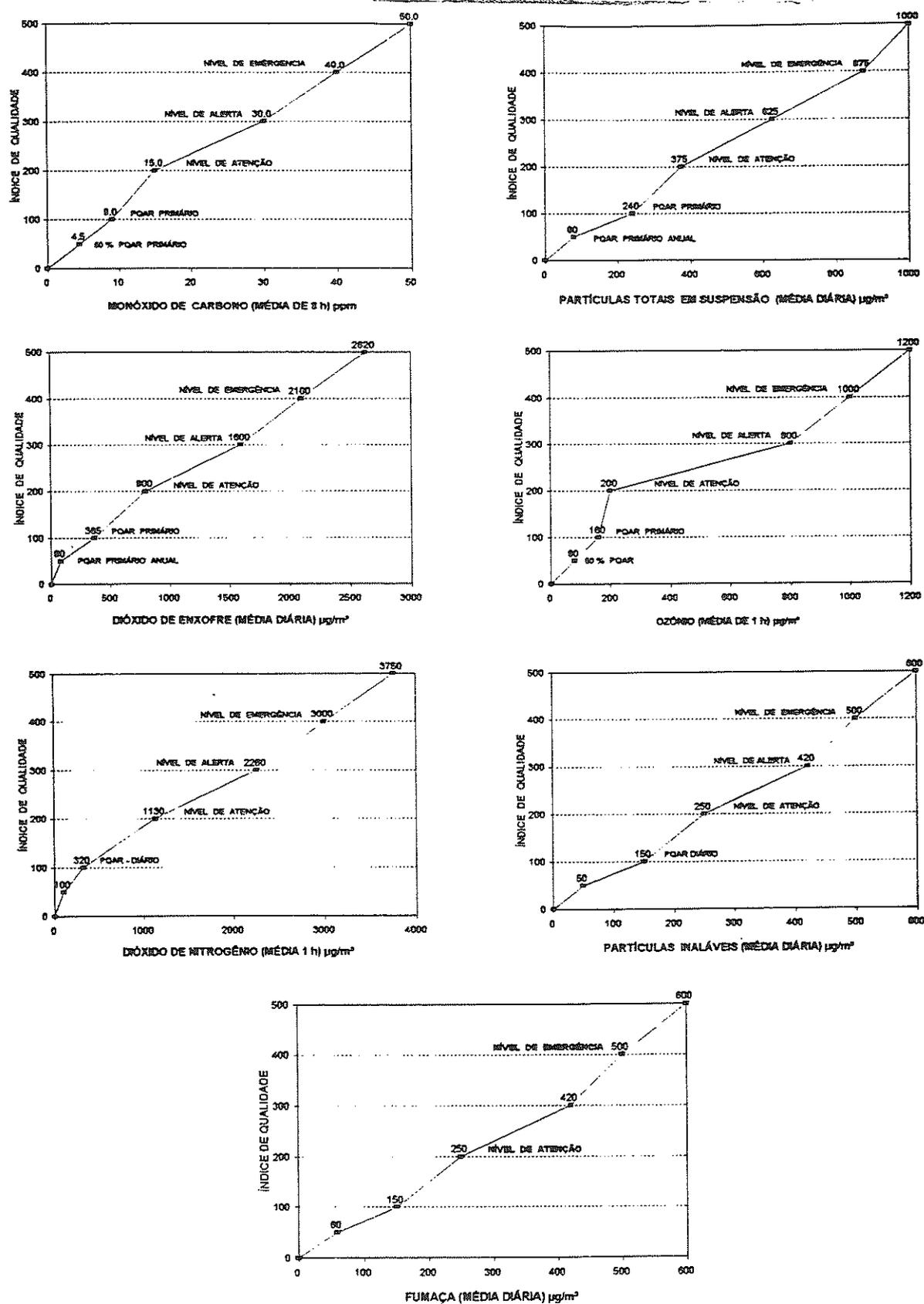


FIGURA 12 - Relação entre concentração do poluente e o valor índice de qualidade.
 FONTE: EPA apud CETESB, 1997.

TABELA 37 - Estrutura do Índice de Qualidade do Ar

Índice	Nível de Qualidade do Ar	Qualificação/Índice	SO ₂ Média 24 h µg/m ³	PTS Média 24 h µg/m ³	Produto Média 24 h µg/m ³	PI Média 24 h µg/m ³	Fumaça Média 24 h µg/m ³	CO Média 8h µg/m ³	O ₃ Média 1h µg/m ³	NO ₂ Média 1h µg/m ³	Descrição dos Efeitos Sobre a Saúde
0		Boa (0 - 50)									
50	50% PQAR	Regular (51 - 100)	80 ^(a)	80 ^(a)		50 ^(a)	60 ^(a)	4,5	80	100 ^(a)	
100	PQAR	Inadequada (101 - 199)	365	240		150	150	9,0	160	320	Leve agravamento de sintomas em pessoas suscetíveis, com sintomas de irritação na população sadia.
200	ATENÇÃO	Má (200-299)	800	375	65.000	250	250	15,0	200	1130	Decréscimo da resistência física, e significativo agravamento dos sintomas em pessoas com enfermidades cardíaco-respiratórias. sintomas gerais na população sadia.
300	ALERTA	Péssima (300 - 399)	1600	625	261.000	420	420	30,0	800	2260	Aparecimento prematuro de certas doenças, além de significativo agravamento de sintomas. Decréscimo da resistência física em pessoas saudáveis.
400	EMERGÊNCIA	Crítica (> 400)	2100	875	393.000	500	500	40,0	1000	3000	Morte prematura de pessoas doentes e pessoas idosas. Pessoas saudáveis podem acusar sintomas adversos que afetam sua atividade normal.
500	CRÍTICO		2620	1000	490.000	600	600	50,0	1200	3750	

SO₂ - dióxido de enxofre

PTS - partículas totais em suspensão

PI - partículas inaláveis

CO - monóxido de carbono

O₃ - ozônio

NO₂ - dióxido de nitrogênio

PQAR - padrão de qualidade do ar

(a) - PQAR anual.

Comparando-se os valores encontrados durante os serviços de avaliação da qualidade do ar de Araraquara constantes da TABELA 32, com os índices de qualidade do ar constantes na TABELA 37, foi montada a TABELA 38.

TABELA 38 - 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 ₃	40	32	80	8	20	0	0
CO (8 horas)	43	43	100	0	0	0	0

Analisando-se os dados da TABELA 38, pode-se constatar que devido à presença de O₃, o índice de qualidade do ar da cidade foi inadequado em 4 (quatro) dias, 10 % dos dias amostrados.

É importante ressaltar que, quanto à presença de O₃ na atmosfera da cidade, o estudo não tem evidências sobre as principais fontes que geraram seus precursores. O ozônio pode ter-se formado a partir de seus precursores emitidos por queimadas de cana-de-açúcar, ou outros fontes de queima de combustível, como fontes veiculares em circulação na cidade, ou também pelo transporte pelo vento de poluentes de outras regiões.

7 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A queima de 81.516,68 t de palha de cana-de-açúcar em 10.189,58 hectares por dia, no interior do Estado de São Paulo, representa uma emissão de poluentes na atmosfera que vem alterando a qualidade do ar nas cidades localizadas em regiões onde se planta cana-de-açúcar.

As queimadas de cana-de-açúcar constituem fonte significativa de emissão de poluentes na atmosfera, e é importante a continuidade dos estudos e pesquisas nesta área.

Como as queimadas ocorrem principalmente em meses de seca e de inverno, os poluentes emitidos são componentes que colaboram na piora da qualidade do ar, pois a presença do carvãozinho, juntamente com outros fatores, tais como umidade baixa, presença de poeiras e temperaturas baixas, traz problemas para a saúde das pessoas, provocando o aparecimento de surtos de doenças do trato respiratório, principalmente em crianças e idosos.

Estudos envolvendo a área ambiental e a área médica, nos quais o objetivo seja a proteção da saúde da população, são especialmente importantes.

Um levantamento realizado nos centros de saúde da cidade de Araraquara com relação ao número de inalações, quando comparado à produtividade de algumas indústrias sucroalcooleiras, ao índice pluviométrico e às estações do ano, indica claramente a necessidade de aprofundamento das pesquisas nesse campo.

Por outro lado, quando se faz a comparação entre o volume de água produzida pelo Departamento de Água e Esgoto de Araraquara e a produtividade de algumas indústrias sucroalcooleiras, o índice pluviométrico e os meses do ano, constata-se um aumento da produção de água no inverno, possivelmente em decorrência da maior utilização da água para limpeza

de casas, quintais, casas comerciais, etc. A continuidade da pesquisa nesta área seria de interesse considerando-se que, teoricamente, no inverno o consumo de água tenderia a diminuir.

O cálculo teórico da emissão de material particulado e de monóxido de carbono das queimadas de cana-de-açúcar indica a presença de uma quantidade muito grande desses poluentes na atmosfera somente em decorrência de queimadas. Mesmo considerando-se a grande área em que essas emissões ocorrem, elas podem piorar a qualidade do ar no interior do Estado.

No estudo realizado em Araraquara, o período de amostragem foi de 49 dias, durante a safra de cana-de-açúcar, e a qualidade do ar da cidade foi considerada inadequada devido à presença de uma quantidade de ozônio acima dos padrões estabelecidos na legislação ambiental. Entretanto, como o período de monitoramento não atingiu toda a safra, não é possível afirmar-se a não ocorrência de outros poluentes acima dos padrões legais durante todo o período em que ocorrem as queimadas.

Os novos dispositivos legais que surgiram nos últimos anos e a aplicação rígida da legislação ambiental por parte dos órgãos de controle ambiental mostraram ser ferramentas valiosas no controle da poluição do ar, reforçadas pela participação do Ministério Público, através das Promotorias de Justiça do Meio Ambiente.

Aspectos observados atualmente na época das queimadas, como a diminuição do número de desligamentos de fornecimento de energia elétrica, a diminuição da incidência de partículas maiores na área urbana, a implantação de aceiros junto a áreas de importância ambiental e a maior conscientização do produtor, do industrial e do próprio trabalhador rural são conquistas importantes em relação a um problema que, durante longo tempo, pouco havia avançado em direção a soluções.

A participação da população através de ONGs, ou de outras associações, tem sido muito importante para o desenvolvimento de ações, visando ao equacionamento do problema das queimadas.

8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, C.D.; MARTINS, M.H.R.B. (1996). Poluição atmosférica em grandes conglomerados urbanos e industriais. São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental-CETESB (Documentos).
- ANDRADE, M.C. (1980). *História econômica e administrativa do Brasil*. São Paulo, Atlas.
- BALBO Jr, L. *Colheita mecanizada de cana crua*. Ribeirão Preto, 1995.
- BALSADI, O.V.; BIRAL, M.A.M.; CARON, D.; SILVA, J.G. (1995). A demanda regional da força de trabalho agrícola no Estado de São Paulo e sua sazonalidade, 1993-94. *Informações Econômicas*, v.25, n.6, Jun.
- BRANCO, S.M. (1991). *Energia e meio ambiente*. São Paulo, Moderna.
- CARVALHO, L.C.C. (1997). Mercado nacional e internacional do açúcar e do álcool. In: 2ª SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA. Piracicaba, 1997. *Anais*, v.1, p.16-28.
- CETESB (1986). Educação ambiental e participação comunitária em município de produção canavieira: estudo de caso - Araraquara. São Paulo.
- CETESB (1986). Avaliação da qualidade do ar em Araraquara. São Paulo.
- CETESB (1993). A cana-de-açúcar e o meio ambiente no Estado de São Paulo. São Paulo.
- CETESB. Legislação federal: controle da poluição ambiental (1994). CETESB. São Paulo.
- CETESB. Legislação estadual: controle da poluição ambiental (1994). CETESB. São Paulo.
- CETESB (1997). Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo. São Paulo. 1996. CETESB.

COMPILATION OF AIR POLLUTANT EMISSION FACTORS (1983). U.S.E.P.A. North Carolina, v.1, set.

X COOPERSUCAR (1986). A utilização da queimada na colheita da cana-de-açúcar. Piracicaba.

COOPERSUCAR (1987). Cada coisa tem uma história. Piracicaba.

CPFL (1995). Relatório da Campanha de Queimadas. Campinas.

CUNHA, E. (1967) *Contrastes e Confrontos*. Pôrto, Lello Brasileira.

FERREIRA, M.E.T. Aspectos agrônômicos da queimada da cana-de-açúcar. /Apresentado no Centro de Estudos Regionais da Universidade de São Paulo, Campus Ribeirão Preto, 1991/

FRANCO, A.R. Aspectos médicos e epidemiológicos da queimada de canaviais na região de Ribeirão Preto. /Apresentado no Centro de Estudos Regionais da USP, Campus de Ribeirão Preto, 1992/

GALVÃO FILHO, J.B. et al. (1990). Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos. Brasília. IPEA/PNUD.

GODOY, M.B. (1984). Queima da cana e legislação. I SIMPÓSIO SOBRE QUEIMA DE PALHA DE CANAVIAIS. CETESB - Campinas.

GOULART, M.P. (1997). Legislação ambiental e queima de cana. In: 2ª SEMANA DE CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA. Piracicaba, 1997. *Anais*, v.1, p.61-66.

HAWAIIAN SUGAR PLANTERS' ASSOCIATION-HSPA (1987). Field burning of sugarcane. Hawaii.

JOLY, A.B. (1993). *Introdução à taxonomia vegetal*. São Paulo, Companhia Editora Nacional.

X KIRCHHOFF, V.W.J.H. (1988). Geoquímica da média e baixa atmosfera: impactos ambientais por deterioração da camada de ozônio. *Geochimica Brasiliensis*, v.2, p.41-52.

- KIRCHHOFF, V.W.J.H. (1991). *As queimadas de cana*. São José dos Campos. Transtec Editorial.
- MANÇO, J.C. (1992). Efeito das queimadas na saúde humana: aparelho respiratório. I ENCONTRO SOBRE INCÊNDIOS FLORESTAIS - UNESP-Botucatu.
- MANÇO, J.C.; SARTI, W. Queimada da cana-de-açúcar na região de Ribeirão Preto. /Apresentado no Centro de Estudos Regionais da USP, Campus de Ribeirão Preto, 1991/
- MARINHO, E.V.A.; KIRCHHOFF, V.W.J.H. (1991). Projeto fogo: um experimento para avaliar efeitos das queimadas de cana-de-açúcar na baixa atmosfera. *Revista Brasileira de Geofísica*, v.9, p.107-119.
- MELO, F.H.; FONSECA, E.G. (1981). *Proálcool, energia e transportes*. São Paulo. Pioneira.
- MIRANDA, E.E.; DORADO, A.J.; ASSUNÇÃO, J.V. (1994). *Doenças respiratórias crônicas em quatro municípios paulistas*. Campinas, ECOFORÇA.
- MITIDIERI, J. (1985). *Manual de gramíneas e leguminosas para pastos tropicais*. São Paulo. USP.
- MOLINA JUNIOR, W.F. et al. (1991). *Estudo preliminar sobre enfardamento de resíduos de colheita de cana-de-açúcar (Saccharum spp.)*. Piracicaba.
- RIPOLI, T.C.; MIALHE, L.G.; BRITO, J.O. (1990). Queima de canavial – o desperdício não mais admissível. *Açúcar & Álcool*, n. 54, p.18-22, jul/ago.
- RIPOLI, T.C.; MOLINA JUNIOR, W.F. (1991). Cultura canavieira: um desperdício energético. *Maquinaria Agrícola*, v.6, p.2-3, jan.
- ROSSI Neto, A.; ZANCUL, A. Ações de controle - queima de palha de cana. /Apresentado no Centro de Estudos Regionais da Universidade de São Paulo, Campus Ribeirão Preto, 1992/
- SALDIVA, P.H.N. (1989). Efeitos dos poluentes sobre o sistema respiratório. São Paulo, Laboratório de Poluição Atmosférica Experimental. USP.

SANTOS, M.H.C. (1993). *Política e políticas de uma energia alternativa: o caso do proálcool*. Rio de Janeiro, Nótoria.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE (1997). *Por um transporte sustentável*. São Paulo.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE (1997). *Curso de direito ambiental*. São Paulo.

SIMONSEN, R.C. (1977). *História econômica do Brasil*. São Paulo, Companhia Editora Nacional.

TOLENTINO, M.; ROCHA FILHO, R.C.; SILVA, R.R. (1995). *O azul do planeta - um retrato da atmosfera terrestre*. São Paulo: Moderna.

UCHÔA, P. (1997). Novas variedades de cana na Usina Ester. In: 2ª SEMANA DA CANA-DE-AÇÚCAR DE PIRACICABA. Piracicaba, 1997. *Anais*, v.1, p.43-44.

ZAMPERLINI, G.C.M. (1997). *Investigação da fuligem proveniente da queima de cana-de-açúcar com ênfase nos hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs)*. Araraquara. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Química de Araraquara, Universidade Estadual Paulista.

ZULAUF, W.E. et al. (1985). Energia liberada pela queima da palha de cana nos canaviais brasileiros. Uma estimativa. São Paulo, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental-CETESB (Documentos)

ZULAUF, W.E.; CAPORALI, S.A.; VIDEIRA, R.M. (1986). Cálculo preliminar da energia liberada anualmente na queima dos canaviais brasileiros. In: II SEMINÁRIO SOBRE QUEIMA DE PALHA DE CANAVIAIS, Araraquara, 1985.