



**Universidade de São Paulo**  
**Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas**  
**Departamento de Ciências Atmosféricas**  
**DCA/IAG/USP**

AGM5823 – Tópicos em Química Atmosférica

## Poluição *do ar* – *Parte 2*

# Qualidade do ar: Avanços no Brasil

Adalgiza Fornaro, IAG-USP

São Paulo, outubro de 2022

# Poluição do ar no Brasil

Livro CONAMA (Conselho Nacional de Meio Ambiente)

[www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/61AA3835/LivroConama.pdf)

## Catlogação na Fonte

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

C755r Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resoluções do Conama: resoluções vigentes publicadas entre julho de 1984 e novembro de 2008 – 2. ed. / Conselho Nacional do Meio Ambiente. – Brasília: Conama, 2008.  
928 p.

ISBN 978-85-7738-108-1

1. Legislação - Brasil. 2. Política ambiental - Brasil. I. Ministério do Meio Ambiente. II. Título.

CDU(2.ed.)502.3(81)(094)

O Conama é de fato um dos raros parlamentos ambientais do mundo. É composto pela indicação das forças vivas da Federação Brasileira, onde todos os Estados da Federação Brasileira e o Distrito Federal se fazem presentes, além dos membros eleitos e designados pelas entidades mais representativas dos setores econômicos, industriais e agrícolas, e também, pela sociedade civil que participa por intermédio das entidades ambientalistas da República, além do Governo Federal por meio dos seus principais Ministérios. As Resoluções são tomadas pelo voto dos seus 109 membros. Antes, porém, os comitês setoriais estudam, debatem e se manifestam sobre cada questão, inclusive sob seu aspecto jurídico, antes das votações no plenário, onde novos debates são realizados. Contudo, apesar de todos esses detalhes, o âmbito de atuação do CONAMA não é o de fazer leis, estas, são de competência exclusiva dos órgãos legislativos federais constituídos pelo SENADO e pela CÂMARA dos Deputados.

Livro CONAMA, 2012

**RESOLUÇÃO CONAMA nº 5, de 15 de junho de 1989**  
**Publicada no DOU, de 25 de agosto de 1989, Seção 1, páginas 14713-14714**

***Correlações:***

- Complementada pelas Resoluções CONAMA nºs 3 e 8/90

*Dispõe sobre o Programa Nacional de Controle da Poluição do Ar – PRONAR.*

O CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA, no uso das atribuições que lhe confere o inciso VII, do art. 8º, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 e o art. 48, do Decreto nº 88.351, de 1 de junho de 1983<sup>87</sup>,

Considerando o acelerado crescimento urbano e industrial brasileiro e da frota de veículos automotores;

Considerando o progressivo e decorrente aumento da poluição atmosférica, principalmente nas regiões metropolitanas;

Considerando seus reflexos negativos sobre a sociedade, a economia e o meio ambiente;

Considerando as perspectivas de continuidade destas condições e,

Considerando a necessidade de se estabelecer estratégias para o controle, preservação e recuperação da qualidade do ar, válidas para todo o Território Nacional, conforme previsto na Lei nº 6.938, de 31/08/81, que instituiu a Política Nacional do Meio Ambiente, resolve:

I - Instituir o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR, como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem-estar das populações e melhoria da qualidade de vida com o objetivo de permitir o desenvolvimento econômico e social do País de forma ambientalmente segura, pela limitação dos níveis de emissão de poluentes por fontes de poluição atmosférica, com vistas a:

- a) uma melhoria na qualidade do ar;
- b) o atendimento aos padrões estabelecidos;
- c) o não comprometimento da qualidade do ar em áreas consideradas não degradadas.

# 75 mortos, vítimas do ar venenoso do ABC?

Setenta e cinco pessoas morreram em maio último, nos municípios de São Bernardo do Campo e Santo André, vítimas de doenças respiratórias. Um pai respirou biliz a poluição pela morte de sua filha recém nascida, em Santo André.

A Cetesb admite que essas mortes podem ter sido provocadas, em parte, pela má qualidade crônica do ar.

A Secretaria de Obras e Meio Ambiente estuda a possibilidade de decretar estado de Alerta em caráter permanente no ABC, se os índices continuarem altos como estão, há mais de um mês.

Todas as crianças e portadores de doenças respiratórias deveriam ser afastadas de São Paulo durante o inverno. Não há nenhuma providência que garanta a sobrevivência de pessoas sensíveis nesta época do ano, assim como não há nenhuma maneira de se calcular cientificamente quantas pessoas estão sendo mortas pela poluição. Não possuímos um programa epidemiológico capaz de relacionar o aumento da taxa de mortalidade com o agravamento dos índices de poluição. O certo, porém, é que a poluição mata — denunciou ontem à noite um

JORNAL DA TARDE 10/11/76

## Santo André não confia no ar ótimo

Da Sucursal do ABC

Embora a Cetesb tenha considerado ótima a qualidade do ar entre 12 horas de domingo e 12 horas de segunda-feira em Santo André, a população de Campestre, bairro residencial mais próximo à estação de amostragem, continua reclamando da poluição. Pessoas que tem casos de doenças respiratórias na família observam que crises agudas de asma e bronquite provocadas pela contaminação atmosférica não deixam de ocorrer independentemente da avaliação oficial da poluição.

## Os índices não vão voltar mais

O secretário de Obras e Meio Ambiente, Francisco Figueiredo de Brito, afirmou ontem que, por possuir dados de a longo prazo, a Cetesb voltou a divulgar os índices de poluição. Disse que será mantido o critério de se anunciar as concentrações de cada poluente medido e seu respectivo produto (multiplicação dos níveis de poeira em suspensão e de dióxido de enxofre) "porque nossa ação é específica para cada poluente".

O secretário manteve ontem encontro com um deputado Cetesb Nelson Nelson

si, que pediu a divulgação dos antigos índices. Na versão de alguns técnicos da Cetesb, eles teriam sido suprimidos por se mostrarem elevados, logo no início da Operação Inverno, o que poderia "alarmar a população". Segundo os mais recentes critérios da Operação Inverno, o nível de atenção só ocorrerá a partir de 800 microgramas por metro cúbico de ar para dióxido de enxofre ou poeira. Assim, a qualidade do ar ontem em São Paulo foi oficialmente considerada entre aceitável e ótima.

30-6-76

JORNAL DA TARDE 10/11/76

LEI FALSO FAZENDO ESCOLA! NINGUÉM FALA...



A QUALIDADE DO AR, HOJE É REGULAR. SÁBISSEITO?



QUERO NÚMEROS, MADAME! NÚMEROS!



REALMENTE O LEITE QUE REGULHEMOS PARA EXAME PARTE ESTAVA CONTAMINADA SÃO VÁRIAS MARCAS DO PRODUTO?



QUERO NOMES, MADAME! NOMES!



CHANO

# Decretado o Estado de Alerta no ABC

DIÁRIO DE SÃO PAULO

25-6-76

## Só resta a triste rotina: conviver com a poluição

O estado de alerta, que será inevitavelmente seguido da movimentação desesperada dos técnicos em poluição e dos prefeitos, não será capaz de alterar a difícil realidade da população do ABC, habituada a enfrentar quase no dia a dia os problemas que a poluição industrial vem lhe trazendo nos últimos 10 anos. E a não ser que o alerta vire emergência e o problema seja tão grave, permanecer os mesmos problemas. As famílias dos bairros operários que cercam as indústrias de Capuava continuam comparecendo semanalmente ao posto de piscicultura mais próximo para tratar as crianças com problemas respiratórios.

As famílias do bairro da Fundação, em São Caetano, continuam retirando dos pequenos quarteis elementares o dano não de inestabilidade que as chaminés da indústria Matarazzo libertam. Enquanto isso, as moças, rapazes e crianças que vão diariamente ao núcleo esportivo do Sesi, em Vila Santa Teresinha, (São André) continuarão fazendo as suas ginásticas e passeios portos em meio a nuvens espessas de gases que as fábricas de adubo Iap e Takenaka, ali do perto, não cessam de soltar.

Final, as providências que só agora se anunciam, no depósito dos moradores das áreas mais críticas da região, serão incapazes de repor os prejuízos que ti-

veram no decorrer de meses ininterruptos de poluição. As condições de vida dessa população agrava-se já a partir dos primeiros dias de vida, como se pode constatar em qualquer visita ao posto de piscicultura da Faixa — Fundação de Assistência à Infância de Santo André, instalado desde o último dia 3 de maio no bairro de Capuava. Ali, o médico Adhemar Del Vecchio conta que o posto atende diariamente uma média de 30 crianças, a maioria sofrendo de bronquite asmática. Nenhum médico do ABC, contudo, afirma taxativamente que essa doença seja provocada só pela poluição, mas todos concordam que ela provoca crises agudas principalmente durante o inverno. E no ginásio de Vila Santa Adélia pelo menos 30% dos seus quase dois mil alunos não podem participar das aulas de educação física por sofrerem de doenças do aparelho respiratório, como revela um dos professores.

Há ainda a imagem das árvores e das pequenas plantas de todo o Vale do Rio Tamanduael — ao longo do qual se concentram as grandes fábricas poluidoras do ABC — que começaram a cair a partir da metade do ano passado. Para isso, segundo observa o japonês Yasuo Takamoto, que, embora tenha comprado uma chácara para cultivo de verduras bem antes da instalação das fábricas no redor da propriedade, foi obrigado a

desistir do plantio há pouco tempo por causa da poluição.

E nesse convívio diário com a poluição, a população começa a descobrir até mesmo que a fuga é também impossível. A maioria das famílias construiu suas casas há muitos anos, quando a poluição ainda era uma ameaça loquaz. Agora, se muitas querem sair das proximidades das fábricas, não acham quem queira vir morar ali, comprando as suas casas, nem mesmo pelo preço que pagaram há quatro ou cinco anos atrás.

Quepiano Joel Costa Barbosa é um dos que não conseguem vender a sua casa próxima a Petroquímica União. E por causa disso,

ele e a família serão obrigados a continuar respirando o ar insuportável do local e a ficar, às vezes, a noite inteira sem dormir, por causa do barulho das fábricas. "É um barulho parecido com o de um avião passando, só que ele não pára mais de passar".

E não apenas esta poluição sonora que perturba Capuava ali, a terra e o solo trepidam — contam todos ao observar que o barulho provocado pelas máquinas industriais em operação "parece mais um pequeno terremoto, que tranca vidros e abre rachaduras nas paredes das casas. Joel lembra até mesmo que "quem vem morar no bairro só descobre tudo isso quando é bem tarde, como

foi o caso de dona Apetecida Mota, que pregou calcos de madeira para firmar todas as portas e janelas de sua casa.

E apesar da poluição do ar, da poluição sonora, da trepidação, ainda há quem queira comprar lá. Exatamente em frente a Petroquímica, os tratores de esteira estão trabalhando na terra-planagem de um novo loteamento com 750 mil metros quadrados para implantar 150 casas populares. E bem em frente a refinaria, a Caixa Econômica do Estado financiou a aquisição de novas casas num conjunto de 97 unidades. Apesar de 25 casas terem sido negociadas até agora, o depósito dos primeiros novos moradores mostra o dilema: "As fábricas poluem, é verdade, mas todos nós dependemos delas para trabalhar e viver".

O problema já incomoda, entretanto, até quem nunca precisou morar perto das fábricas. E o que acontece, por exemplo, com o bairro Paraisópolis, onde médicos e engenheiros de Santo André habitam sofisticadas casas. Ainda no ano passado, a nuvem espessa de gás que encobriu vários bairros da cidade atingiu também o Paraisópolis, fazendo com que muitos de seus moradores percebessem ao menos que o nome não se aplica mais ao bairro. Começaram então, a surgir cartazes nas portas: "Vende-se

# Problemas de poluição do ar na RMSP - histórico de ações de controle

Início dos anos 60 = criação da **Comissão Intermunicipal de Controle da Poluição das Águas e do Ar – CICPAA**, envolvendo os municípios de Santo André, São Bernardo do Campo, São Caetano do Sul e Mauá.

início da década de 70, as atividades da **CICPAA** foram incorporadas pela Superintendência de Saneamento Ambiental – SUSAM, vinculada à Secretaria de Saúde do Estado de São Paulo e, em 1975, transferidas à CETESB.

Em 1972 - **monitoramento manual** da qualidade do ar foi iniciado na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), com a instalação de 14 estações para medição diária dos níveis de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e fumaça preta.

Em 1981 - início do **monitoramento automático** e instalação de novas estações: dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>), material particulado inalável (MP<sub>10</sub>), ozônio (O<sub>3</sub>), óxidos de nitrogênio (NO, NO<sub>2</sub> e NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO) e hidrocarbonetos menos o metano (NMHC), e parâmetros meteorológicos como direção e velocidade do vento, temperatura e umidade relativa do ar.

# POLUIÇÃO DO AR – HISTÓRIA DE S.P.

1. CICPAA (1965) - Comissão Intermunicipal de Controle da Poluição das Águas e do Ar - Bancada pelos municípios ABCDM;
2. SUSAM (1971) - Superintendência de Saneamento Ambiental - Autarquia da Secretaria de Saúde do Estado que assumiu o acervo da extinta CICPAA;
3. CETESB (1975) - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - Incorpora as atividades da extinta SUSAM.
4. CETESB (2009?) – Cia Ambiental do Estado de S.P.

**1965 - Início das medições de taxa de SO<sub>2</sub>, poeira sedimentável e corrosividade - Região ABCDM - 45 estações fixas - CICPAA;**

**1973 - Início das medições de concentração de SO<sub>2</sub> e Poeira em Suspensão - SUSAM;**

**1981 - Início das medições automáticas de concentração dos poluentes: SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, CO e MP<sub>10</sub> e parâmetros meteorológicos na RMSP e Cubatão - Total de 25 estações - CETESB;**

**2000 - Início das medições automáticas em cidades do interior - CETESB.**

# LEGISLAÇÃO AMBIENTAL BRASILEIRA E REGULAMENTAÇÕES DA QUALIDADE DO AR

**PORTARIA (Federal) 231 de 27/04/76** – estabelece os padrões de qualidade do ar e os métodos de referência para PTS, SO<sub>2</sub>, CO e oxidantes fotoquímicos

**DECRETO (Estadual) n° 8468 de 08/09/76** – regulamenta a Lei Estadual n° 997. Estabelece para os poluentes PTS, SO<sub>2</sub>, CO e oxidantes fotoquímicos os respectivos métodos de referência e suas descrições. Estabelece o Plano de Emergência para os Episódios Críticos de Poluição do Ar (Atenção, Alerta e Emergência) e a previsão meteorológica para os episódios críticos

**RESOLUÇÃO CONAMA (Federal) n° 03 de 28/06/90** – estabelece os padrões primários e secundários para os poluentes PTS, FUMAÇA, MP<sub>10</sub>, CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> e O<sub>3</sub>, os métodos de referência e os níveis de qualidade do ar para elaboração do Plano de Emergência para Episódios Críticos de Poluição do Ar

**DECRETO (Estadual) Nº 59113 de 23/04/2013**

**CONAMA - RESOLUÇÃO N. 491, DE 19 DE NOVEMBRO DE 2018**

- estabelecem novos valores para os padrões. Inclusão do parâmetro MP<sub>2,5</sub>.  
Fornece também as providências correlatas.

## Região metropolitana de São Paulo

Mistura de poluentes:  
material particulado  
(MP) e *smog*  
fotoquímico (NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>,  
etc)

Foto: 28/04/2003 Caio Guatelli/Folha Imagem



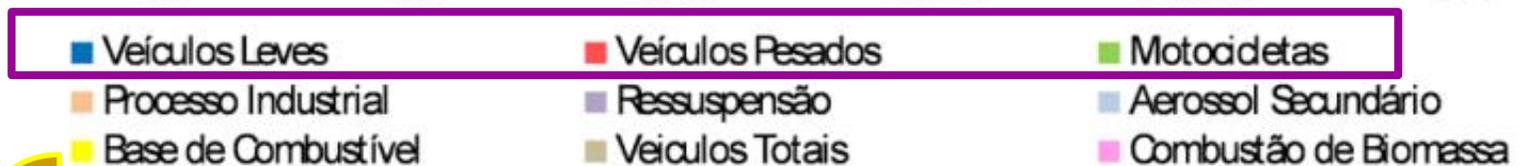
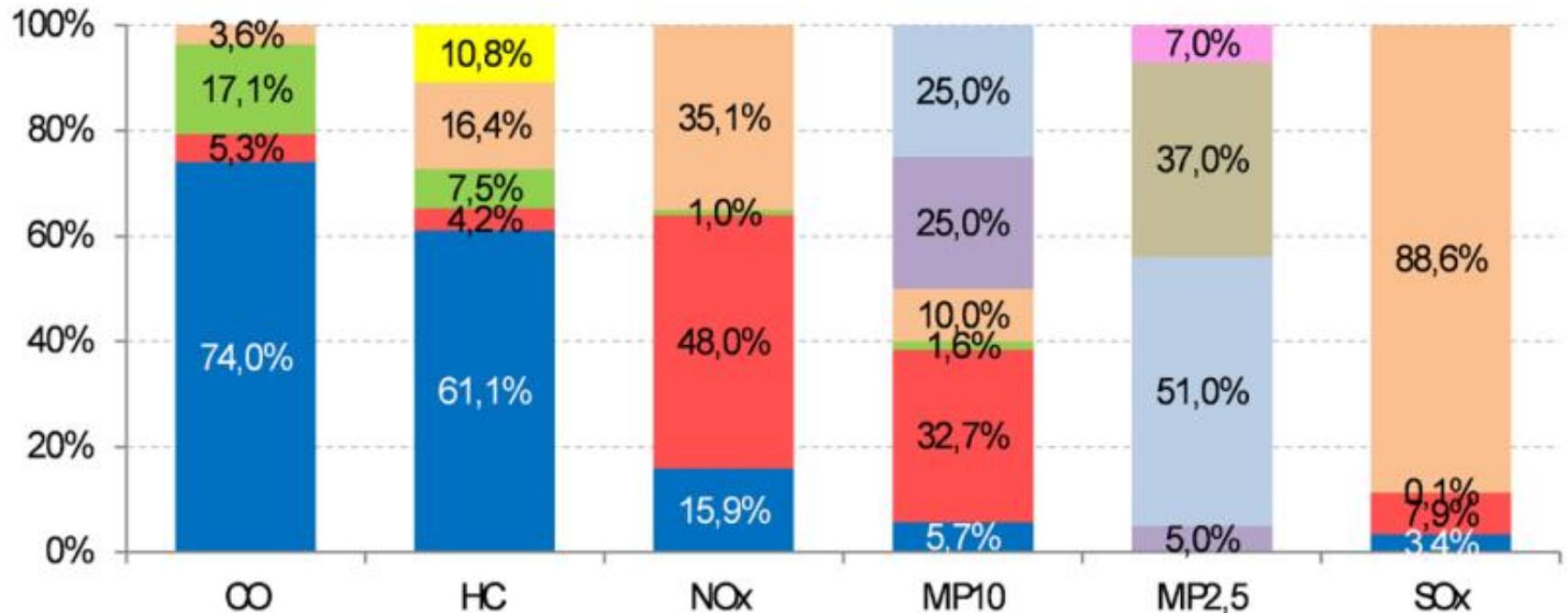
Camada de  
inversão



Imagens mostrando um dia muito poluído (28/04/2003) na RMSP e vias congestionadas com carros leves, motocicletas, ônibus e caminhões.

# Estimativas de contribuições relativas das emissões por tipo de fonte para importantes poluentes atmosféricos na região metropolitana de São Paulo em 2020.

Principais fontes de emissão de poluentes é a queima de combustíveis por veículos



evaporação

(CETESB, 2021)

# Controle emissões veiculares

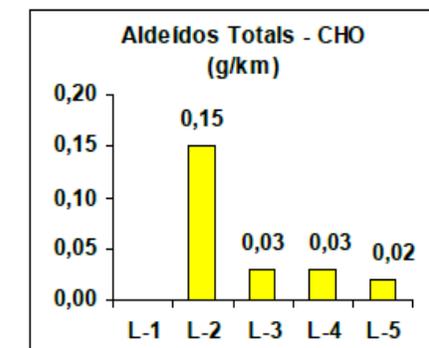
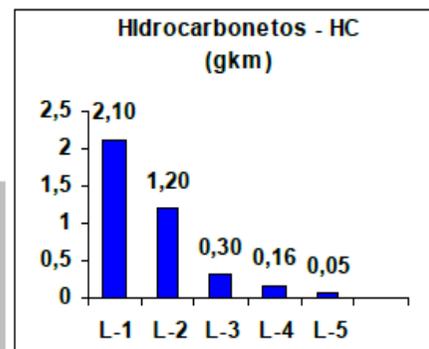
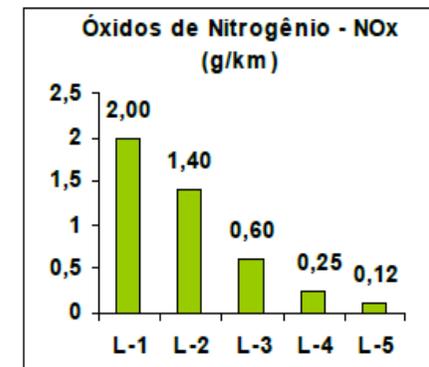
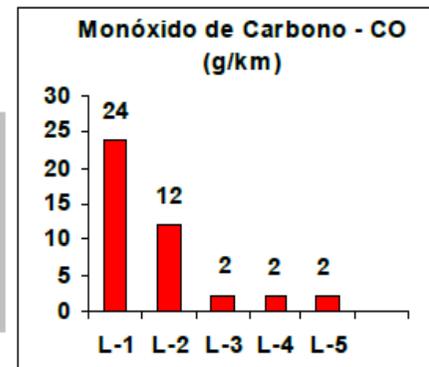
O etanol é também um anti-detonante substituto do aditivo a base de chumbo, totalmente retirado do combustível nacional desde 1991. Além disso, a adição de etanol à gasolina trouxe imediatamente reduções da ordem de 50% na emissão de CO da frota antiga dos veículos.

Programa de Controle da Poluição do Ar por Veículos Automotores (**PROCONVE**) instituído em 1986 e o Programa de Controle da Poluição do Ar por Motociclos e Veículos Similares (**PROMOT**) instituído em 2003, visam reduzir a emissão de poluentes atmosféricos e de ruído de todos os modelos de veículos automotores vendidos no território nacional.

Fase	Implantação	Característica / inovação
Fase L-1	1988-1991	Caracterizada pela eliminação dos modelos mais poluentes e aprimoramento dos projetos dos modelos já em produção. Iniciou-se também nesta fase o controle das emissões evaporativas. As principais inovações tecnológicas que ocorreram nesta fase foram: reciclagem dos gases de escape para controle das emissões de NO <sub>x</sub> ; injeção secundária do ar no coletor de exaustão para o controle de CO e HC; implantação de amortecedor da borboleta do carburador para controle do HC e a otimização do avanço da ignição.
Fase L-2	1992-1996	A partir dos limites verificados na Resolução CONAMA 18 de 1986, nessa fase investiu-se na adequação de catalisadores e sistemas de injeção eletrônica para uso com mistura de etanol, em proporção única no mundo. As principais inovações nos veículos foram a injeção eletrônica, os carburadores assistidos eletronicamente e os conversores catalíticos. Em 1994 iniciou-se o controle de ruído dos veículos.
Fase L-3	1997-2004	Em face da exigência de atender aos limites estabelecidos a partir de 1º de janeiro de 1997 (Resolução CONAMA 15 de 1995), ocorreram reduções bastante significativas em relação aos limites anteriores, e o fabricante/importador empregou, conjuntamente, as melhores tecnologias disponíveis para a formação de mistura e controle eletrônico do motor como, por exemplo, o sensor de oxigênio (denominado "sonda lambda").
Fase L-4	2005-2008	Tendo como referência a Resolução CONAMA Nº 315 de 2002, a prioridade nesta fase que teve início no ano de 2005 é a redução das emissões de HC e NO <sub>x</sub> , (substâncias precursoras de Ozônio). Para o atendimento desta fase, se deu o desenvolvimento de motores com novas tecnologias como a otimização da geometria da câmara de combustão e dos bicos de injeção, o aumento da pressão da bomba injetora e a injeção eletrônica.
Fase L-5	2009-2013	Com os limites de emissão da Resolução CONAMA Nº 315 de 2002, da mesma forma que na fase L-4, a prioridade na fase L-5 é a redução das emissões de HC e NO. De maneira análoga à fase L-4, as inovações tecnológicas se deram na otimização da geometria da câmara de combustão e dos bicos, o aumento da pressão da bomba injetora e a injeção eletrônica. Nesta fase deu-se a redução de 31% das emissões de hidrocarbonetos não-metano para os veículos leves do ciclo Otto e de 48% e 42% para as emissões de NO <sub>x</sub> para os veículos leves do ciclo Otto e Diesel, respectivamente. Além disso, as emissões de aldeídos foram reduzidas em, aproximadamente, 67% para os veículos do ciclo Otto.

## Estratégia de implantação do PROCONVE para veículos leves (Fases "L")

### Evolução dos limites de emissão para veículos leves: CO, NO<sub>x</sub>, HC, HCO



## Estratégia de implantação do PROCONVE para veículos pesados (Fases "P")

Fase	Implantação	Característica / inovação
P-1 e P-2	1990-1993	Já em 1990 estavam sendo produzidos motores com níveis de emissão menores que aqueles que seriam requeridos em 1993 (ano em que teve início o controle de emissão para veículos deste tipo com a introdução das fases P-1 e P-2). Nesse período, os limites para emissão gasosa (fase P-1) e material particulado (fase P-2) não foram exigidos legalmente.
P-3	1994-1997	O desenvolvimento de novos modelos de motores visaram a redução do consumo de combustível, aumento da potência e redução das emissões de óxidos de nitrogênio (NOx) por meio da adoção de <i>intercooler</i> e motores turbo. Nesta fase se deu uma redução drástica das emissões de CO (43%) e HC (50%).
P-4	1998-2002	Reduziu ainda mais os limites criados pela fase P-3.
P-5	2003-2008	Teve como objetivo a redução de emissões de material particulado (MP), NOx e HC.
P-6	2009-2011	Em janeiro de 2009 deveria ter se dado o início à fase P-6, conforme Resolução CONAMA nº 315/2002, e cujo objetivo principal, assim como na fase cinco, era a redução de emissões de material particulado (MP), NOx e HC.

## Evolução dos limites de emissão para veículos pesados (Fases “P” do PROCONVE)

Poluentes / limites de emissão				
Fase	CO	HC	NOx	MP
P-1	14,00*	3,50*	18,00*	xxx*
P-2	11,20	2,45	14,40	0,60*
P-3	4,90	1,23	9,00	0,40
P-4	4,00	1,10	7,00	0,15
P-5	2,1	0,66	5,00	0,10
P-6	1,5	0,46	3,5	0,02

\*Emissões gasosas ( fase P-1) e MP ( fase P-2) não foram exigidos legalmente (Fonte: IBAMA)

P-7 (2013)	1,3	0,46	<b>2,0</b>	0,02
------------	-----	------	------------	------

## RESOLUÇÃO Nº 492, 20/12/2018 - Estabelece as Fases **PROCONVE L7** e **PROCONVE L8**

Art. 1º Estabelecer, a partir de 1º de janeiro de 2022, novos limites máximos de emissão de poluentes para veículos rodoviários leves, de passageiros e comerciais

Art. 2º A emissão de gases orgânicos não metano (NMOG) deve ser reportada conforme procedimentos California non-methane organic gas test procedures (California Environmental Protection Agency - Air Resources Board, Adopted: September 2, 2015) e The California Low-Emission Vehicle Regulations (California Environmental Protection Agency - Air Resources Board, 2017), utilizando para os cálculos os valores de reatividade relativos às características da composição da gasolina brasileira de referência e do etanol brasileiro de referência, até ser publicada instrução normativa do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - Ibama ou norma técnica brasileira por ele referenciada.

**Tabela 1** - Limites máximos de emissão de poluentes por categoria de veículos

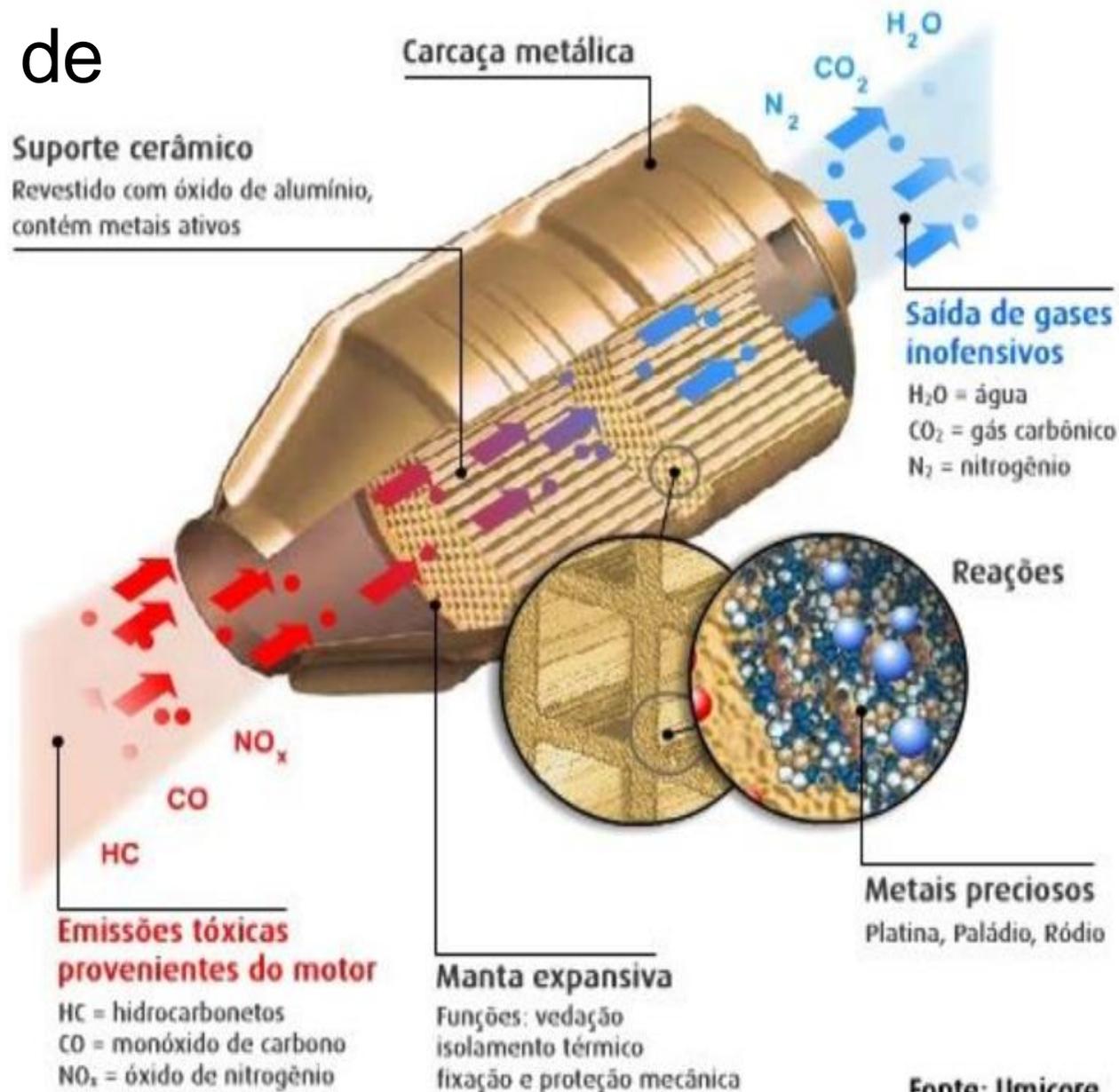
Categoria	NMOG + NOx em mg/km	MP(1) em mg/km	CO em mg/km	Aldeídos(3) em mg/km	NH3(2) em ppm	Evaporativa(5)	Emissão de abastecimento(5)
Leve Passageiro	80	6	1000	15	declarar	0,5 g/teste	50 mg/L abastecido
Leve Comercial	140(3)	6(3)					
	320(4)	20(4)		-		-	-

# Destaques tecnológicos decorrentes do Programa:

Introdução nos veículos de

- Catalisador,
- Injeção eletrônica de combustível e
- Melhorias nos combustíveis automotivos.

# Catalisadores de três vias



Fonte: Umicore

**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE**

**RESOLUÇÃO N. 491, DE 19 DE NOVEMBRO DE 2018**

**Correlação:**

- **Revoga a Resolução Conama nº 03/1990 e os itens 2.2.1 e 2.3 da Resolução Conama nº 05/1989**

**Dispõe sobre padrões de qualidade do ar.**

Considerando que os Padrões Nacionais de Qualidade do Ar são parte estratégica do Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar - PRONAR, como instrumentos complementares e referenciais ao PRONAR;

Considerando como referência, os valores guia de qualidade do ar recomendados pela Organização Mundial da Saúde - OMS em 2005, bem como seus critérios de implementação, resolve:

# RESOLUÇÃO N. 491, DE 19 DE NOVEMBRO DE 2018

<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=740>

## PADRÕES DE QUALIDADE DO AR

Poluente Atmosférico	Período de Referência	PI-1	PI-2	PI-3	PF	
		µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	ppm
Material Particulado - MP <sub>10</sub>	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual <sup>1</sup>	40	35	30	20	-
Material Particulado - MP <sub>2,5</sub>	24 horas	60	50	37	25	-
	Anual <sup>1</sup>	20	17	15	10	-
Dióxido de Enxofre - SO <sub>2</sub>	24 horas	125	50	30	20	-
	Anual <sup>1</sup>	40	30	20	-	-
Dióxido de Nitrogênio - NO <sub>2</sub>	1 hora <sup>2</sup>	260	240	220	200	-
	Anual <sup>1</sup>	60	50	45	40	-
Ozônio - O <sub>3</sub>	8 horas <sup>3</sup>	140	130	120	100	-
Fumaça	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual <sup>1</sup>	40	35	30	20	-
Monóxido de Carbono - CO	8 horas <sup>3</sup>	-	-	-	-	9
Partículas Totais em Suspensão - PTS	24 horas	-	-	-	240	-
	Anual <sup>4</sup>	-	-	-	80	-
Chumbo - Pb <sup>5</sup>	Anual <sup>1</sup>	-	-	-	0,5	-
<sup>1</sup> - média aritmética anual						
<sup>2</sup> - média horária						
<sup>3</sup> - máxima média móvel obtida no dia						
<sup>4</sup> - média geométrica anual						
<sup>5</sup> - medido nas partículas totais em suspensão						

# Estado de São Paulo

## Padrão Estadual de Qualidade do Ar (Decreto Estadual nº 59113 de 23/04/2013)

Poluente	Tempo de Amostragem	MI1 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	MI2 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	MI3 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PF ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
partículas inaláveis (MP <sub>10</sub> )	24 horas MAA <sup>1</sup>	120 40	100 35	75 30	50 20
partículas inaláveis finas (MP <sub>2,5</sub> )	24 horas MAA <sup>1</sup>	60 20	50 17	37 15	25 10
dióxido de enxofre (SO <sub>2</sub> )	24 horas MAA <sup>1</sup>	60 40	40 30	30 20	20 -
dióxido de nitrogênio (NO <sub>2</sub> )	1 hora MAA <sup>1</sup>	260 60	240 50	220 45	200 40
Ozônio (O <sub>3</sub> )	8 horas	140	130	120	100
monóxido de carbono (CO)	8 horas	-	-	-	9 ppm
fumaça* (FMC)	24 horas MAA <sup>1</sup>	120 40	100 35	75 30	50 20
partículas totais em suspensão* (PTS)	24 horas MGA <sup>2</sup>	- -	- -	- -	240 80
Chumbo** (Pb)	MAA <sup>1</sup>	-	-	-	0,5

# Índice de qualidade do ar e saúde

O índice de qualidade do ar é uma ferramenta matemática desenvolvida para simplificar o processo de divulgação da qualidade do ar.

Estrutura do índice de qualidade do ar

Qualidade	Índice	MP <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 24h	MP <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 24h	O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 8h	CO (ppm) 8h	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 1h	SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) 24h
N1 – Boa	0 – 40	0 – 50	0 – 25	0 – 100	0 – 9	0 – 200	0 – 20
N2 – Moderada	41 – 80	>50 – 100	>25 – 50	>100 – 130	>9 – 11	>200 – 240	>20 – 40
N3 – Ruim	81 – 120	>100 – 150	>50 – 75	>130 – 160	>11 – 13	>240 – 320	>40 – 365
N4 – Muito Ruim	121 – 200	>150 – 250	>75 – 125	>160 – 200	>13 – 15	>320 – 1130	>365 – 800
N5 – Péssima	>200	>250	>125	>200	>15	>1130	>800

**Padrões Estaduais de Qualidade do Ar (Decreto Estadual nº 59113 de 23/04/2013)**

# Índice geral de qualidade do ar:

Qualidade	Índice	Significado
Boa	0 - 40	Praticamente não há riscos à saúde.
Moderada	41 - 80	Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço. A população, em geral, não é afetada.
Ruim	81 - 120	Toda a população pode apresentar sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta. Pessoas de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas), podem apresentar efeitos mais sérios na saúde.
Muito ruim	121 - 200	Toda a população pode apresentar agravamento dos sintomas como tosse seca, cansaço, ardor nos olhos, nariz e garganta e ainda apresentar falta de ar e respiração ofegante. Efeitos ainda mais graves à saúde de grupos sensíveis (crianças, idosos e pessoas com doenças respiratórias e cardíacas).
Péssima	>200	Toda a população pode apresentar sérios riscos de manifestações de doenças respiratórias e cardiovasculares. Aumento de mortes prematuras em pessoas de grupos sensíveis.

# Cid.Universitária-USP-Ipen - 12/10/2014

Hora	NO2 µg/m <sup>3</sup>		CO ppm			O3 µg/m <sup>3</sup>			MP2.5 µg/m <sup>3</sup>		
	Média Horária	Índice / Qualidade	Média horária	Média 8 h	Índice / Qualidade	Média horária	Média 8 h	Índice / Qualidade	Média horária	Média 24 h	Índice / Qualidade
1:00	88	18	1.6	1	4	2	51	20	58	46	73
2:00	87	17	1.5	1.1	5	1	35	14	52	46	73
3:00	83	17	1.3	1.2	5	2	23	9	50	45	71
4:00	78	15	1.2	1.3	6	6	15	6	47	44	70
5:00	47	9	--	1.3	6	18	10	4	48	43	68
6:00	26	5	0.6	1.3	6	23	9	4	38	42	67
7:00	30	6	0.6	1.2	5	21	9	4	23	40	64
8:00	40	8	0.8	1.1	5	50	15	6	32	37	59
9:00	44	9	0.7	0.9	4	105	28	11	53	36	57
10:00	42	8	0.7	0.8	4	142	46	18	56	36	57
11:00	31	6	0.5	0.7	3	167	67	27	44	36	57
12:00	12	2	0.4	0.6	3	175	88	35	27	36	57
13:00	10	2	0.4	0.6	3	188	109	52	31	36	57
14:00	8	2	0.4	0.6	3	174	128	77	28	36	57
15:00	9	2	0.4	0.5	2	189	149	105	26	36	57
16:00	11	2	0.4	0.5	2	195	167	134	33	37	59
17:00	15	3	0.6	0.5	2	193	178	156	44	39	62
18:00	20	4	0.6	0.5	2	184	183	165	46	40	64
19:00	32	6	0.7	0.5	2	194	186	171	54	41	65
20:00	51	10	0.9	0.5	2	136	182	163	49	42	67
21:00	55	11	0.9	0.6	3	83	168	136	36	43	68
22:00	68	14	1	0.7	3	44	152	109	30	42	67
23:00	77	15	1.1	0.8	3	27	132	83	44	42	67
24:00	96	19				4		51	43		65
			1.3	0.9	4		108			41	

## Cid.Universitária-USP-Ipen - 13/10/2014

Hora	NO2 µg/m <sup>3</sup>		CO ppm			O3 µg/m <sup>3</sup>			MP2.5 µg/m <sup>3</sup>		
	Média Horária	Índice / Qualidade	Média horária	Média 8 h	Índice / Qualidade	Média horária	Média 8 h	Índice / Qualidade	Média horária	Média 24 h	Índice / Qualidade
1:00	105	21	1.5	1	4	2	84	33	51	41	65
2:00	99	20	1.8	1.1	5	2	61	24	54	41	65
3:00	103	21	3.1	1.5	7	1	37	15	56	41	65
4:00	96	19	2.1	1.6	7	2	20	8	63	42	67
5:00	99	20	--	1.7	8	2	10	4	68	43	68
6:00	99	20	2	1.8	8	1	5	2	67	44	70
7:00	97	20	1.4	1.9	8	5	2	1	65	46	73
8:00	97	20	1.1	1.9	8	20	4	2	69	47	75
9:00	102	20	1	1.8	8	59	12	5	63	48	76
10:00	83	17	1	1.7	8	125	27	11	64	48	76
11:00	27	6	0.6	1.3	6	173	48	19	58	49	78
12:00	22	4	0.5	1.1	5	192	72	29	44	49	78
13:00	15	3	0.4	1	4	206	98	39	34	50	79
14:00	17	3	0.5	0.8	4	234	127	75	32	50	79
15:00	20	4	0.6	0.7	3	246	157	115	50	51	82
16:00	23	5	0.7	0.7	3	258	187	173	69	52	83
17:00	27	5	0.7	0.6	3	261	212	205	81	54	86
18:00	60	12	0.9	0.6	3	196	221	208	93	56	90
19:00	69	14	0.8	0.6	3	101	212	205	63	56	90
20:00	78	15	0.9	0.7	3	76	197	193	36	56	90
21:00	44	9	0.7	0.7	3	117	186	171	15	55	88
22:00	42	8	0.7	0.7	3	103	170	140	26	55	86
23:00	49	10	0.7	0.8	3	96	151	108	38	54	86
24:00:00	47	9	--	0.8	3	96	131	82	35	54	86

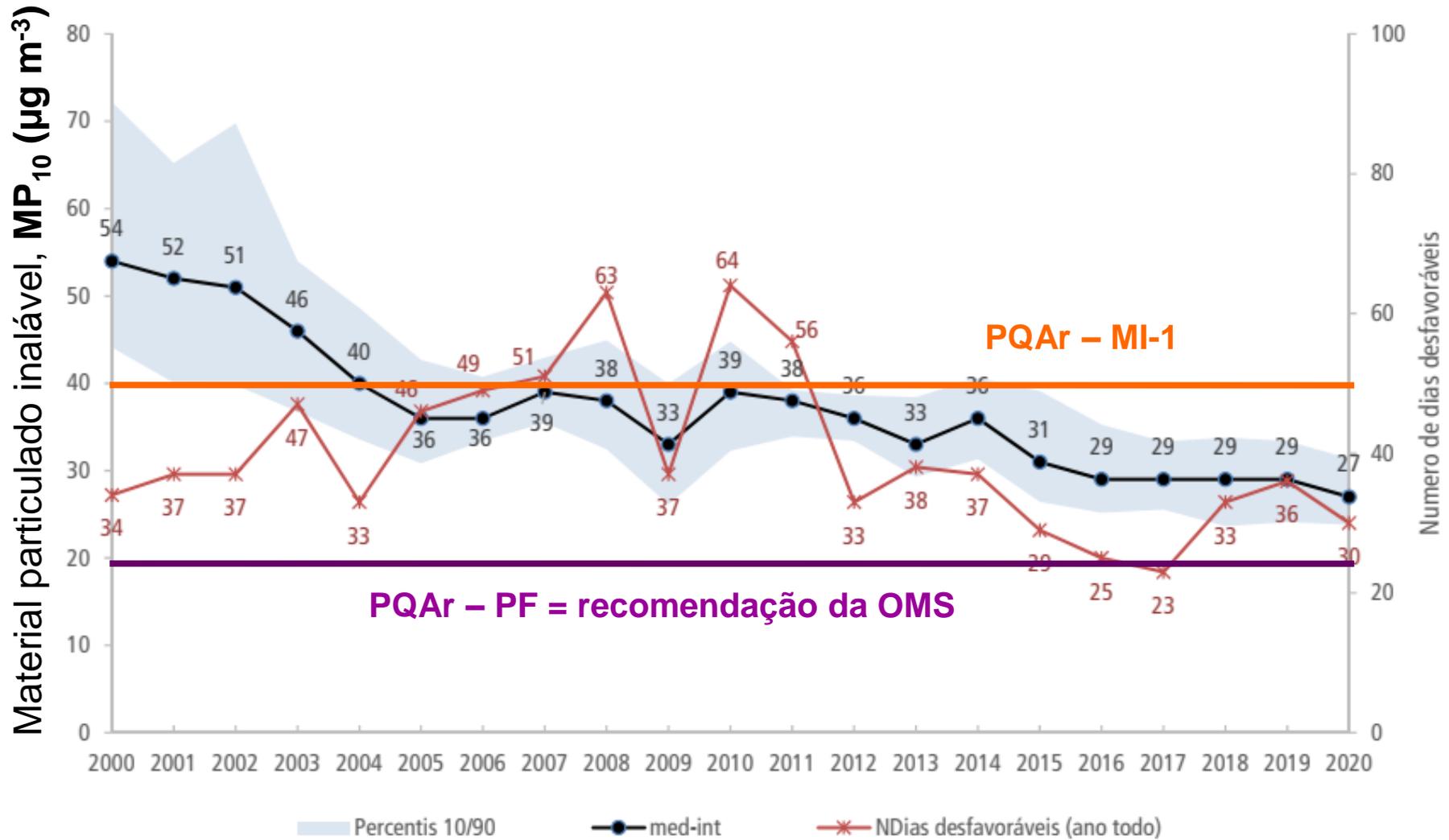
## Cid.Universitária-USP-Ipen - 14/10/2014

Hora	NO2 µg/m <sup>3</sup>		CO ppm			O3 µg/m <sup>3</sup>			MP2.5 µg/m <sup>3</sup>		
	Média Horária	Índice / Qualidade	Média horária	Média 8 h	Índice / Qualidade	Média horária	Média 8 h	Índice / Qualidade	Média horária	Média 24 h	Índice / Qualidade
1:00	39	8	0.6	0.8	3	89	109	52	31	53	85
2:00	29	6	0.6	0.7	3	56	92	37	28	52	83
3:00	16	3	0.4	0.6	3	67	88	35	13	50	79
4:00	13	3	0.4	0.6	3	71	87	35	2	48	76
5:00	14	3	--	0.6	2	70	81	32	10	45	71
6:00	27	5	0.4	0.5	2	45	74	29	10	43	68
7:00	43	9	0.5	0.5	2	37	66	26	12	41	65
8:00	51	10	0.7	0.5	2	36	59	23	21	39	62
9:00	48	10	0.9	0.5	2	53	54	21	19	37	59
10:00	57	11	0.8	0.6	3	61	55	22	24	35	56
11:00	22	5	0.6	0.6	3	90	58	23	31	34	54
12:00	20	4	0.5	0.6	3	106	62	25	22	33	53
13:00	32	6	0.6	0.6	3	146	72	29	17	32	51
14:00	40	8	0.7	0.6	3	190	90	36	27	32	51
15:00	57	11	0.9	0.7	3	267	119	65	38	32	51
16:00	66	13	0.9	0.7	3	289	150	106	60	31	50
17:00	63	12	1	0.8	3	316	183	165	66	31	50
18:00	66	13	1.1	0.8	3	299	213	205	65	30	48
19:00	122	24	1.4	0.9	4	185	225	209	59	29	46
20:00	140	28	1.7	1	4	151	230	211	57	30	48
21:00	127	26	1.5	1.1	5	102	225	209	77	33	53
22:00	52	11	0.8	1.1	5	90	212	205	53	34	54
23:00	39	8	0.6	1.1	5	84	190	179	43	34	54
24:00	25	5	0.5	1	5	75	163	126	32	34	54

# Cid.Universitária-USP-Ipen - 15/10/2014

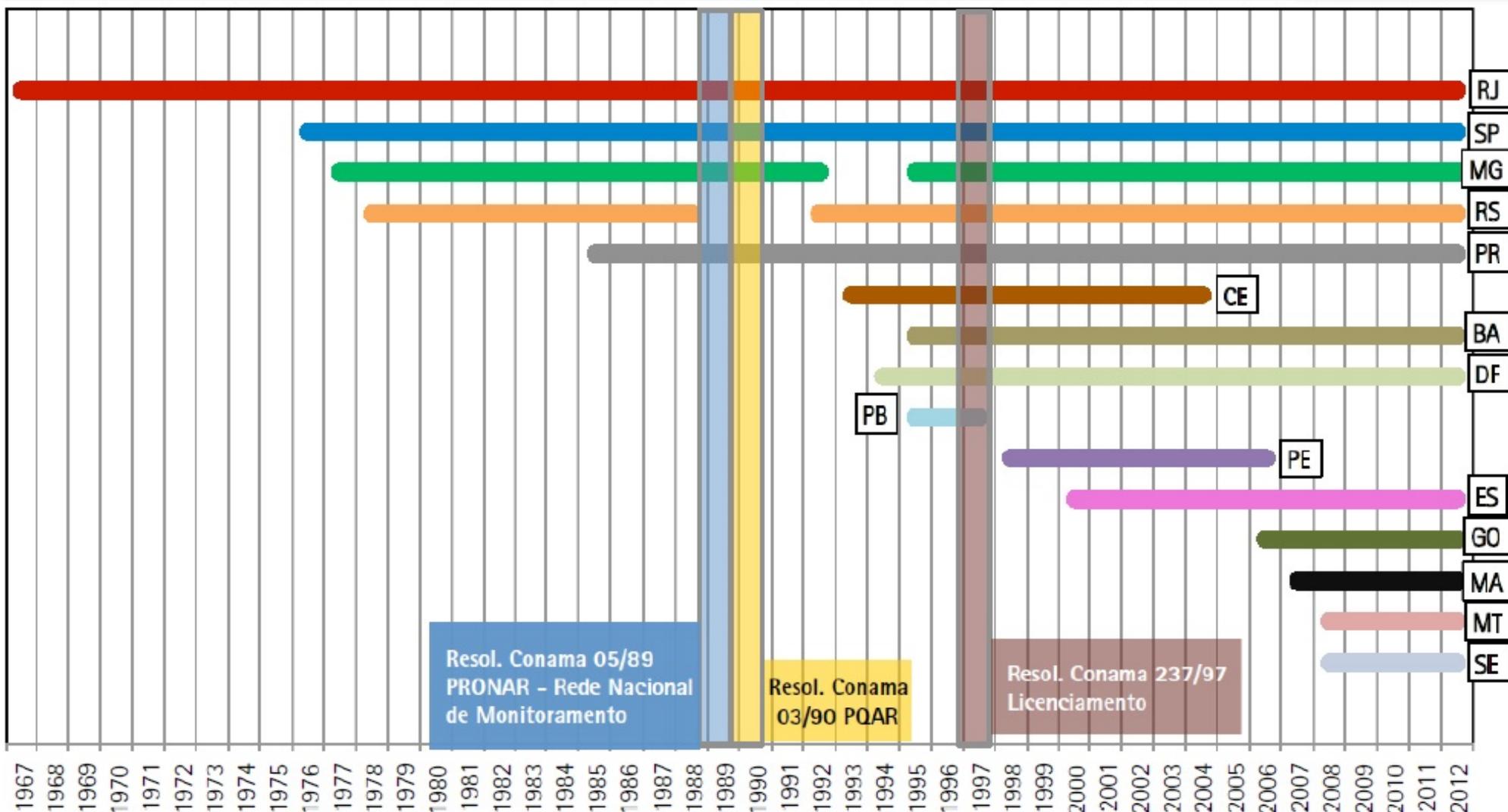
Hora	NO2 µg/m <sup>3</sup>		CO ppm			O3 µg/m <sup>3</sup>			MP2.5 µg/m <sup>3</sup>		
	Média Horária	Índice / Qualidade	Média horária	Média 8 h	Índice / Qualidade	Média horária	Média 8 h	Índice / Qualidade	Média horária	Média 24 h	Índice / Qualidade
1:00	15	3	0.4	1	4	86	134	86	25	34	54
2:00	8	2	0.3	0.9	4	102	109	52	24	34	54
3:00	10	2	0.3	0.8	3	96	98	39	21	34	54
4:00	13	3	0.4	0.6	3	95	91	36	30	35	56
5:00	16	3	--	0.5	2	97	91	36	37	36	57
6:00	17	3	0.6	0.4	2	87	90	36	34	37	59
7:00	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
8:00	41	8	1.2	0.5	2	72	91	36	8	38	61
9:00	38	8	1.3	0.7	3	103	93	37	13	37	59
10:00	35	7	1.1	0.8	4	123	96	38	24	37	59
11:00	32	6	1.1	0.9	4	114	99	39	38	38	61
12:00	31	6	1.1	1.1	5	147	106	48	42	39	62
13:00	28	6	1	1	4	122	110	53	43	40	64
14:00	21	4	1	1.1	5	96	111	55	37	40	64
15:00	21	4	1	1.1	5	89	108	51	38	40	64
16:00	28	6	1.1	1.1	5	73	108	51	38	39	62
17:00	35	7	1.4	1.1	5	59	103	44	34	38	61
18:00	32	6	1.4	1.1	5	59	95	38	35	37	59
19:00	36	7	1.5	1.2	5	52	87	35	32	35	56
20:00	23	5	1.4	1.2	5	69	77	31	35	34	54
21:00	21	4	1.3	1.3	6	68	71	28	22	32	51
22:00	25	5	1.4	1.3	6	67	67	27	16	31	48
23:00	22	5	1.3	1.4	6	74	65	26	21	30	48
24	18	3	1.3	1.4	6	75	65	26	19	29	46

# MP<sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias anuais e número de dias desfavoráveis para dispersão de poluente na RMSP



# 1º. Diagnóstico da rede de monitoramento de qualidade do ar no Brasil

Histórico das operações das redes de monitoramento de qualidade do ar operadas pelas agências estaduais de meio ambiente (IEMA, 2014).



# Cubatão

- De 1970 a 1980, Cubatão cresceu a um índice de 4,43% ao ano e chegou a 1985 com suas indústrias produzindo algo ao redor de 3% do PIB brasileiro.
- Em contrapartida, em 1984, as mesmas indústrias lançavam diariamente no ar quase 1000 toneladas de poluentes, produzindo níveis de poluição absolutamente críticos.
- Implementação de programa para controle da poluição industrial, com o objetivo de reduzir a poluição aos níveis aceitáveis, no prazo de 5 anos.
- Conseqüência: em 1984, 62 cronogramas de atividades de controle foram estabelecidos entre indústrias e CETESB, com vistas à redução da poluição atmosférica.
- Em cada um deles, especificavam-se equipamentos, instalações e procedimentos de produção para que cada fonte atendesse aos padrões estabelecidos.

CETESB, 2006

A primeira grande batalha ecológica nacional já está sendo travada e dela poderá depender o rumo da questão ambiental no Brasil por muitos anos. Seu cenário é o município de Cubatão, baixada litorânea com 148 quilômetros quadrados, entre o porto de Santos e a Serra do Mar, região de mangues e alagados ocupada, na sua parte firme, por 23 indústrias gigantescas, que sozinhas contribuem com 2,6% de todo o Produto Interno Bruto brasileiro (26,44 trilhões de cruzeiros em 1981).

Bernardo Kucinski\*

Das indústrias de Cubatão saem o aço, os fertilizantes e muitos dos produtos químicos de base que alimen-

**CIÊNCIAHOJE** Julho/Agosto de 1982 N.º 1 Ano 1

**CUBATÃO**  
UMA TRAGÉDIA ECOLÓGICA



.nytimes.com/1991/06/15/world/cubatao-journal-signs-of-life-in-brazil-s-industrial-valle

Sigepa Gmail Bem-vindo ao Faceb Convosor de Videos Convosor Online de MPB.cc

HOME PAGE TODAY'S PAPER VIDEO MOST POPULAR U.S. Edition

The New York Times

World

WORLD U.S. N.Y. / REGION BUSINESS TECHNOLOGY SCIENCE HEALTH SPORTS OPINION

AFRICA AMERICAS ASIA PACIFIC EUROPE MIDDLE EAST

## Cubatão Journal; Signs of Life in Brazil's Industrial Valley of Death

By JAMES BROOKE,  
Published: June 15, 1991

**CUBATAO, Brazil**— After school let out one recent afternoon here, Cleiton Celio Silva Araujo grabbed hooks, line and a bamboo pole and scrambled down a bank of the Cubatão River. Within an hour, the gangly 13-year-old was filling a plastic bag with fish.

Out of place in this tableau was the background: metal chimneys and ducts of a riverside styrene plant. Even more out of place was a label that Brazilian environmentalists long ago gave to this industrial city: the Valley of Death.

In a striking example of a turnaround in ind America, Cubatão's residents are now enjoyi

FACEBOOK

TWITTER

GOOGLE+

EMAIL

SHARE

PRINT

REPRINTS



Conjunto de imagens sobre a poluição do ar em Cubatão. Destaques para revista Ciência Hoje, que em seu primeiro número apresentou uma série de artigos sobre os problemas de Cubatão e, para a reportagem da New York Times (15/06/1991) onde o mundo fica conhecendo Cubatão como o "Vale da Morte".

# Cubatão – passado (décadas de 70 e 80)



Cubatão: dezenas de indústrias modernas, bilhões de cruzeiros arrecadados e a maior poluição do mundo.



Vila Socó, uma favela construída sobre os dutos de combustível da Petrobrás, parcialmente destruída por um imenso incêndio em junho de 1984, quando morreram centenas de pessoas.



Bairro de Vila Parisi, conhecida como o Vale da Morte. Nos bairros em torno das indústrias de Cubatão (SP) a população convive com 75 tipos diferentes de poluentes, responsáveis pela alta incidência de doenças respiratórias.



<http://www.novomilenio.inf.br/cubatao/ch014.htm>

# Destruição da Mata Atlântica – Serra do Mar, devido poluentes da cidade de Cubatão



Ciência Hoje, ano 1, nº. 1, 1982

# CUBATÃO

## UMA TRAGÉDIA ECOLÓGICA

Rev. Saúde Pública, 38(6), 751-757, 2004

**Internações e óbitos e sua relação com a poluição atmosférica em São Paulo, 1993 a 1997**

Hospital admissions and mortality: association with air pollution in São Paulo, Brazil, 1993 to 1997 **Paulo H.N. Saldiva**

Clarice Freitas<sup>a</sup>, Stephen A Bremner<sup>b</sup>, Nelson Gouveia<sup>c</sup>, Luiz A A Pereira<sup>d</sup> e Paulo H N Saldiva<sup>d</sup>

**Nelson Gouveia**, Tony Fletcher

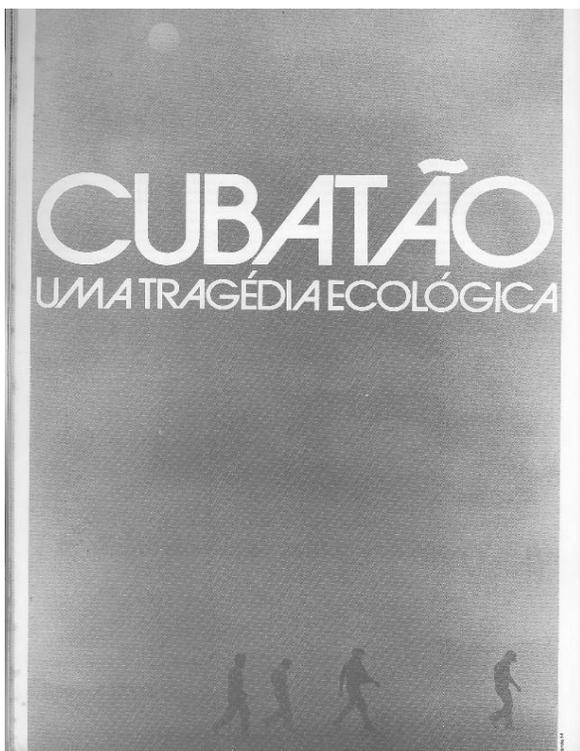
Time series analysis of air pollution and mortality: effects by cause, age and socioeconomic status, *J Epidemiol Community Health* 2000;**54:750–755**

M C H Martins, F L Fatigati, T C Véspoli, L C Martins, L A A Pereira, M A Martins, P H N Saldiva, A L F Braga

Influence of socioeconomic conditions on air pollution adverse health effects in elderly people: an analysis of six regions in São Paulo, Brazil, *J. Epidemiol. Community Health* 2004;**58:41-46**

## Mais alguns exemplos de artigos de estudos de poluição do ar e efeitos à saúde humana

1. Abe, K.C. Miraglia, S.G.E.K, Health Impact Assessment of Air Pollution in São Paulo, Brazil, *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2016, 13, 694; doi:10.3390/ijerph13070694
2. Braga, A.L.F., Saldiva, P.N.H., Pereira, L.A.A., Menezes, J.J.C., Conceição, G.M.S., Lin, C.A., Zanobetti, A., Schwartz, J., Dockery, D.W., Health Effects of Air Pollution Exposure on Children and Adolescents in São Paulo, Brazil, *Pediatric Pulmonology* 31, 106–113, 2001.
3. Bravo, M.A., Son, J., Freitas, C.U., Gouveia, N., Bell, M.L., Air pollution and mortality in São Paulo, Brazil: Effects of multiple pollutants and analysis of susceptible populations, *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 150 – 161, 2016.
4. Fajersztajn, L., Veras, M., Barrozo, L.V., Saldiva, P., Air pollution: a potentially modifiable risk factor for lung cancer, *Nature Rev Cancer* 13, 674–678, 2013. <https://doi.org/10.1038/nrc3572>
5. Marcilio, I., Gouveia, N., Quantifying the impact of air pollution on the urban population of Brazil, *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 23 Sup 4:S529-S536, 2007.
6. Oliveira, B.F.A., Ignotti, E., Hacon, S.S., A systematic review of the physical and chemical characteristics of pollutants from biomass burning and combustion of fossil fuels and health effects in Brazil, *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, 27(9):1678-1698, 2011.
7. Miranda, R.M.; Andrade, M.F.; Fornaro, A.; Astolfo, R; Andre, P.A.; Saldiva, P. Urban air pollution: a representative survey of PM<sub>2.5</sub> mass concentrations in six Brazilian cities. *Air Quality, Atmosphere and Health*, 5, 63-77, 2012.

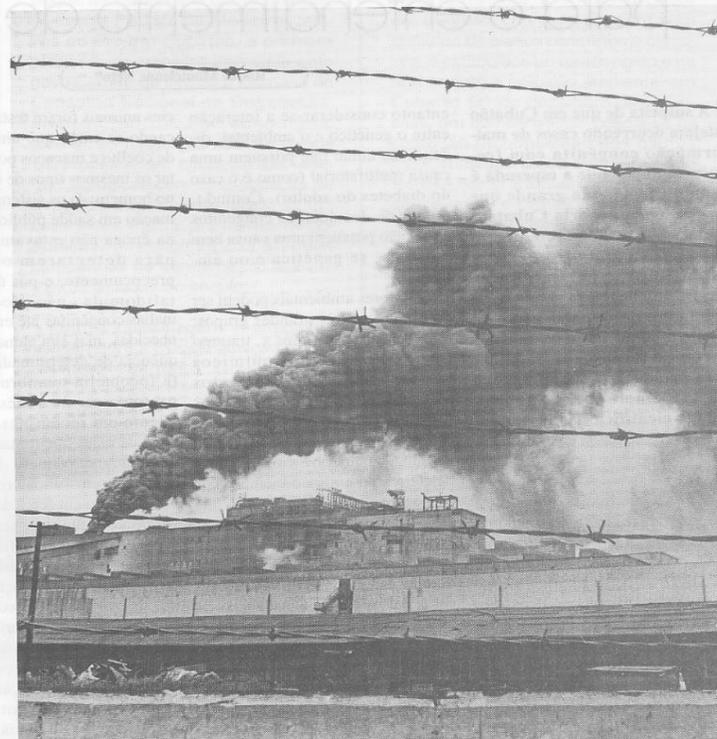


A primeira grande batalha ecológica nacional já está sendo travada e dela poderá depender o rumo da questão ambiental no Brasil por muitos anos. Seu cenário é o município de Cubatão, baixada litorânea com 148 quilômetros quadrados, entre o porto de Santos e a Serra do Mar, região de mangues e alagados ocupada, na sua parte firme, por 23 indústrias gigantescas, que sozinhas contribuem com 2,6% de todo o Produto Interno Bruto brasileiro (26,44 trilhões de cruzeiros em 1981).

Bernardo Kucinski\*

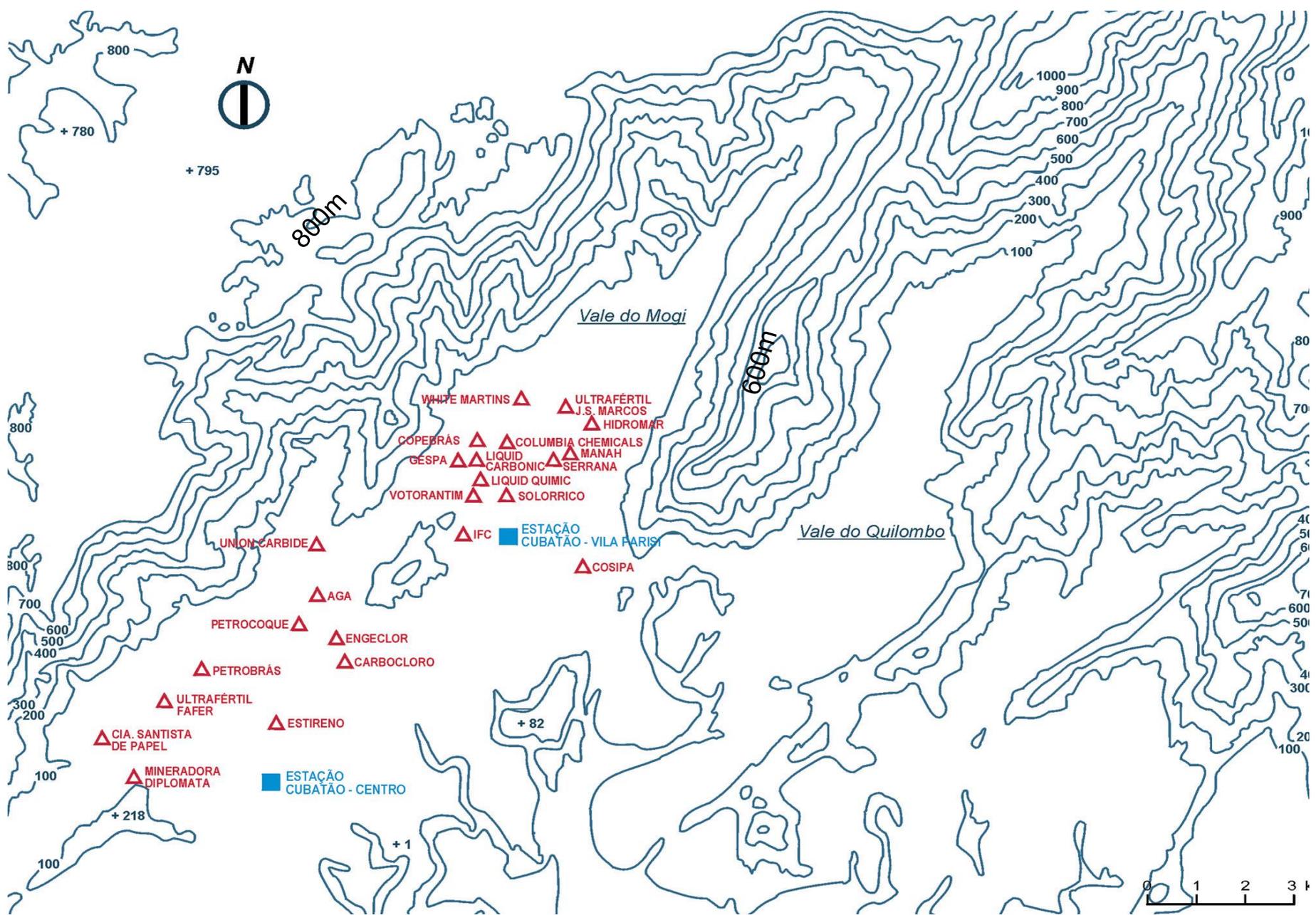
Das indústrias de Cubatão saem o aço, os fertilizantes e muitos dos produtos químicos de base que alimentam o poderoso complexo agroindustrial de São Paulo. E saem, também, jogados na atmosfera, um milhão de quilos de poluentes por dia, entre os quais alguns dos mais nocivos ao homem e o meio ambiente. Dezenas de poluentes são despejados nas águas do estuário, e 20.000 toneladas de resíduos sólidos acumulam-se a cada ano nos "lixões" a céu aberto, segundo documentos da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB).

Nesse cenário de agressão incombustível contra o meio ambiente, começaram a aparecer há alguns anos prenúncios de um desastre ecológico semelhante aos primeiros sinais de alarme da tragédia ecológica já clássica de Minamata, no Japão, onde centenas de pessoas morreram ou sofreram profundos distúrbios físicos e mentais devido ao envenenamento por mercúrio. Em 1975, pesquisadores do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo detectaram nas águas e sedimentos do estuário de Santos a presença de até 2,5 microgramas de mercúrio por litro



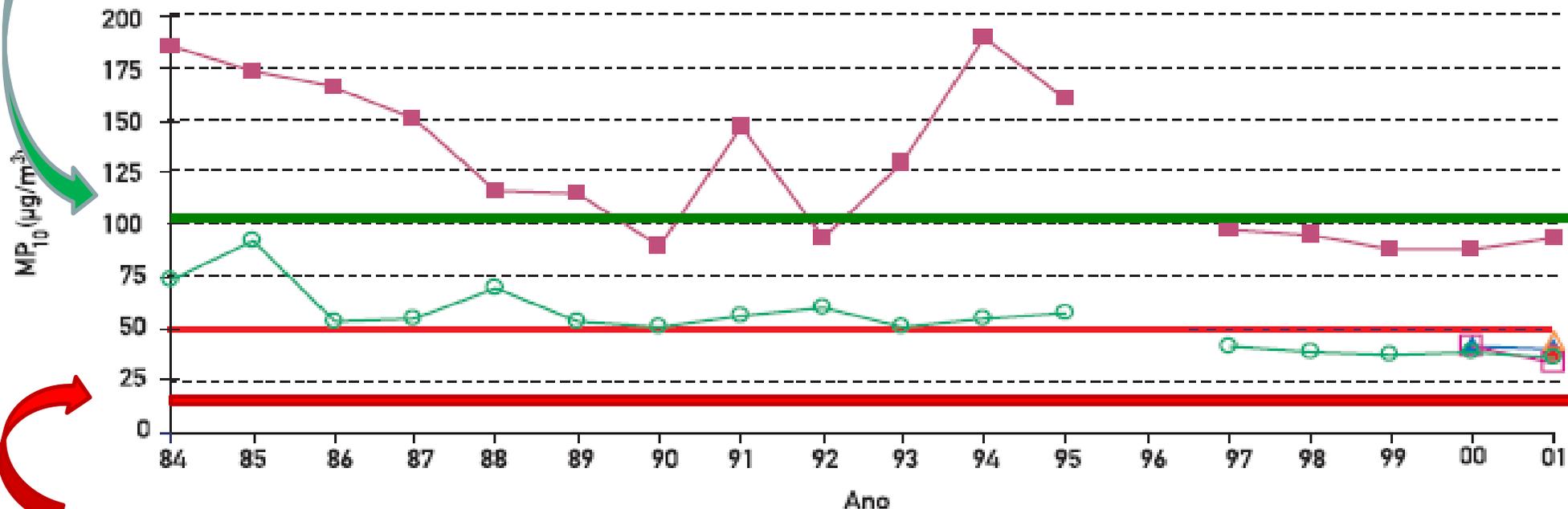
Agência F4

Ciência Hoje, 1(1), 1982

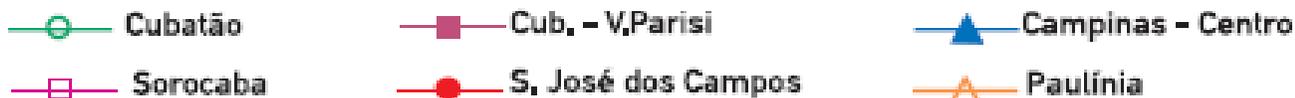


Mapa esquemático da região de Cubatão (143 km<sup>2</sup>) mostrando a localização das indústrias e das estações medidas (Cetesb, 2001).

## Atenção na escala do eixo Y do próximo gráfico

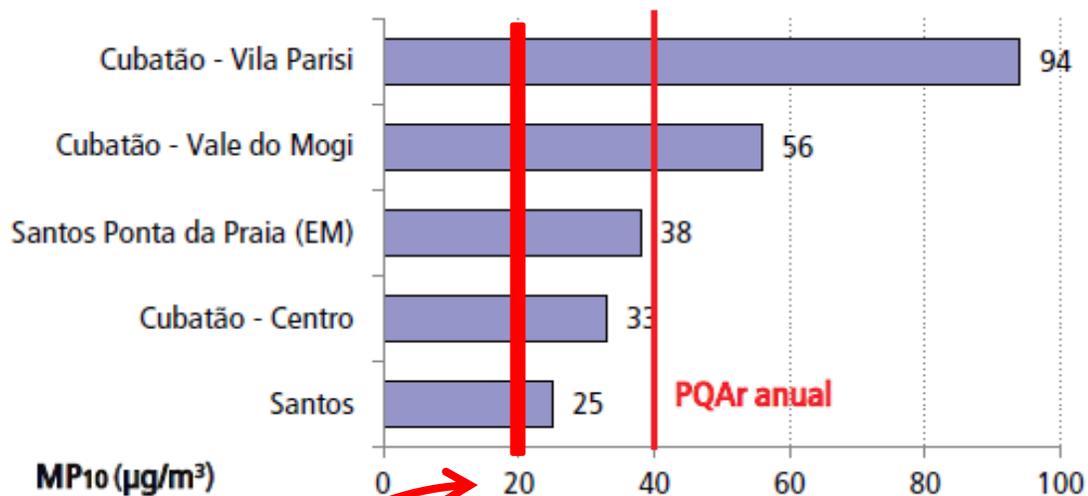


OMS  
20 µg m<sup>-3</sup>



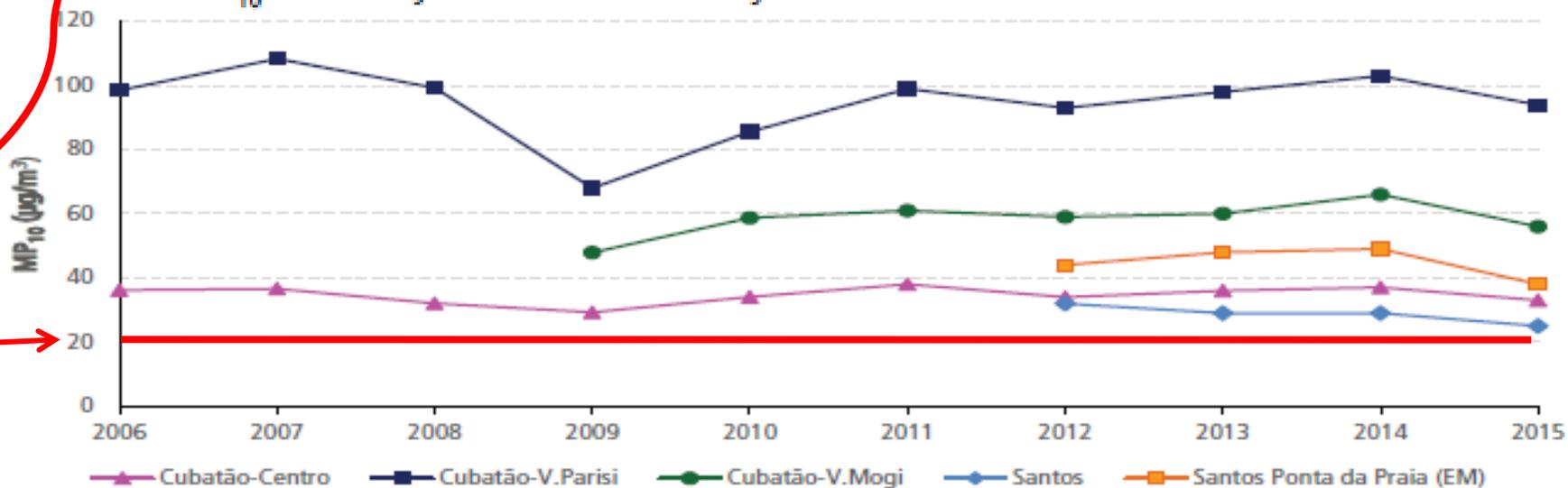
MP<sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias anuais no Interior e Cubatão 1984-2001

## MP<sub>10</sub> – Classificação das concentrações médias anuais – Baixada Santista – 2015



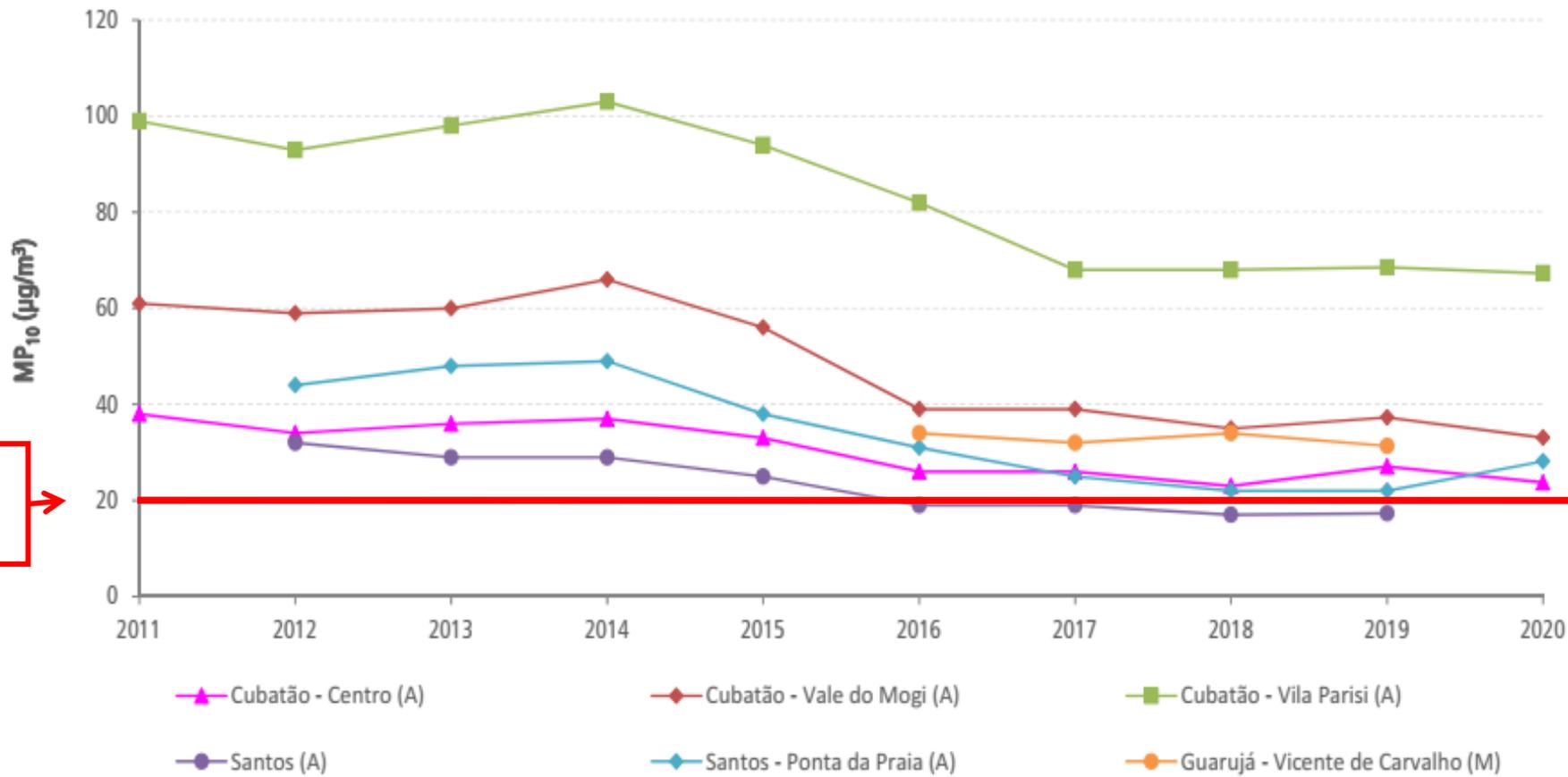
MP<sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias anuais na Baixada Santista e Cubatão 2006-2015

## MP<sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias anuais – Baixada Santista



OMS  
20 µg m<sup>-3</sup>

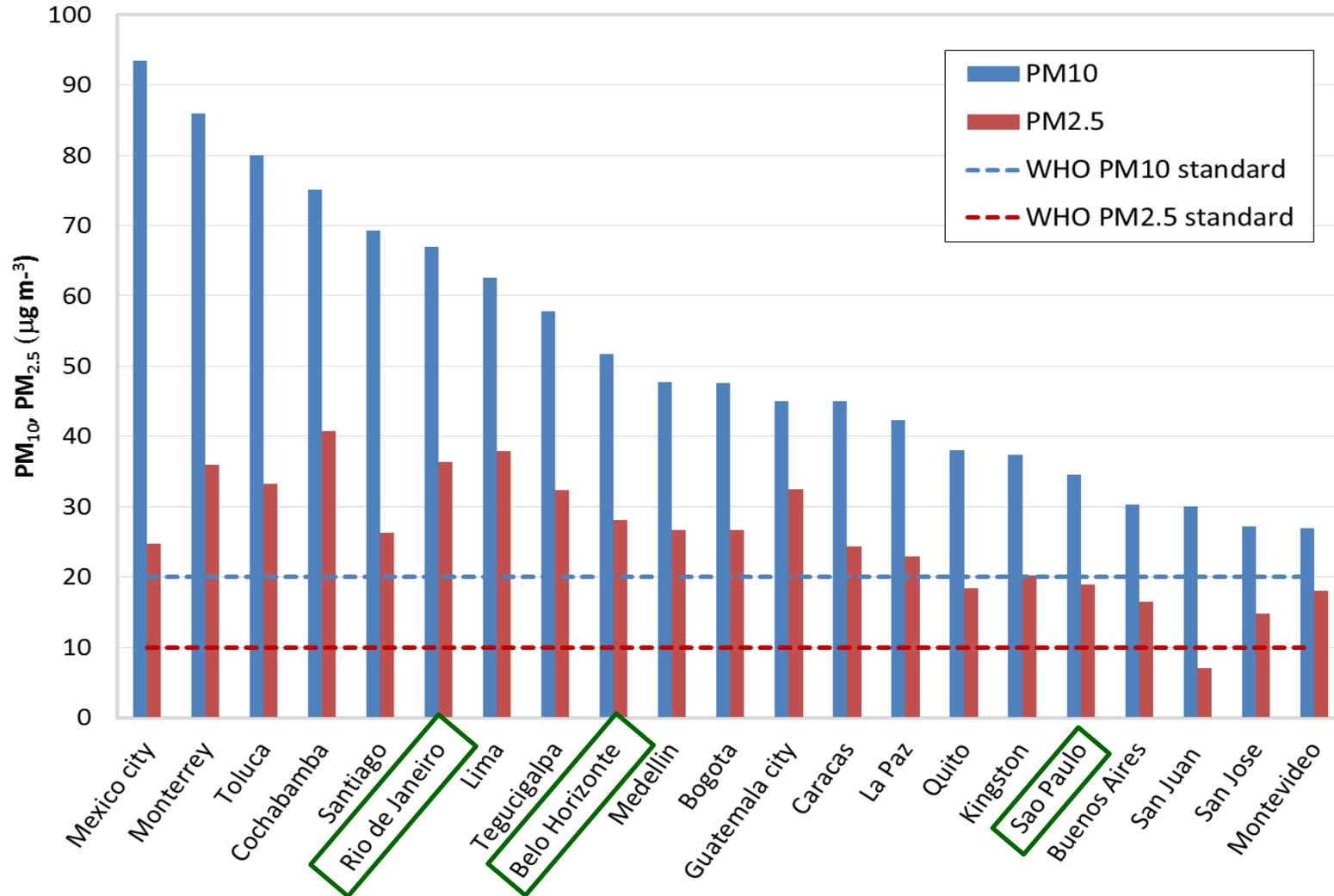
# MP<sub>10</sub> – Evolução das concentrações médias anuais – Baixada Santista



OMS  
20 µg m<sup>-3</sup>

CETESB, 2021)

Níveis médios anuais de  $MP_{10}$  e  $MP_{2,5}$  em algumas **idades das Américas**, com base de dados 2010-2013, de acordo com a disponibilidade de cada cidade (WHO 2014).



# Processos e alguns compostos envolvidos na química atmosférica e poluição do ar, com destaque para os processos de deposição (Fornaro, 1991).

