



Qualidade do Ar Urbano: Controle, Monitoramento e Impactos da Poluição

Prof. Édler Lins de Albuquerque

1

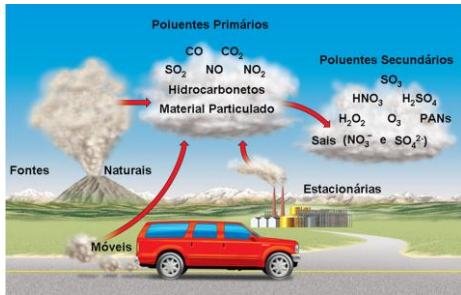
Roteiro desta Apresentação

- ▶ Fundamentos de Qualidade do ar
- ▶ Fontes de emissão
- ▶ Poluentes do ar
- ▶ Gestão da Qualidade do Ar
- ▶ Conclusões

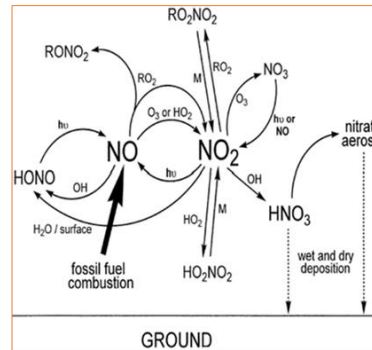
2

2

Atmosfera: um reator gigante



Esta Foto de Autor Desconhecido está licenciada em [CC BY](#)



3

Impactos Negativos da Poluição do Ar



Problemas à saúde humana



Inconvenientes ao bem estar público



Alterações nos materiais



Prejuízos aos ecossistemas



Mudança climática

4

Fontes Poluidoras



Emissões naturais

- Spray marinho
- Erupções vulcânicas
- Tempestades de areia
- Processos biológicos
- Incêndios espontâneos



Emissões antrópicas

- Veículos
- Indústrias
- Obras públicas
- Lixões
- Queimadas provocadas

5



Atividades industriais



Movimentação de veículos



Atividades indoor



Queimadas

**Principais
atividades que
emitem poluentes
na atmosfera**

6

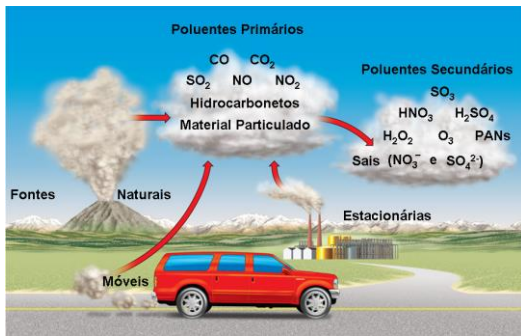
Principais Poluentes do Ar

Convencionais

- ➔ Óxidos de enxofre - SO_x
- ➔ Óxidos de nitrogênio - NO_x
- ➔ Monóxido de carbono - CO
- ➔ Ozônio - O_3
- ➔ Material particulado - PTS, MP_{10} , $\text{MP}_{2,5}$
- ➔ Chumbo - Pb .

Não-convencionais

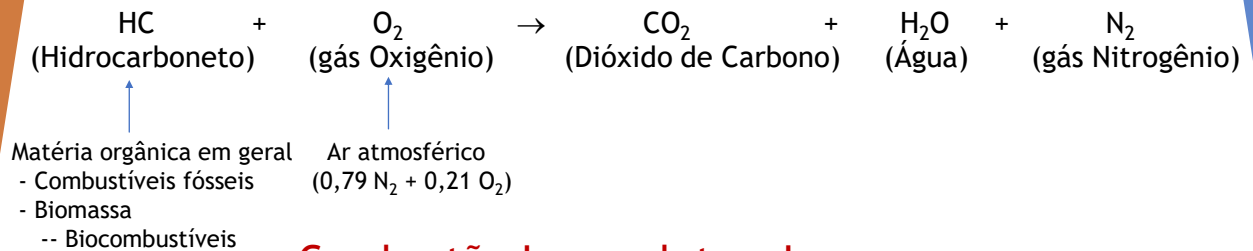
- ➔ Gases de Efeito estufa (CO_2 , N_2O , CH_4 , CFCs, HFCs, outros)
- ➔ Material particulado ultrafino - $\text{MP}_{0,1-1,0}$
- ➔ Compostos reduzidos de enxofre
- ➔ Compostos orgânicos voláteis
- ➔ Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos
- ➔ Amônia
- ➔ Metais
- ➔ Sais inorgânicos
- ➔ Dioxinas e furanos



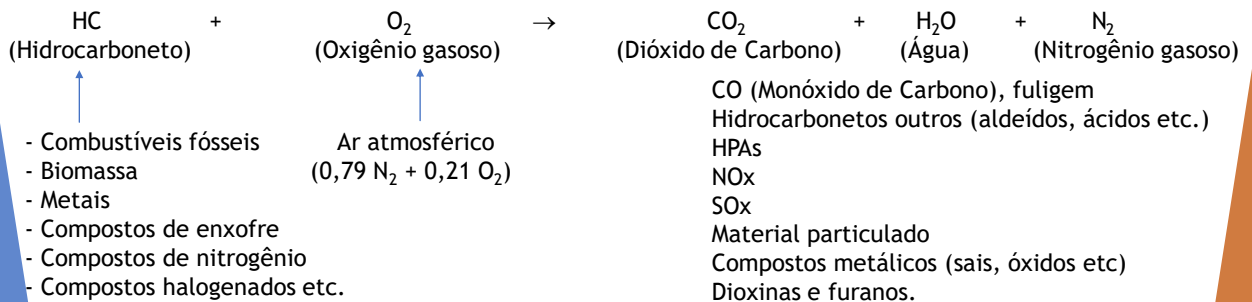
7

7

Combustão Completa de Hidrocarbonetos Puros



Combustão Incompleta + Impurezas



8

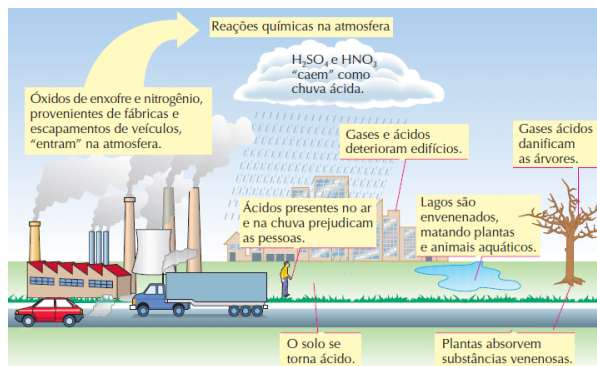
Poluentes Convencionais: Fontes e Efeitos ao meio ambiente

Poluente	Características	Fontes Principais	Efeitos Gerais ao Meio Ambiente
Partículas Inaláveis (MP ₁₀) e Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 10 micra.	Processos de combustão (indústria e veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera).	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 100 micra.	Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua ressuspensa, queima de biomassa. Fontes naturais: pólen, aerossol, marinho e solo.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo.
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO ₃ , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H ₂ SO ₄ . É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, produção de polpa e papel, fertilizantes.	Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas.
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação de ácido nítrico, nitratos (o qual contribui para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações.	Pode levar à formação de chuva ácida, danos à vegetação e à colheita
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido.	Combustão incompleta em veículos automotores.	
Ozônio (O ₃)	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica	Não é emitido diretamente para a atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis.	Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas; plantas ornamentais.

9

9

NO_x e SO_x - Chuva Ácida



10

Impactos à Saúde Humana

Menos Sérios

Reversíveis
Não debilitam
Não ameaçam à vida



Mais Sérios

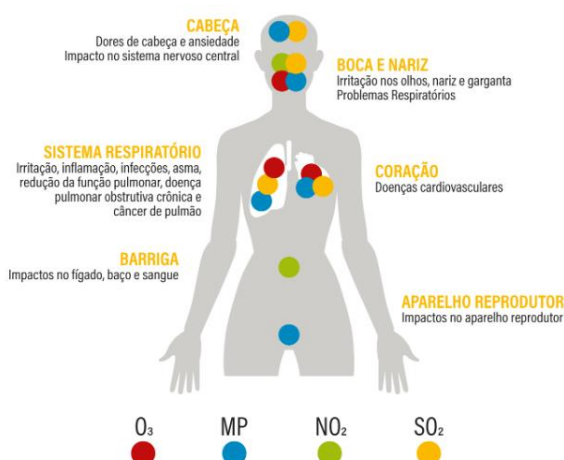
Irreversíveis
Debilitam
Ameaçam à vida



11

11

Efeitos à saúde dos poluentes convencionais



Pesquisas evidenciam redução da expectativa de vida e ao aumento do risco de arritmias e infarto agudo do miocárdio, bronquite crônica e asma, doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOC), obesidade, câncer do pulmão e depressão:

DOCKERY et al., 1993;
SALDIVA et al., 1995;
POPE et al., 1995, 2002;
BRAGA et al., 2001;
CONCEIÇÃO et al., 2001;
ANDERSON et al., 2004;
FARHAT et al., 2005; PETERS, 2005;
CANÇADO et al., 2006; LADEN et al., 2006;
WHO, 2006; POPE; DOCKERY, 2006;
NASCIMENTO et al., 2006;
ULIRSCH et al., 2007;
CAREY et al., 2013;
DOMINICI et al., 2002);
RODRIGUES et al. (2015).

12

Queimadas



- ❑ Queima de biomassa
- ❑ Emissão de poluentes
- ❑ Perda de biodiversidade
- ❑ Esgotamento do solo superficial



Esta Foto de Autor Desconhecido está licenciado em [CC BY-ND](#)



13

13

Poluição Industrial

- ❑ Queima de Combustíveis
- ❑ Descargas de processo
- ❑ Evaporação de solventes
emissão de outras substâncias
orgânicas e inorgânicas



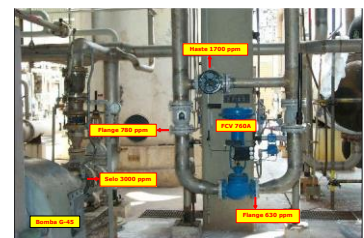
Lagoas



Tanques



Esta Foto de Autor Desconhecido está licenciado em [CC BY-SA](#)

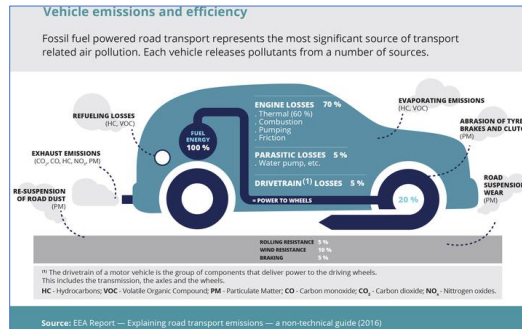
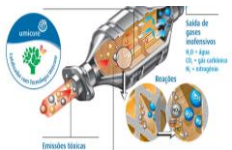


14

Poluição Veicular

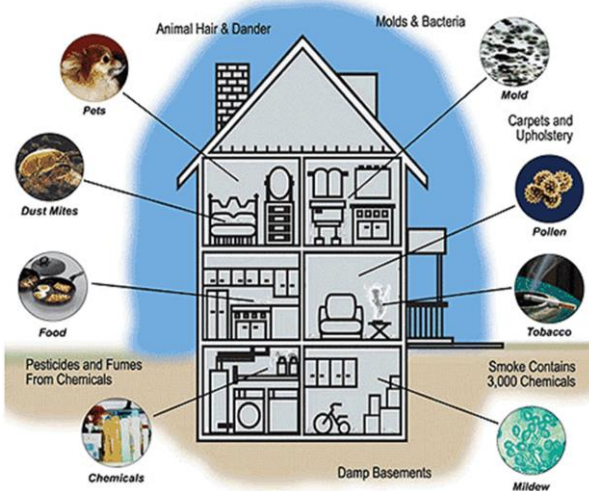


- ❑ Queima de Combustíveis
- ❑ Evaporação de solventes
- ❑ Desgastes das vias



15

Poluição Interior (Indoor)



Estratégias para Mitigação e Minimização:

- Controle na fonte;
- Diluição e recirculação por ar fresco (ventilação e / ou limpeza do ar no duto);
- Desinfecção do ambiente.

16

16

Poluição Interior (Indoor)

Sistemas de Climatização de Ambientes:

- [Lei nº 13.589, de 4 de janeiro de 2018;](#)
- Resolução - RE/ANVISA nº 9, de 16/01/2003;
 - ✓ Conc. de CO₂ ≤ 1.000 ppm (renovação);
 - ✓ Conc. de aerodispersóides totais: ≤ 80 µg/m³ (pureza);
 - ✓ Temperatura: 23 - 26 °C (verão) / 20 - 22 °C (inv.);
 - ✓ Umidade rel. do ar (%): 40 - 65 (verão) / 35 - 65% (inv.).
- NBR 16655-1/2/3, NBR 6401, NBR- 6402, NBR-10.719, MB-3422 da ABNT dentre outras;
- NHO n. 003 da FUNDACENTRO.

17

17

Compostos Orgânicos Voláteis - COVs



- ▶ Mais de 200 fontes identificadas
 - ▶ Combustão de matéria orgânica
 - ▶ Processamento metalúrgico
 - ▶ Produção e refino de petróleo e derivados
 - ▶ Processos de tratamento de superfícies
 - ▶ Tratamento e lançamento de rejeitos
 - ▶ Produção de defensivos e fertilizantes
 - ▶ Produção de resinas e polímeros
- ▶ Podem ainda ser formados na atmosfera

18

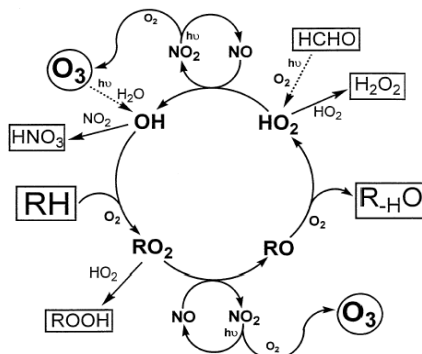
Efeitos diretos sobre a saúde

Poluentes Orgânicos	Efeitos Potenciais
Benzeno 1,3-Butadieno	Causam Leucemia e Polycythaemia. ^{A,C}
Formaldeído	Pode Causar Câncer no Trato Respiratório e Alimentar. É Cancerígeno em Animais.
Diclorometano Tolueno Estireno	Afetam o Sistema Nervoso Central. ^C
Clorofórmio Tetracloreto de Carbono	Apresentam Propriedades Carcinogênicas e/ou Genotóxicas. ^C
PAH - Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos	Provocam Câncer no Pulmão. ^B

Fontes: ^A Lora (2000), ^BChivian et al. (1994), ^CCrump (1995).

19

COVs - Geração de Oxidantes Fotoquímicos



Processos reativos de hidrocarbonetos saturados. Fonte: Jenkin et al. (1999)

Exemplos de oxidantes fotoquímicos:

- Nitrato de Peroxiacetila (PAN)
- Acroleína
- Nitratos de Peroxibenzoila (PBN)
- Aldeídos
- Ozônio

20

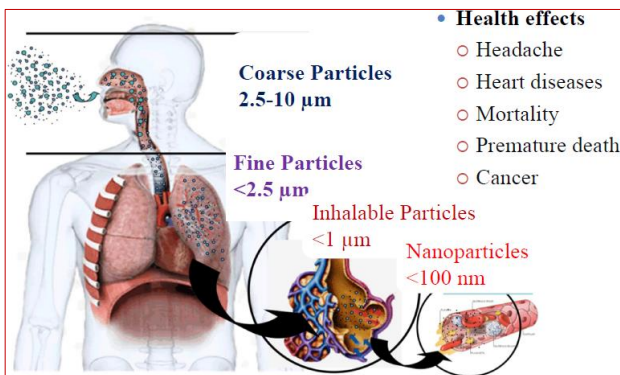
Oxidantes Fotoquímicos

- ▶ Principal exemplo: ozônio
- ▶ Irritante dos olhos
- ▶ Ataca o sistema respiratório
- ▶ Provoca danos à agricultura
- ▶ São formados na atmosfera a partir dos NOx e COVs
- ▶ Danos a obras de arte.



21

Material Particulado



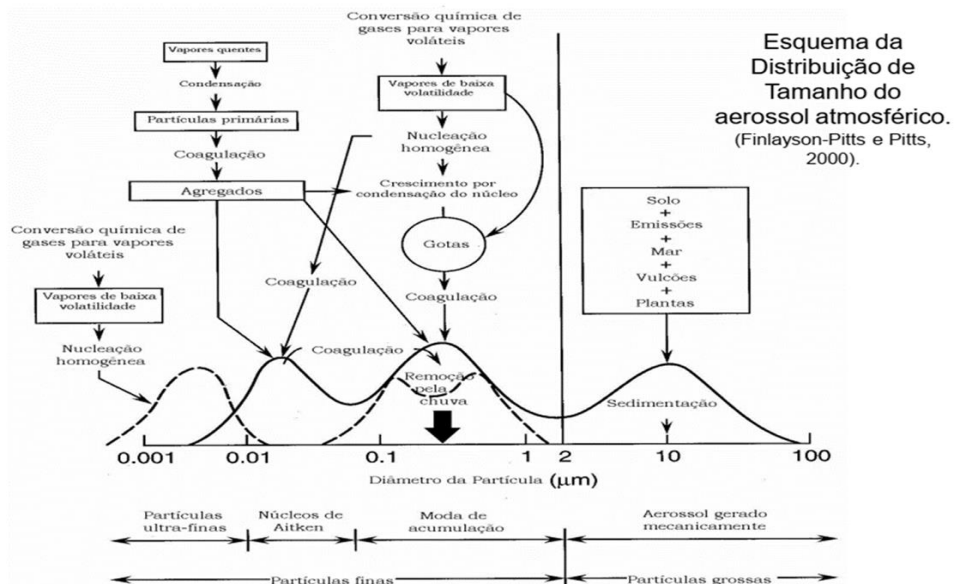
Givehchi et al. (2017).



- ▶ PTS: Partículas totais em suspensão
- ▶ MP₁₀: Fração torácica do MP (inalável)
- ▶ MP_{2.5}: Fração de maior risco (respirável)
- ▶ MP_{1.0}: Fração sub-micrômica

22

Processos Atmosféricos de Formação de Material Particulado

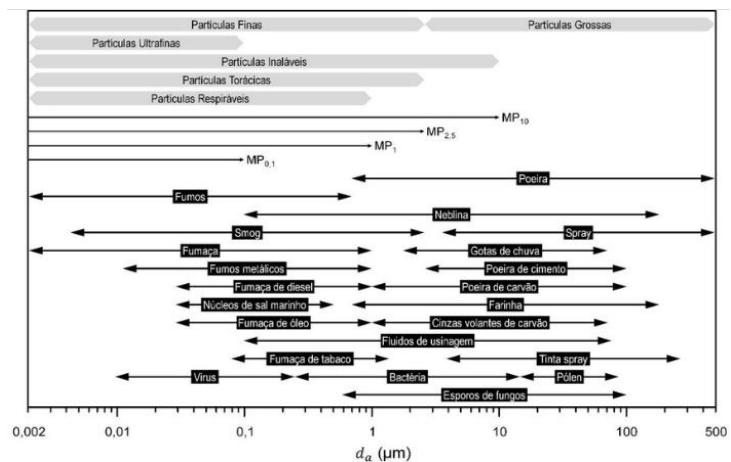


PTS: Partículas totais em suspensão; MP_{10} : Fração torácica do MP (inalável); $\text{MP}_{2.5}$: Fração de maior risco (respirável); $\text{MP}_{1.0}$: Fração Sub-micrômica

23

23

Material Particulado



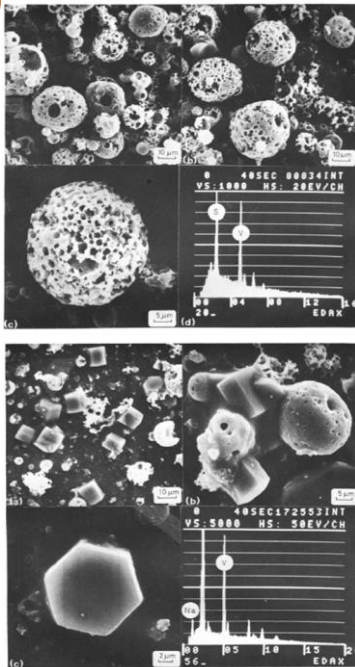
Brito et al. (2018):

https://www.researchgate.net/publication/328919041_Impact_of_Particiulate_Matter_on_Air_Quality/download

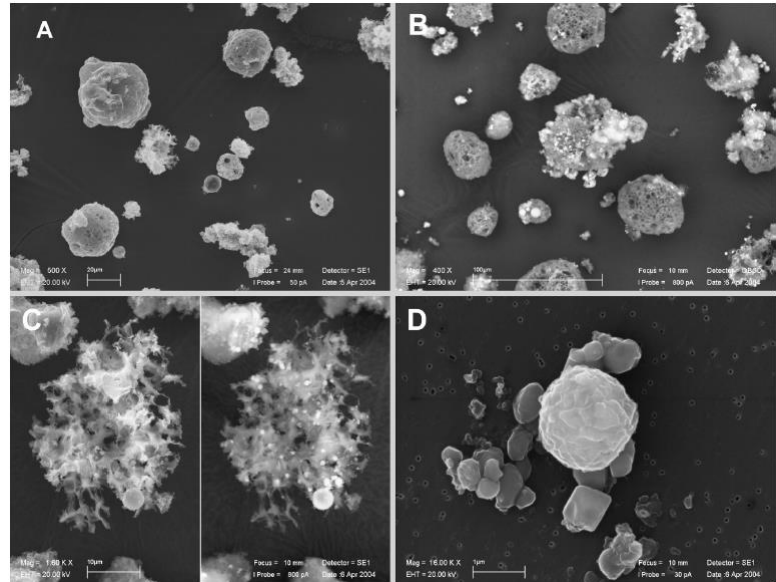
- ▶ PTS: Partículas totais em suspensão; MP_{10} : Fração torácica do MP (inalável)
- ▶ $\text{MP}_{2.5}$: Fração de maior risco (respirável); $\text{MP}_{1.0}$: Fração sub-micrômica

24

Impactos nocivos do MP à saúde humana



Bacci et al., *J Aerosol Sol.* v. 14, n. 4. 557-572, 1983.

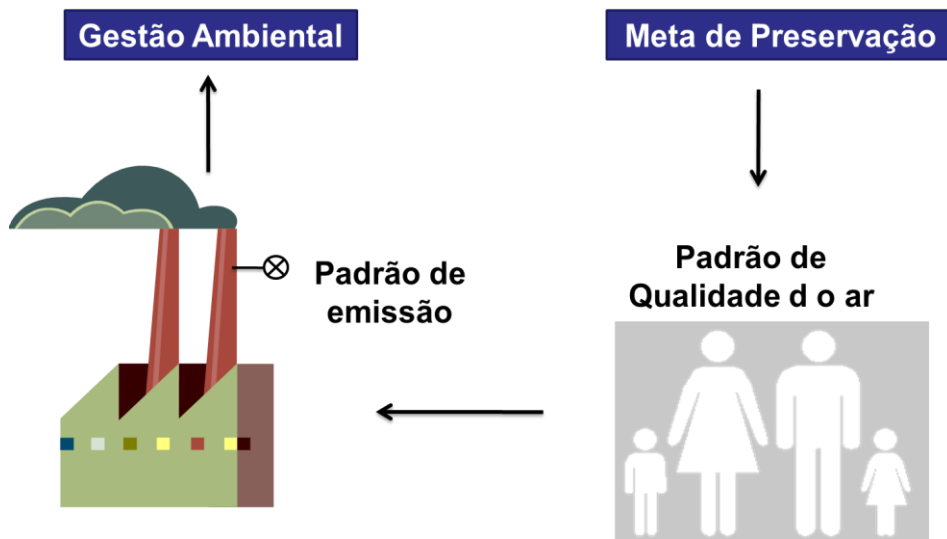


Hays et al.; *Energy & Fuels*, 2009, 23, 2544–2551.

25

25

Gestão da Qualidade do Ar



26

26



A proteção da qualidade do ar no país encontra respaldo legal tanto na Constituição Federal de 1988 como na legislação ordinária, tendo como corolário a Lei 6.938/81 que delimita os objetivos, princípios e instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA).

Legislação Federal

- ▶ PRONAR - Resolução do CONAMA nº5, de 15.06.89.
- ▶ PROCONVE e PROMOT.
- ▶ Plano Nacional de Qualidade do Ar (PNQA) - Compromisso: 2009.
- ▶ Plano de Controle da Poluição Veicular (PCPV).
- ▶ Novos padrões de qualidade do ar - Resolução n. 491 de 19/11/2018.

<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar>

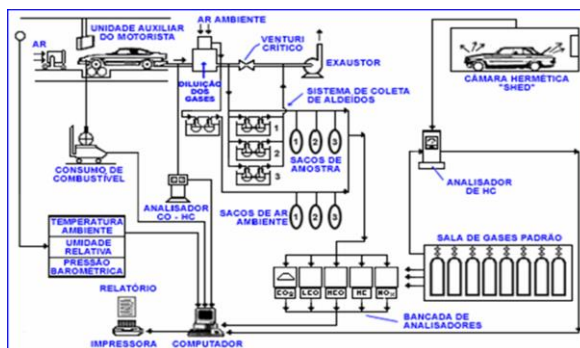
27

27

Medição na Fonte – Emissões Veiculares



RESOLUÇÃO Nº 490, DE 16 DE NOVEMBRO DE 2018
PROCONVE – FASE P8



<https://cetesb.sp.gov.br/veicular/laboratorio-de-emissao-veicular/>

28

28

Inventários de emissão veicular

Metodologia:

2° tipo de estimativa (Tier) - U. S. EPA

$$E_i = \sum_k \sum_j \sum_p (Fe_{ikjp} \cdot Fc_{ikjp} \cdot Kma_{kj} \cdot N_{kjp}) \times 10^{-6}$$

E_i = Emissão anual de um poluente i em toneladas.

Fe_{ikjp} = Fator de emissão para veículos novos (g de i / Km).

Fc_{ikjp} = Fator de correção para o poluente i .

Kma_{kj} = Quilometragem média anual desenvolvida.

N_{kjp} = Número de veículos.

k = categoria.

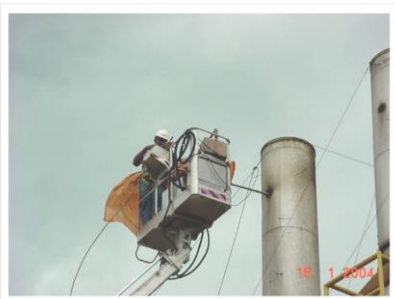
j = ano de fabricação.

p = combustível processado.

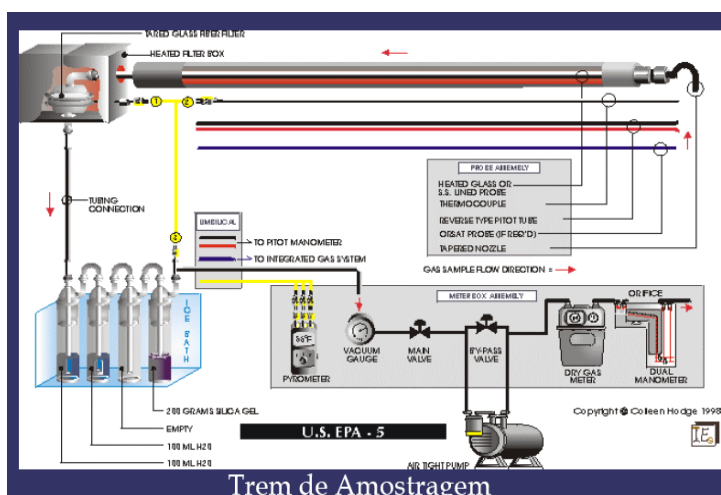
29

29

Medição na Fonte - Amostragem em Chaminé



RESOLUÇÕES CONAMA N. 382, de 26/12/2006 e N. 436, DE 22/12/2011.



<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/qualidade-do-ar/fontes-fixas.html>

30

30

Monitoramento da Qualidade do Ar



Descontínuos



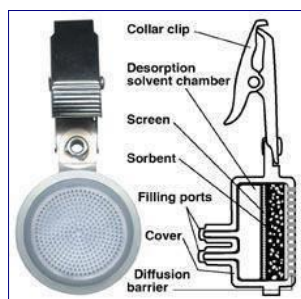
Bio-indicadores



Meteorológicos



Contínuos não-automáticos



Monitor Passivo

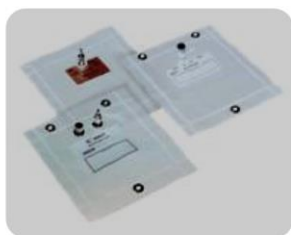


Contínuos Automáticos

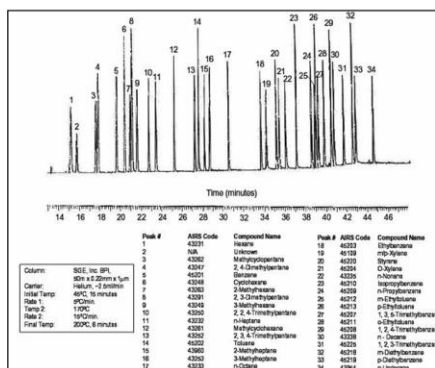
31

31

Técnicas para Amostragem de Gases no Ar



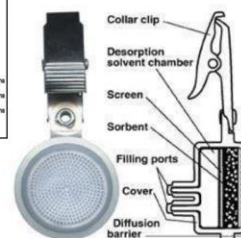
Sampling bags



Summa canisters



Tubos adsorventes



Monitor Passivo

32

Tecnologias Convencionais - Coleta de Material Particulado

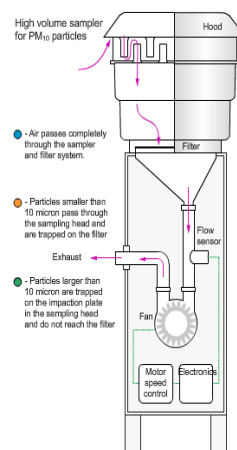
Minivol



Impactador de cascata



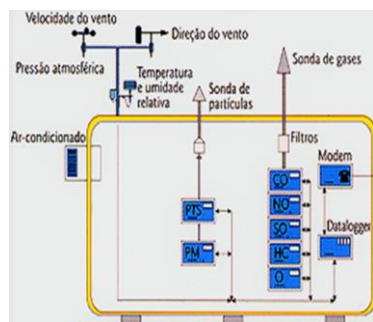
Amostrador de Grandes Volumes (AGV) High-Vol.



33

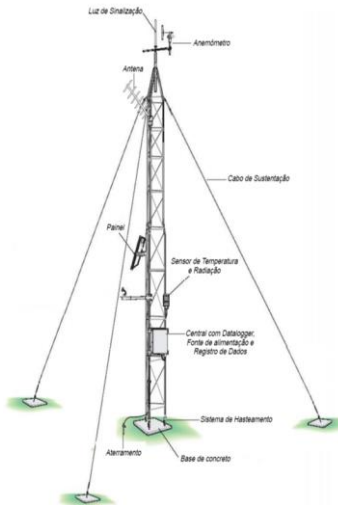
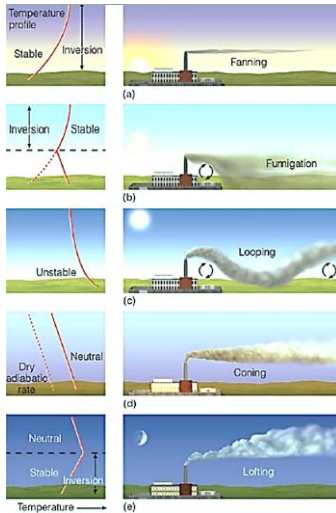
33

Detalhes de Uma Estação de Monitoramento do Ar



34

Monitoramento Meteorológico



- Velocidade e direção do vento;
- Temperatura e umidade do ar;
- Pressão atmosférica;
- Precipitação pluviométrica;
- Radiação solar total e frações.

35

35

Emprego de Bioindicadores



(a)

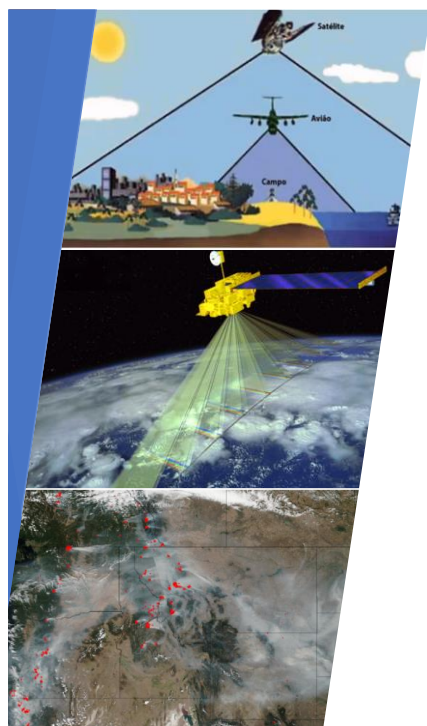
(b)

Biomonitoramento de ozônio:

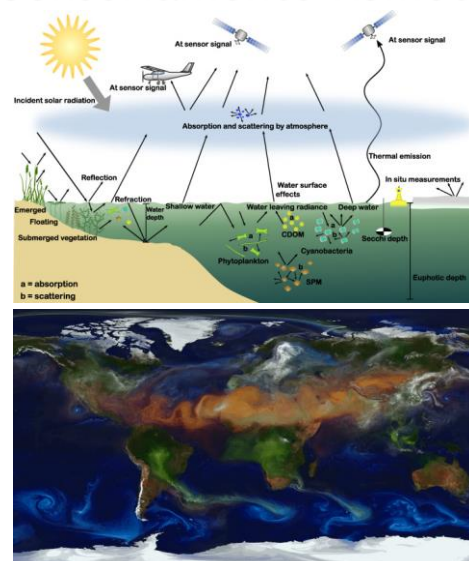
***N. tabacum* Bel-W3 com injúrias típicas do efeito do O_3 (a) e um exemplar saudável (b).**

36

36



Monitoramento por Sensoriamento Remoto



J.A. Engel-Cox et al. / Atmospheric Environment 38 (2004) 2495-25092496

37

37

Padrões de Qualidade do Ar - Resolução n. 491 de 19/11/2018

Poluente Atmosférico	Sigla	Período de Referência	PI-1 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PI-2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PI-3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PF ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	ppm
Material Particulado	MP ₁₀	24 horas	120	100	75	50	-
		Anual ¹	40	35	30	20	-
Material Particulado	MP _{2,5}	24 horas	60	50	37	25	-
		Anual ¹	20	17	15	10	-
Dióxido de Enxofre	SO ₂	24 horas	125	50	30	20	-
		Anual ¹	40	30	20	-	-
Dióxido de Nitrogênio	NO ₂	1 horas ²	260	240	220	200	-
		Anual ¹	60	50	45	40	-
Partículas Totais em Suspensão	PTS	24 horas	-	-	-	240	-
		Anual ⁴	-	-	-	80	-
Fumaça	-	24 horas	120	100	75	50	-
		Anual ¹	40	35	30	20	-
Ozônio	O ₃	8 horas ³	140	130	120	100	-
Monóxido de Carbono	CO	8 horas ³	-	-	-	-	9
Chumbo	Pb ⁵	Anual ¹	-	-	-	0,5	-

1 - Média aritmética anual

2 - Média horária

3 - Máxima média móvel obtida no dia

4 - Média geométrica anual

5 - Medido nas partículas totais em suspensão

Partes por milhão (ppm)

38

38

Padrões de Qualidade do Ar - Resolução n. 491 de 19/11/2018

Poluente Atmosférico	Período de Referência	PI-1 µg/m³	PI-2 µg/m³	PI-3 µg/m³	PF µg/m³	ppm
Material Particulado - MP ₁₀	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual ¹	40	35	30	20	-
Material Particulado - MP _{2,5}	24 horas	60	50	37	25	-
	Anual ¹	20	17	15	10	-
Dióxido de Enxofre - SO ₂	24 horas	125	50	30	20	-
	Anual ¹	40	30	20	-	-
Dióxido de Nitrogênio - NO ₂	1 hora ²	260	240	220	200	-
	Anual ¹	60	50	45	40	-
Ozônio - O ₃	8 horas ³	140	130	120	100	-
Fumaça	24 horas	120	100	75	50	-
	Anual ¹	40	35	30	20	-
Monóxido de Carbono - CO	8 horas ³	-	-	-	-	9
Partículas Totais em Suspensão - PTS	24 horas	-	-	-	240	-
	Anual ⁴	-	-	-	80	-
Chumbo - Pb ⁵	Anual ¹	-	-	-	0,5	-

¹ - média aritmética anual

² - média horária

³ - máxima média móvel obtida no dia

⁴ - média geométrica anual

⁵ - medido nas partículas totais em suspensão

Art. 4º §3º Os Padrões de Qualidade do Ar Intermediários e Final - PI-2, PI-3 e PF serão adotados, cada um, de forma subsequente, levando em consideração os Planos de Controle de Emissões Atmosféricas e os Relatórios de Avaliação da Qualidade do Ar, elaborados pelos órgãos estaduais e distrital de meio ambiente, conforme os artigos 5º e 6º, respectivamente.

Art. 4º §4º Caso não seja possível a migração para o padrão subsequente, prevalece o padrão já adotado.

Art. 8º Para fins do monitoramento da qualidade do ar, o Ministério do Meio Ambiente, em conjunto com os órgãos ambientais estaduais e distrital, no prazo de 12 meses após a entrada em vigor desta Resolução, elaborará guia técnico contendo, dentre outros, os métodos de referência adotados e os critérios para utilização de métodos equivalentes, da localização dos amostradores e da representatividade temporal dos dados e sistematização do cálculo do índice de qualidade do ar, conforme estabelecido no Anexo IV.

39

39

Índice de Qualidade do Ar



$$IQA = \frac{I_{Sup} - I_{Inf}}{C_{Sup} - C_{Inf}} \times (C - C_{Inf}) + I_{Inf}$$

https://www.youtube.com/watch?v=_r9O-AX8Juk

Estrutura do índice de qualidade do ar							
Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m³) 24h	MP _{2,5} (µg/m³) 24h	O ₃ (µg/m³) 8h	CO (ppm) 8h	NO ₂ (µg/m³) 1h	SO ₂ (µg/m³) 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

40

40

Métodos de Referência e Critérios

Tabela 4.1.5 - Critérios para Monóxido de Carbono.				
Poluente	Escala	Altura a partir do solo	Distância a partir de estruturas de suporte	
CO	Micro		Vertical	Horizontal ^a
		3 ± 1/2 m	> 1	> 1
Critérios adicionais:				
1. Deve ser mantida uma distância maior que 10 metros a partir o cruzamento de ruas e deve ser instalado na metade do quarteirão.				
2. Deve ser mantida uma distância de 2 a 10 m a partir do cruzamento da faixa de tráfego mais próxima. ^b				
3. O fluxo de ar deve ficar desobstruído num arco de 180° em torno da entrada.				
Poluente	Escala	Altura a partir do solo	Distância a partir de estruturas de suporte	
CO	Média		Vertical	Horizontal ^a
	Suburbana	3 - 15 m	> 1	> 1
Critérios adicionais:				
1. O distanciamento a partir de estradas varia com o tráfego (ver tabela a seguir).				
Distância de Separação Mínima entre Estações de Escalas Suburbana e Urbana para CO e Rodovias (Borda da Faixa de Tráfego mais Próxima)				
Tráfego diário médio (veículos por dia)		Distância de separação mínima entre rodovias e a estação (m)		
≤ 10.000		10		
15.000		25		
20.000		45		
30.000		80		
40.000		115		
50.000		135		
≥ 60.000		150		
^a Distâncias devem ser interpoladas com base no fluxo de tráfego.				
2. O fluxo de ar deve estar desobstruído em um arco de 270° em torno da entrada, ou de 180° se a entrada está ao lado de um edifício.				


UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY
 CENTER FOR ENVIRONMENTAL MEASUREMENTS & MODELING
 AIR METHODS & CHARACTERIZATION DIVISION (MD-1205-03)
 Research Triangle Park, NC 27711
 Office of Research and Development

LIST OF DESIGNATED REFERENCE AND EQUIVALENT METHODS

Issue Date: June 15, 2020
 (www.epa.gov/ttn/amtic/criteria.html)

These methods for measuring ambient concentrations of specified air pollutants have been designated as "reference methods" or "equivalent methods" in accordance with Title 40, Part 53 of the Code of Federal Regulations (40 CFR Part 53). Subject to any limitations (e.g., operating range or temperature range) specified in the applicable designation, each method is acceptable for use in state or local air quality surveillance systems under 40 CFR Part 58 unless the applicable designation is subsequently canceled. Automated methods for pollutants other than PM₁₀ are acceptable for use only at shelter temperatures between 20°C and 30°C and line voltages between 105 and 125 volts unless wider limits are specified in the method description.

Prospective users of the methods listed should note (1) that each method must be used in strict accordance with its associated operation or instruction manual and with applicable quality assurance procedures, and (2) that modification of a method by its vendor or user may cause the pertinent designation to be inapplicable to the method as modified. (See Section 2.8 of Appendix C, 40 CFR Part 58 for approval of modifications to any of these methods by users.)

Further information concerning particular designations may be found in the *Federal Register* notice cited for each method or by writing to the Center for Environmental Measurements and Modeling, Air Methods and Characterization Division (MD-1205-03), U.S. Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, North Carolina 27711. Technical information concerning the methods should be obtained by contacting the source listed for each method. Source addresses are listed at the end of the listing of methods, except for the addresses for lead method sources, which are given with the method. New analyzers or PM₁₀ samplers sold as reference or equivalent methods must carry a label or sticker identifying them as designated methods. For analyzers or PM₁₀ samplers sold prior to the designation of a method with the same or similar model number, the model number does not necessarily identify an analyzer or sampler as a designated method. Consult the manufacturer or seller to determine if a previously sold analyzer or sampler can be considered a designated method or if it can be upgraded to designation status. Analyzer users who experience operational or other difficulties with a designated analyzer or sampler and are unable to resolve the problem directly with the instrument manufacturer may contact EPA (preferably in writing) at the above address for assistance.

This list will be revised as necessary to reflect any new designations, modifications of existing designations, or any cancellation of a designation currently in effect. The most current revision of the list will be available for inspection at EPA's Regional Offices, and copies may be obtained at the Internet site identified above or by writing to the Center for Environmental Measurements and Modeling at the address specified above.

41

Diagnóstico - Redes de Monitoramento da Qualidade do Ar

Monitoramento da qualidade do ar no Brasil

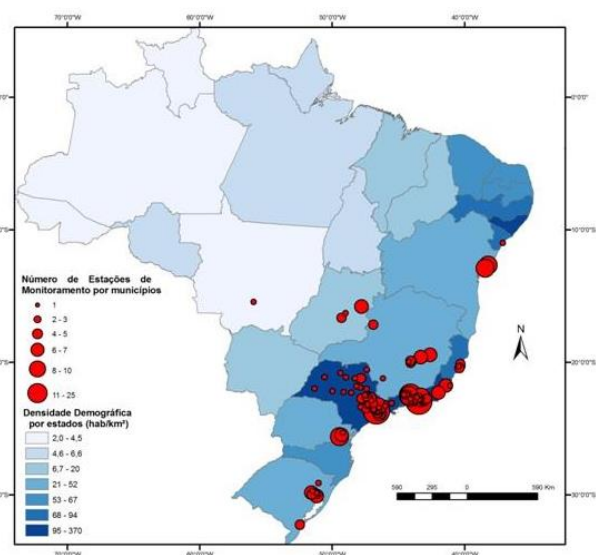
São Paulo, junho de 2014

Autores: Evangelina Motta Pacheco Alves de Araujo Vormittag, Renan Rodrigues da Costa, Aline Atsuta Braga, Marina Miranda, Nicole Cristina do Nascimento e Paulo Hilário Nascimento Saldiva

https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Diagnostico_Nete_de_Monitoramento_da_Qualidade_do_Ar.pdf

Número de estações por 1.000 km² e por 100.000 habitantes

País	Número de Estações	Áreas dos territórios (km ²)	População total	Estações/1.000 km ²	Estações/100.000 hab.
Brasil	252	8.515.767	190.732.694	0,03	1,3
Estado de São Paulo	86	248.222	41.262.199	0,35	2
Estado do Rio de Janeiro	80	43.780	15.989.929	1,8	5
EUA	5.000*	9.826.675	318.154.828	0,5	16
Europa	7.500	4.234.000	505.665.739	1,7	14,8



42

Estudo1 - Instituto Energia e Meio Ambiente - MMA 2014

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

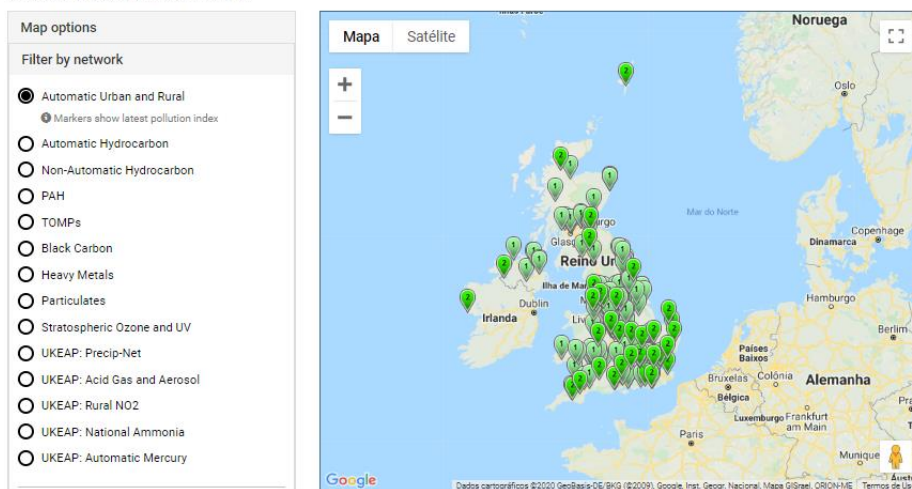
- ✓ Nem todos os parâmetros são monitorados em todas as redes;
- ✓ O monitoramento existente é descontínuo;
- ✓ As informações levantadas não são suficientes para um adequado diagnóstico sobre a qualidade do ar;
- ✓ Falta de recursos para fomentar as redes e sua manutenção;
- ✓ Necessidade de investimentos técnicos, financeiros e políticos) para:
 - Ampliar a cobertura territorial e dar perenidade à operação;
 - Ampliar as capacidades técnicas e criar condições e fomento para reestruturar e readequar as redes existentes;
 - Reorganizar o PRONAR para impulsionar as demandas e concretizar soluções.

43

Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar - UK

Interactive monitoring networks map

Use the interactive map below to explore different UK monitoring networks. The map shows the current sites within the network selected. Information about the selected network is shown below the map.



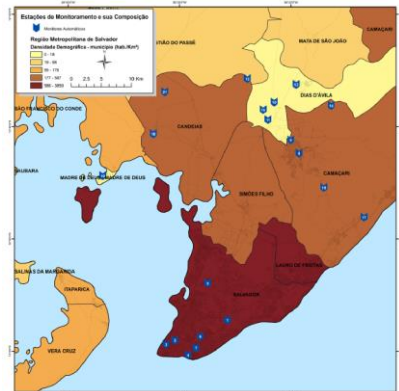
<https://uk-air.defra.gov.uk/interactive-map?network=aur>

44

44

Monitoramento da Qualidade do Ar na RM de Salvador

NÚMERAÇÃO NO MAPA	ESTACÃO	TIPO DE MONITOR	COORDENADAS (UTM) - DATUM SAD-59 - ZONA 24		POLUENTES MONITORADOS										PARÂMETROS METEOROLÓGICOS						
			LONGITUDE	LATITUDE	PTS	MP ₁₀	SO ₂	H ₂ S	O ₃	CO	NH ₃	NO ₂	BTEX	HC	U _{vel}	P _{atm}	RG	UV	T _{amb}	U _{rel}	P _{rel}
1	Paralela - CAB	Automático	562000	8567903		X	X		X	X	X				X	X			X	X	X
2	Campo Grande	Automático	552045	8563950		X	X		X	X	X				X	X			X	X	
3	Dique do Tororó	Automático	553467	8564613		X	X		X	X	X				X	X			X	X	X
4	Rio Vermelho	Automático	555611	8562200		X	X		X	X	X				X	X			X	X	
5	Pirajá	Automático	558816	8573982		X	X		X	X	X				X	X			X	X	
6	Av. ACM/DETRAN	Automático	557596	8565237		X	X		X	X	X				X	X			X	X	X
7	Itaigara	Automático	556894	8563367		X	X		X	X	X				X	X			X	X	
8	Câmara	Automático	573678	8595277			X		X		X				X	X			X	X	
9	Gravatá	Automático	572356	8597454		X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X	X	X
10	Cobre	Automático	569665	8603667			X														
11	Futurama II	Automático	568664	8600779			X														
12	Lamarão	Automático	565326	8607523			X		X		X				X	X	X	X	X	X	
13	Concórdia	Automático	573248	8606556		X	X	X		X	X	X			X	X					
14	Escola	Automático	578933	8603083			X	X	X		X				X	X	X		X	X	
15	Machadinho	Automático	577712	8589634			X		X	X	X				X	X	X	X	X	X	
16	Leandrino	Automático	567887	8602418		X	X	X		X	X	X			X	X					
17	Arcias	Automático	584223	8584728			X														
18	Malembá	Automático	550041	8598515			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
19	Madre de Deus	Automático	541811	8591640			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X	X
20	São Francisco do Conde	Automático	535189	8605390			X					X			X	X			X	X	X
21	Ouro Negro	Automático	551912	8605396		X						X			X	X	X		X	X	X

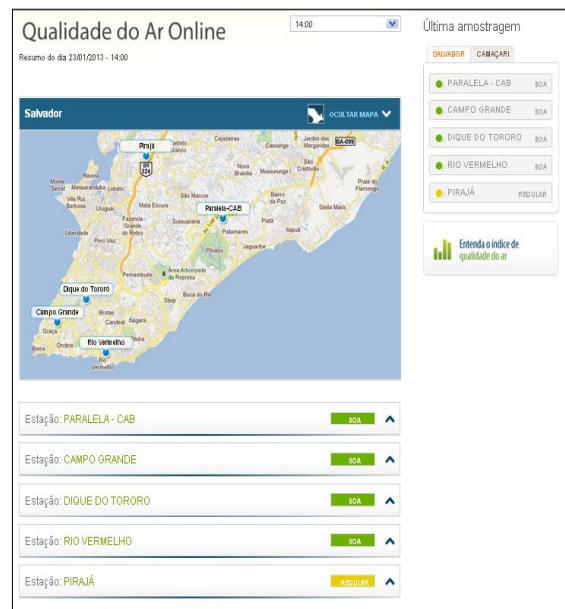
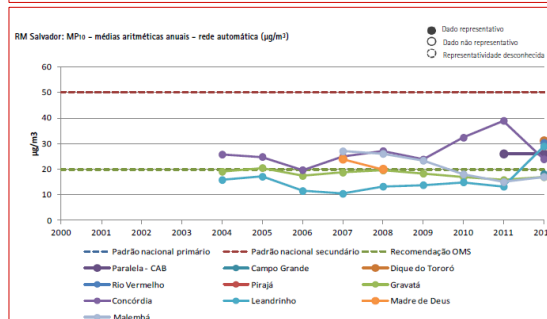
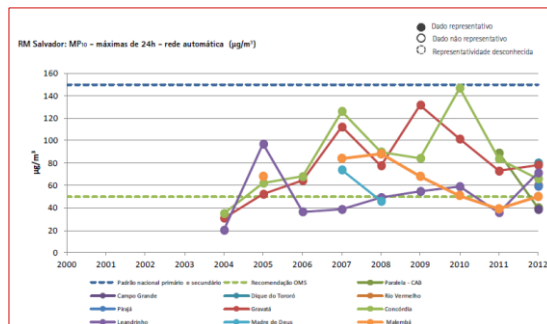


https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Diagnostico_Nete_de_Monitoramento_da_Qualidade_do_Ar.pdf

45

45

Monitoramento da Qualidade do Ar em Salvador



46

46

Sensores Portáteis e Microsensores

SENSORS

- CO₂ Gas Sensor
- CO Sensor
- Combustible Sensor
- Dust Sensor
- H₂ Sensor
- Toxic Gas Sensor
- Air Quality(VOC) Sensor
- Alcohol Sensor
- NH₃ Gas Sensor
- CH₂O Gas Sensor
- O₂ Sensor
- O₃ Gas Sensor
- SO₂ Gas Sensor
- H₂S Sensor
- C₂H₄ Sensor
- PIR Sensor
- Humidity Sensor
- MEMS Gas Sensor
- Gas Flow Sensor
- Pressure Sensor

Your Position: Home > Gas Sensor > Air Quality(VOC) Sensor



ZPOT-MP583 Air-Quality Detection Module
[view details](#)



WSP5110 refrigerant Gas Sensor
[view details](#)



MPB01 Air-Quality Gas Sensor
[view details](#)



MPB05 Air-Quality Gas Sensor
[view details](#)



ZH03B Particles Sensor PM2.5 Dust Sensor
[view details](#)



WSP2110 VOC Gas Sensor
[view details](#)

Dados Técnicos Sensor de Precisão

Parameter	Conditions	Value	Units
Mass concentration accuracy ¹	0 to 100 µg/m ³	±10	µg/m ³
	100 to 1'000 µg/m ³	±10	%
Mass concentration range	-	0 to 1'000	µg/m ³
Mass concentration resolution	-	1	µg/m ³
Mass concentration size range ²	PM1.0	0.3 to 1.0	µm
	PM2.5	0.3 to 2.5	µm
	PM4	0.3 to 4.0	µm
	PM10	0.3 to 10.0	µm

47

47

Redes de Monitoramento + Sensores

M.J. Mead et al. / Atmospheric Environment 70 (2013) 186–203

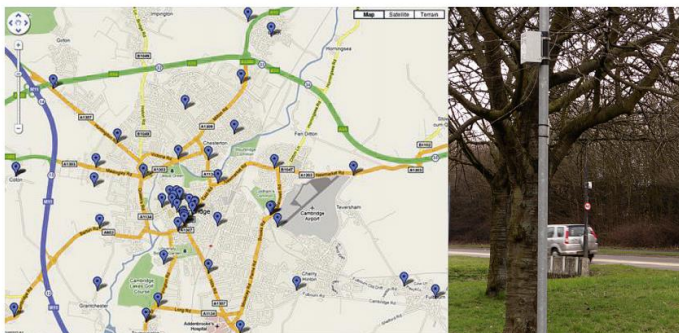
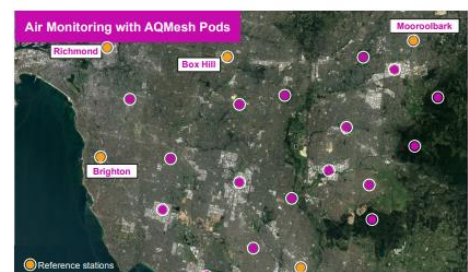


Fig. 23. Static sensor node locations used for the Cambridge static deployment (left), with typical lamppost mounting (photograph right) (Map data© 2012 Google).

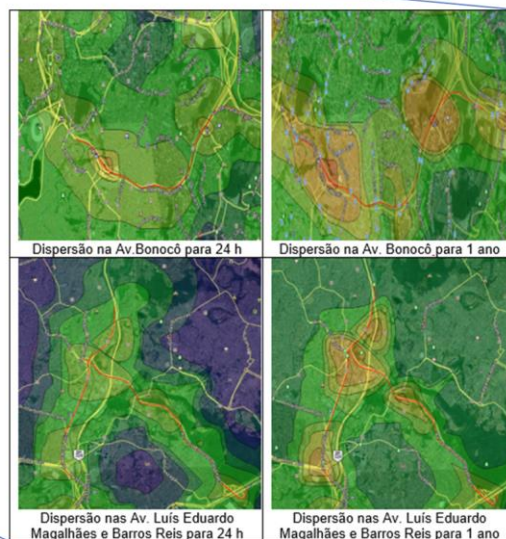


<https://www.aoem.com/wp-content/uploads/2020/03/ECOTECH-AQMesh-brochure-spec-sheet-20190326.pdf>

48

48

Resultados de um Estudo de Dispersão



Fonte: BRANDÃO (2020; resultado preliminar).

49

49

Resumo O presente estudo avaliou o impacto econômico de eventos de saúde associados com a poluição do ar em regiões metropolitanas brasileiras. A partir de estimativa da mortalidade atribuível às concentrações de Material Particulado (MP) em 29 Regiões Metropolitanas, que totalizaram 20.050 óbitos, foram calculados os custos associados a essa mortalidade por meio da metodologia DALY (Disability Adjusted Life Years). O custo das mortes prematuras no Brasil resultou em US\$ 1,7 bilhão anualmente. A tradução de perdas em saúde pública para valores econômicos serviu para comparar com o orçamento de gastos do Ministério da Saúde e evidenciar as prioridades na tomada de decisão de políticas públicas que minimizem a magnitude desses impactos.

Palavras-chave Poluição do ar, Mortalidade, Custos e análise de custos, Brasil

Quanto Custa não investir em poluição do ar?

Custos da poluição atmosférica nas regiões metropolitanas brasileiras

Simone Georges El Khouri Miraglia¹

Nelson Gouveia²

Ciênc. saúde coletiva 19 (10) Out 2014

<https://doi.org/10.1590/1413-812320141910.09232014>

Tabela 4. DALYs atribuídos à exposição ao MP_{2,5} e seu valor (US\$) nas RM expandidas analisadas.

Gênero	Faixa etária	DALY	Valor (dólar)
Feminino	30 a 59 anos	11603,79763	\$ 442.684.879,60
	60 a 69 anos	22916,99975	\$ 123.638.380,59
	70 a 79 anos	37307,44058	\$ 201.275.541,64
	mais de 80 anos	50984,8498	\$ 275.065.860,80
Masculino	30 a 59 anos	11662,43387	\$ 62.919.424,57
	60 a 69 anos	23024,92401	\$ 124.220.637,45
	70 a 79 anos	37473,36537	\$ 202.170.714,34
	mais de 80 anos	51201,09844	\$ 276.232.533,25
Total		246.174,91	\$ 1.708.207.972,23

Gênero	Faixa etária	Número de óbitos ajustado
Feminino	30 a 59 anos	542
	60 a 69 anos	1.367
	70 a 79 anos	2.895
	mais de 80 anos	5.221
Masculino	30 a 59 anos	542
	60 a 69 anos	1.367
	70 a 79 anos	2.895
	mais de 80 anos	5.221
Total óbitos		20.050

50

50

Quanto Custa não investir em poluição do ar?

Fonte: Rodrigues et al. R. bras. Est. Pop., Rio de Janeiro, v.32, n.3, p.489-509, set./dez., 2015.

“Mantendo o mesmo nível de poluição observado em 2011, haverá um total de mais de 246 mil óbitos por todas as causas entre 2012 e 2030, cerca de 953 mil internações hospitalares públicas e um gasto público estimado em internações de mais de R\$ 1,6 bilhão”.

Projeção do total de mortes, internações hospitalares da rede pública de saúde e gastos com internações, por cenários considerados, segundo causas atribuíveis ao material particulado MP_{2,5}
Estado de São Paulo – 2011-2030

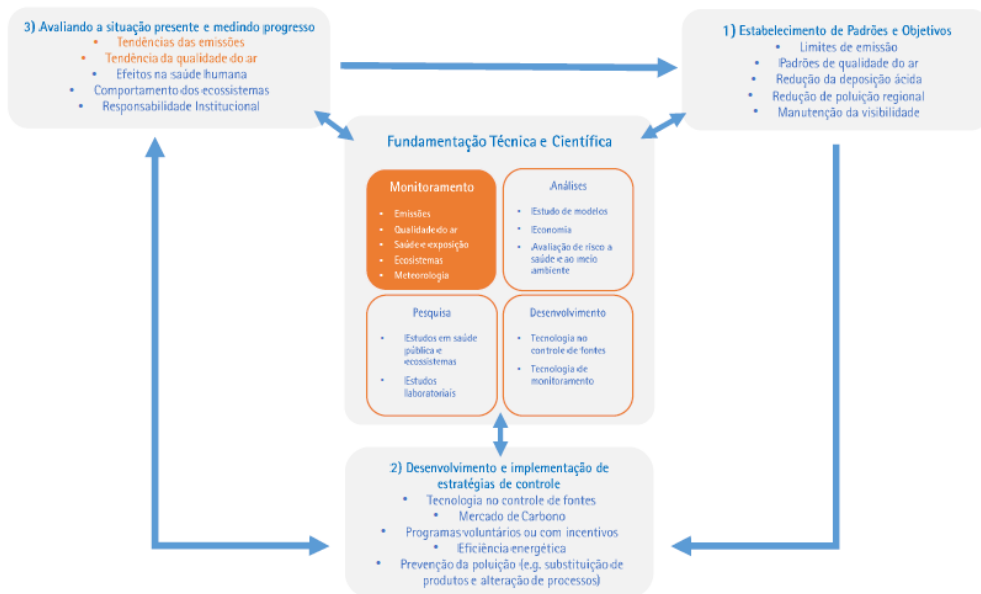
Causas	Cenário estacionário			Aumento de 5% de MP _{2,5} até 2030	Redução de 5% de MP _{2,5} até 2030
	2015	2030	2011-2030	2011-2030	2011-2030
Óbitos					
Todas as causas	10.193	18.407	246.375	256.515	236.198
Neoplasias	1.126	2.182	28.248	29.347	27.139
Doenças cardiovasculares	5.469	9.185	128.520	133.560	123.442
Doenças respiratórias em crianças	38	23	596	615	986
Doenças respiratórias em idosos	3.026	8.100	88.647	92.400	84.866
Internações hospitalares					
Neoplasias	1.220	1.929	29.592	30.595	28.571
Doenças cardiovasculares	14.570	23.366	354.970	368.182	341.648
Doenças respiratórias em idosos	16.387	31.335	430.365	446.064	414.452
Doenças respiratórias em crianças	7.294	6.239	138.050	142.434	133.626
Gasto com internações hospitalares (R\$ de 2011)					
Neoplasias	1.257.663	1.959.926	1.098.685.456	1.139.432.980	1.057.598.040
Doenças cardiovasculares	45.417.492	71.298.581	30.346.838	31.373.391	29.302.807
Doenças respiratórias em idosos	16.121.177	30.626.632	422.558.075	437.957.716	406.948.221
Doenças respiratórias em crianças	7.082.367	6.058.082	134.046.950	138.303.854	129.750.576

Fonte: Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância em Saúde. Sistema de Informações de Mortalidade (2012); Sistema de Informações Hospitalares (2012). IBGE. Projeções populacionais e de mortalidade (2013).

51

51

Sistema de Gestão da Qualidade do Ar



https://www.mma.gov.br/images/arquivo/80060/Diagnostico_Rede_de_Monitoramento_da_Qualidade_do_Ar.pdf

52

Conclusões

- ▶ As correlações entre poluição do ar e saúde sugerem a necessidade de uma atenção maior por parte do poder público e da sociedade civil na cobrança de uma estruturação para o setor;
- ▶ No Brasil há grande deficiência no monitoramento ambiental e as regulamentações relacionadas à qualidade do ar precisam ser cumpridas;
- ▶ Inventários de emissão, monitoramento ambiental e estudos de dispersão são ferramentas fundamentais para a gestão da qualidade do ar;
- ▶ Tecnologias novas e pesquisas estão auxiliando a diminuir os custos existentes;
- ▶ Perde-se muitas vidas por não se investir em melhorias da qualidade do ar;
- ▶ É fundamental encarar a gestão da qualidade do ar como uma questão de saúde e se estruturar para os desafios futuros.

53

53

Fim

Grato pela atenção!!!

Contatos:

edlerlins@gmail.com

edler@ifba.edu.br

071 98887666

54

54