

Recursos Atmosfericos

Professor:
Neyval Costa Reis Jr.



**Departamento de
Engenharia Ambiental
Centro Tecnológico
UFES**

Recursos Atmosféricos

- **Ementa:** Classificação dos poluentes, suas fontes e mecanismos de remoção da atmosfera. Efeitos dos contaminantes sobre as propriedades da atmosfera, sobre a saúde humana e animal, sobre os vegetais e sobre os materiais. Os constituintes da atmosfera. Meteorologia local e global da poluição do ar (movimentos de macro, meso e microescalas). Elementos e fatores climáticos. Tipos e classificação de climas, aproveitamento energético eólico.

Programa Detalhado

- Atmosfera
 - Camadas
 - Constituintes
 - Balanço de energia
 - Ventos na atmosfera
- Poluentes Atmosféricos
 - Principais poluentes suas fontes e seus efeitos sobre as propriedades da atmosfera, a saúde humana e animal, os vegetais e os materiais.
 - Qualidade do ar
 - Gestão da qualidade do ar de uma região
 - Estimativa de emissão
 - Monitoramento da qualidade do ar
- Dispersão de poluentes na atmosfera
 - Meteorologia local e global da poluição do ar
 - Estabilidade atmosférica
 - Mecanismos de remoção
 - Elementos e fatores climáticos.
- Aproveitamento energético eólico.

Bibliografia

- Stern, A.C., Boudel, R.W. Turner, D.B., Fox, D.L., "Fundamentals of Air Pollution", Academic Press, 2a. Edição, 1984.
- SEINFELD, J. H. e PANDIS, S. N, Atmospheric Chemistry and Physics, New York, Wiley-Interscience. 1998.
- Braga, B., Hespanhol, I., Conejo, J. G. L., Barros, M. T. L., Spencer, M., Porto, M., Nucci, N., Juliano, N., Eiger, S., Introdução à Engenharia Ambiental, Prentice Hall, São Paulo, 2002.
- U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Compilation of Air Pollutant Emission Factors. AP-42, volume I: Stationary Point and Area Sources, 5th ed. Office of Air Quality Planning and Standards. Research Triangle Park, North Carolina. 1995. Disponível em: <<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/>>.

Aula I



Introdução e Histórico da Poluição do Ar

Por que é importante o estudo da poluição do ar no contexto da saúde pública e meio ambiente?

- Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO), 800000 pessoas morrem prematuramente de doenças causadas por poluição do ar ambiente em todo o mundo.
- A poluição do ar está associada com muitas doenças
- Calcular o impacto à saúde da poluição do ar urbana é uma importante etapa no gerenciamento da qualidade do ar urbano.
- Avaliação dos custos econômicos da poluição do ar

Histórico

Pré-revolução industrial

Tribos nômades

- Uso do fogo
 - queima de madeira
 - queima de carvão vegetal
 - queima de coque

Principais indústrias

- metalurgia
- cerâmica
- preservação de produtos de origem animal



Histórico

Período
Pré-
revolução
industrial

1800

1853

Surgiram as primeiras leis destinadas ao controle da "fumaça".

1911

Primeiro grande desastre de poluição atmosférica em Londres com 1150 mortes.

1952

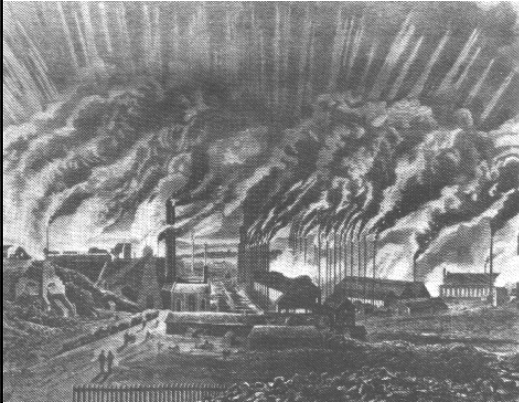
Ocorreu o maior incidente relacionado a poluição do ar em Londres com cerca de 4000 mortes.

1984

Desastre em Bopal na Índia com 16.000 mortos e cerca de 500.000 feridos.

Histórico

Revolução Industrial



- Em 1784, Watt projetou a máquina à vapor movidas por combustíveis fósseis ou vegetais
- Em 1848, na Inglaterra, a agência de saúde tornam-se responsáveis pelos níveis de fumaça e cinzas.
- Em 1853, surgiram as primeiras leis destinadas ao controle da “fumaça”.
- Os principais avanços tecnológicos para o controle da poluição ocorreram no século XIX com os lavadores de gases, ciclones e filtros de tecido.

Histórico

Século XX

1900-1925

- Considerável aumento da poluição do ar com o crescimento das cidades e indústrias, sem mudanças significativas na legislação ou atitudes públicas para controlar o problema.
- 1911 – Primeiro grande desastre de poluição atmosférica em Londres com 1150 mortes.

Histórico

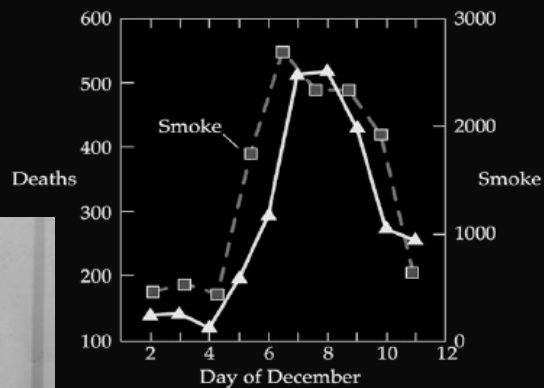
Século XX

1925-1980

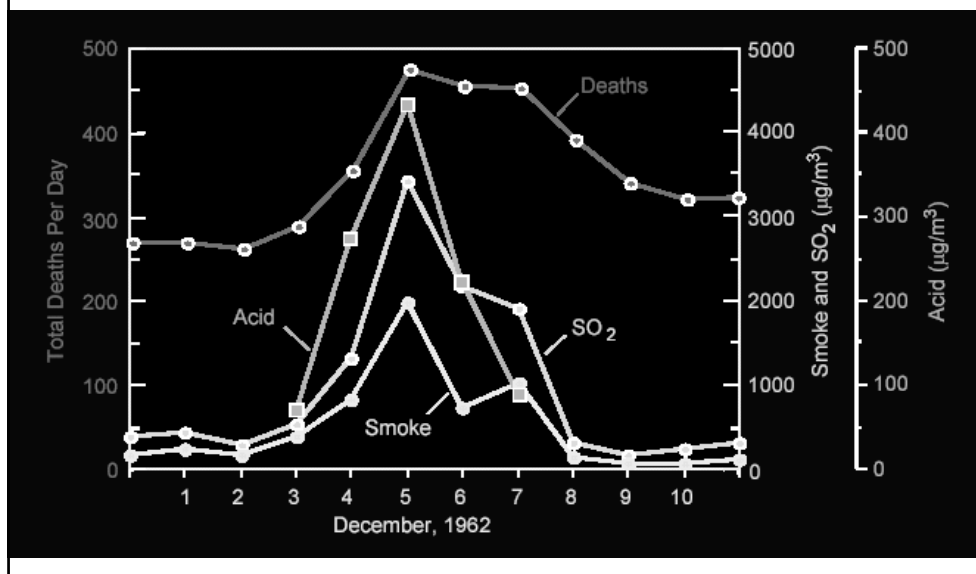
- Décadas marcadas por grandes episódios agudos de poluição do ar:

Ano	Lugar	Número de óbitos em excesso
1930	Vale do Meuse, Bélgica	63
1948	Donora, Pensilvânia	20
1952	Londres	4000
1962	Londres	700

O episódio de 1952 em Londres: relação entre concentração e óbitos



Episódio de 1962 confirmado pela presença de aerossóis ácidos



Histórico

- Substituição da queima de carvão por gás em algumas cidades americanas.



Melhoria da qualidade do ar em Pittsburgh, nos EUA devido a utilização de gás natural em lugar de carvão mineral

Histórico

- Em 1952, ocorreu um dos maiores incidentes relacionados à poluição do ar em Londres com cerca de 4000 mortes.
- Primeira Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, em Estocolmo em 1972.
- Principal atenção foi dada ao controle de emissão de poluentes por veículos automotores (remoção de SOx dos gases e dessulfurização dos combustíveis).
- Estudos sobre meteorologia aplicada à poluição atmosférica e à modelagem da dispersão de poluentes surgiram na década de 80.
- Sistemas de monitoramento do ar tornaram-se operacionais em várias partes do mundo.

Histórico

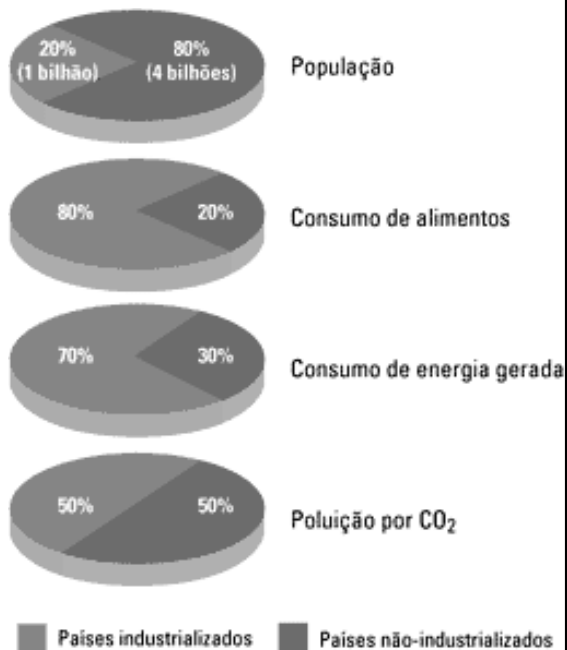
1980-

- Implantação de organizações governamentais e não-governamentais
- Aumento da responsabilidade da proteção ambiental por parte das indústrias.
- Novas indústrias, veículos e processos de geração de energia foram construídos incorporando equipamentos de controle de poluição.
- Desastre em Bopal na Índia, em 1984, com 16.000 mortos e cerca de 500.000 feridos.
- Atenção do público e da mídia para os problemas causados pelo efeito estufa, destruição da camada de ozônio (1985), chuva ácida, contaminação de ambientes internos, etc.

ECO 92

Pontos polêmicos:

- Emissão de CO₂
- Biodiversidade
- Conservação das florestas tropicais
- O dinheiro para proteger o ambiente



ECO 92

As resoluções da ECO-92:

- Carta da Terra: *“Há uma ligação íntima entre três fatores: a Política, a Economia e a Ecologia, que devem caminhar obrigatoriamente juntos”.*
- Planejando o Século XXI → AGENDA 21
- Convenção da biodiversidade
- Tratado sobre mudanças climáticas (CO₂ e CFC's)

Principais problemas atuais

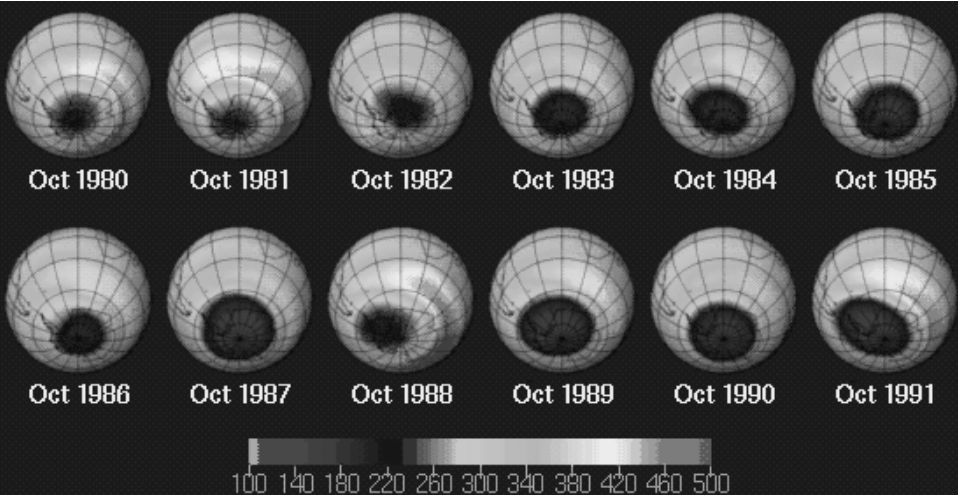
Problemas de escala global:

- Destruição da camada de ozônio ←
- Efeito estufa

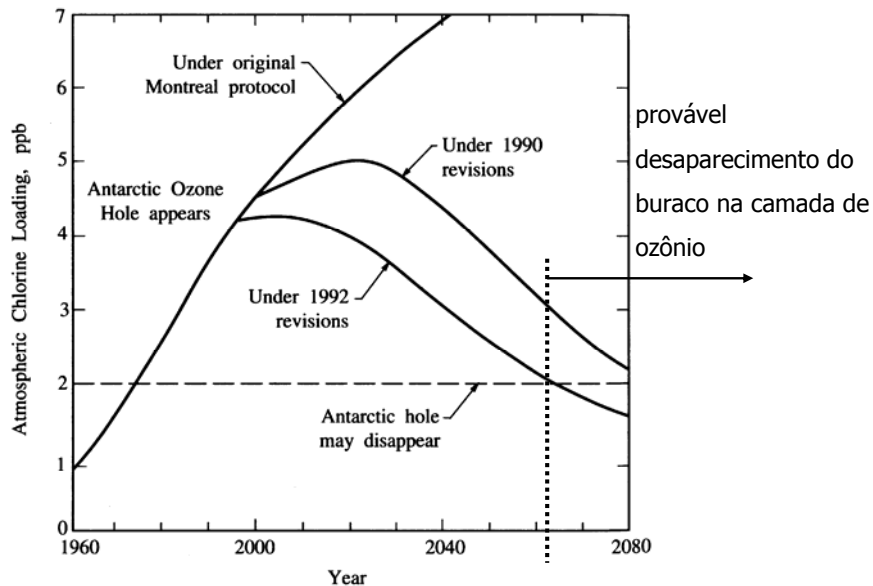
Problemas de escala regional:

- Desenvolvimento econômico e urbano.
- Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO), 800000 pessoas morrem prematuramente de doenças causadas por poluição do ar ambiente em todo o mundo. A poluição do ar está associada com muitas doenças (impacto à saúde).
- Contaminação de ambientes internos.
- Avaliação dos custos econômicos da poluição do ar.

Destruição da camada de Ozônio



Redução do Cloro na atmosfera após as medidas de limitação de emissão dos CFC's



Principais problemas atuais

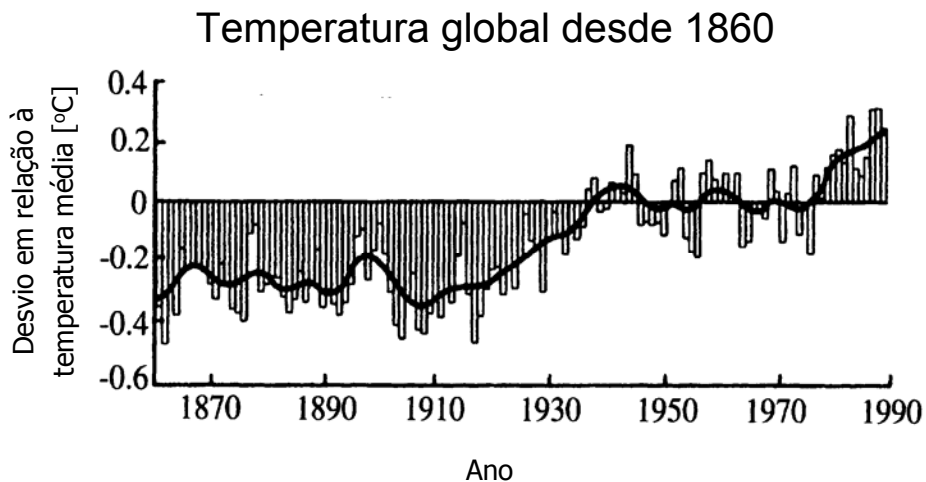
Problemas de escala global

- Destruição da camada de ozônio
- Efeito estufa

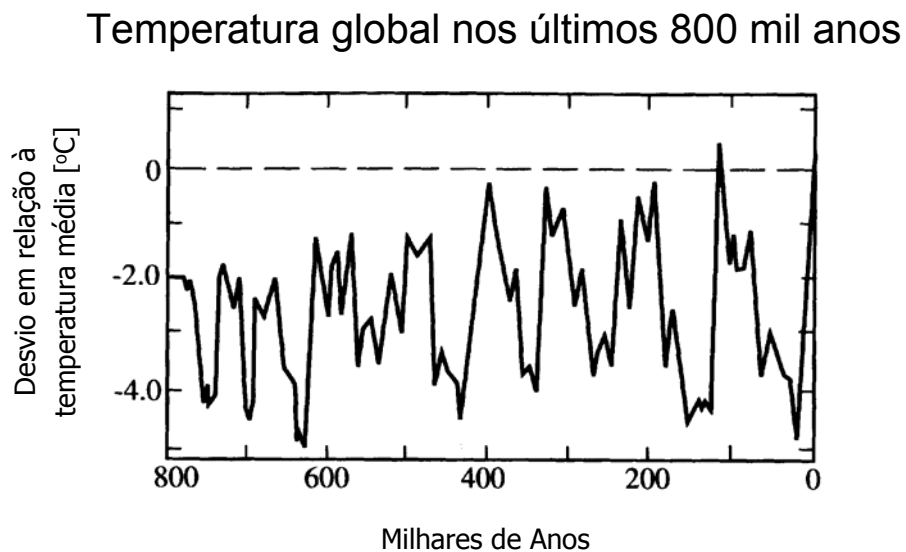
Problemas de escala regional:

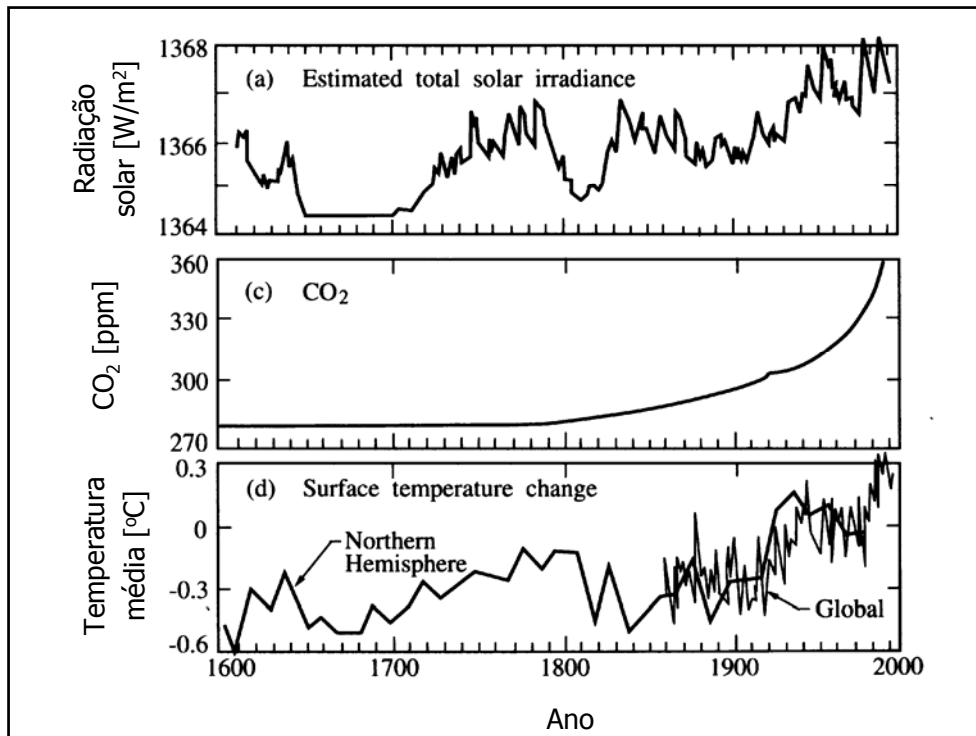
- Desenvolvimento econômico e urbano.
- Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO), 800000 pessoas morrem prematuramente de doenças causadas por poluição do ar ambiente em todo o mundo. A poluição do ar está associada com muitas doenças (impacto à saúde).
- Contaminação de ambientes internos.
- Avaliação dos custos econômicos da poluição do ar.

Efeito Estufa



Efeito Estufa





Kyoto -1997

- O Protocolo de Quioto prevê como meta geral a redução da emissão de gases de efeito estufa em 5,2% entre 2008 e 2012, com base nos níveis de 1990. Esta redução deve ser feita pelos países industrializados que podem, como forma de compensação de metas, comprar créditos de carbono gerados por projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) realizados em países em desenvolvimento.

Kyoto -1997

- As discussões em torno do desenvolvimento de um mercado de Certificados de Emissões Reduzidas (CERs), ou créditos de carbono, ganharam corpo em meados de 2001.
- A principal base do comércio de emissões é a compra e a venda de certificados de dióxido de carbono (CO₂). As empresas que reduzirem as suas emissões de CO₂, através da implantação de tecnologias inócuas ao meio ambiente, poderão vender os certificados de dióxido de carbono, obtendo assim uma renda financeira direta. Por outro lado, as empresas que não puderem cumprir as suas cotas de redução de emissões adquirem um "direito à poluição", juntamente com os certificados comprados.

Principais problemas atuais

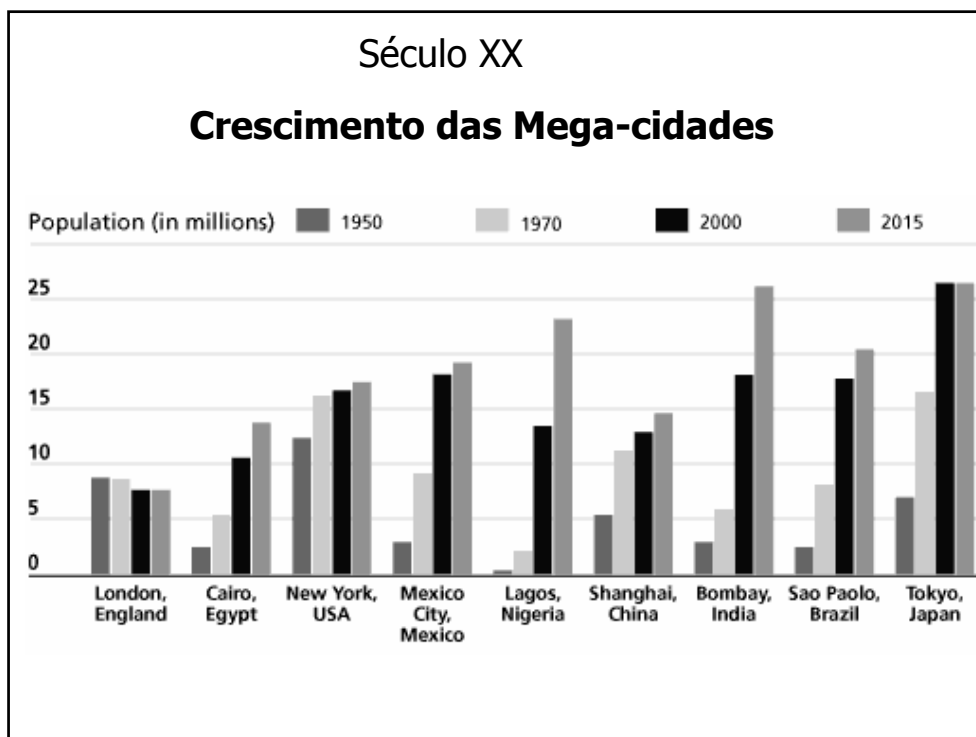
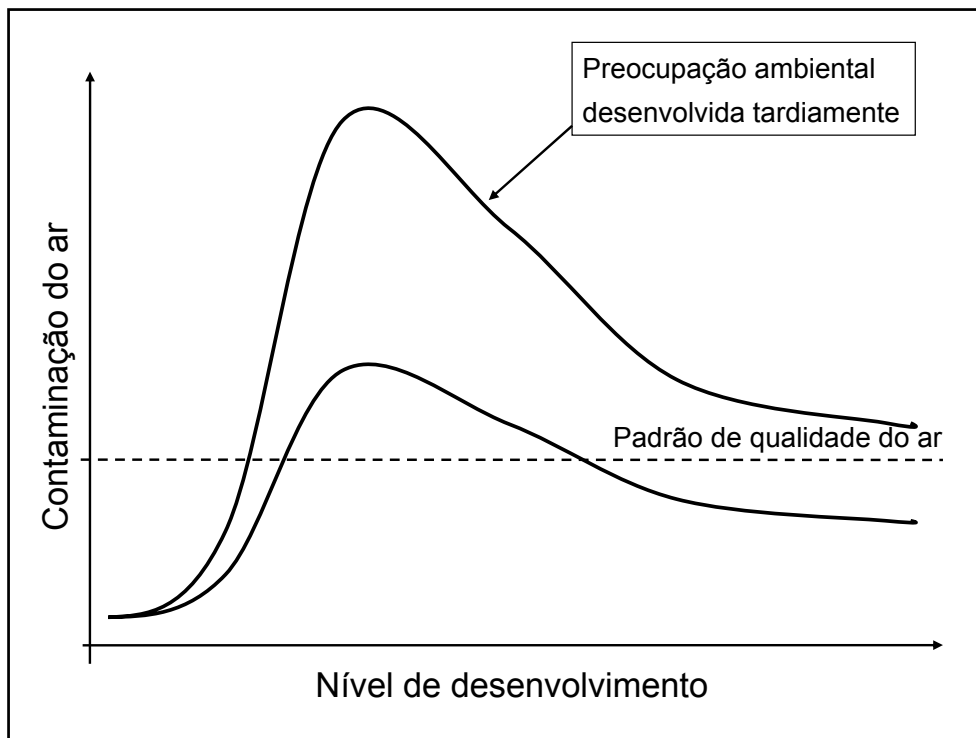
Problemas de escala global

- Destruição da camada de ozônio
- Efeito estufa

Problemas de escala regional:

- Desenvolvimento econômico e urbano.
- Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO), 800000 pessoas morrem prematuramente de doenças causadas por poluição do ar ambiente em todo o mundo. A poluição do ar está associada com muitas doenças (impacto à saúde).
- Contaminação de ambientes internos.
- Avaliação dos custos econômicos da poluição do ar.





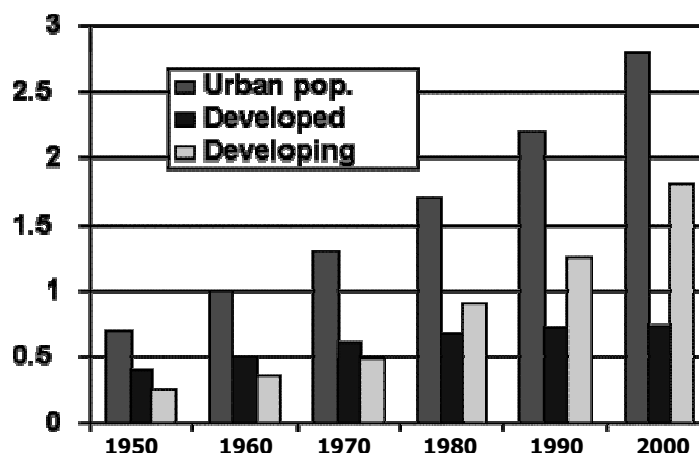
Megacidades existentes:

- 2% da superfície de terra do planeta
- 75% do uso industrial de madeira
- 60% do uso da água destinada ao consumo humano
- 80% de toda produção antropogênica de carbono

Problemas de Poluição do ar em Megacidades

<i>Cidade</i>	<i>Poluente</i>					
	SO ₂	CO	NO ₂	O ₃	Pb	MP
<i>Bankoc</i>	X		X	X	XX	XXX
<i>Beijing</i>	XXX	X	X	XX	X	XXX
<i>Bombai</i>	X	X	X		X	XXX
<i>Buenos Aires</i>					X	XX
<i>Cairo</i>		XX			XXX	XXX
<i>Calcutá</i>	X		X		X	XXX
<i>Deli</i>	X	X	X		X	XXX
<i>Jacarta</i>	X	XX	X	XX	XX	XXX
<i>Karachi</i>	X				XXX	XXX
<i>Londres</i>	X	XX	X	X	X	X
<i>Los Angeles</i>	X	XX	XX	XXX	X	XX
<i>Manila</i>	X				XX	XXX
<i>Cidade do México</i>	XXX	XXX	XX	XXX	XX	XXX
<i>Moscou</i>		XX	XX		X	XX
<i>Nova York</i>	X	XX	X	XX	X	X
<i>Rio de Janeiro</i>	XX	X			X	XX
<i>São Paulo</i>	X	XX	XX	XXX	X	XX
<i>Seul</i>	XXX	X	X	X	X	XXX
<i>Shangai</i>	XX					XXX
<i>Tokio</i>	X	X	X	XXX		X

Baseado em Mage (1996); xxx significa que os padrões da WHO para o poluente foram excedidos por mais que um fator 2, xx significa que eles foram excedidos por até um fator 2, e x significa que os padrões não foram ultrapassados, e branco significa que não há dados suficientes.



Crescimento da população entre 1950 e 2000. Em 1950, menos que 30% da população mundial vivia em cidades. O número cresceu para 47% no ano 2000 (2,8 bilhões de pessoas), e é esperado um crescimento para 60% em torno do ano 2025.

Principais problemas atuais

Problemas de escala global

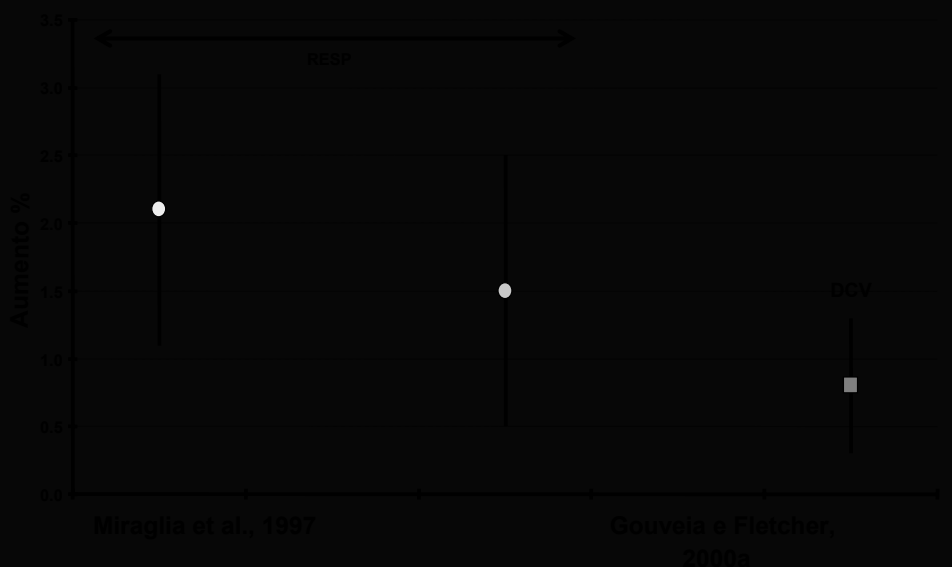
- Destruição da camada de ozônio
- Efeito estufa

Problemas de escala regional:

- Desenvolvimento econômico e urbano.
- Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO), 800000 pessoas morrem prematuramente de doenças causadas por poluição do ar ambiente em todo o mundo. A poluição do ar está associada com muitas doenças (impacto à saúde).
- Contaminação de ambientes internos.
- Avaliação dos custos econômicos da poluição do ar.

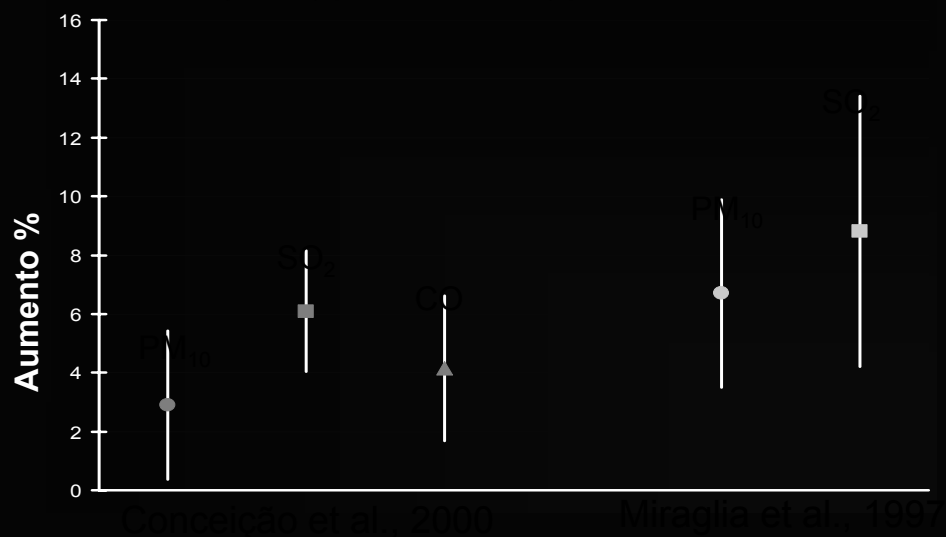


Mortalidade por doenças respiratórias e cardiovasculares para uma aumento de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ de PM_{10} em São Paulo.



Mortalidade de idosos em SP

PM_{10} ($31,8\ \mu\text{g}/\text{m}^3$), SO_2 ($11,6\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) e CO ($2,3\ \text{ppm}$)



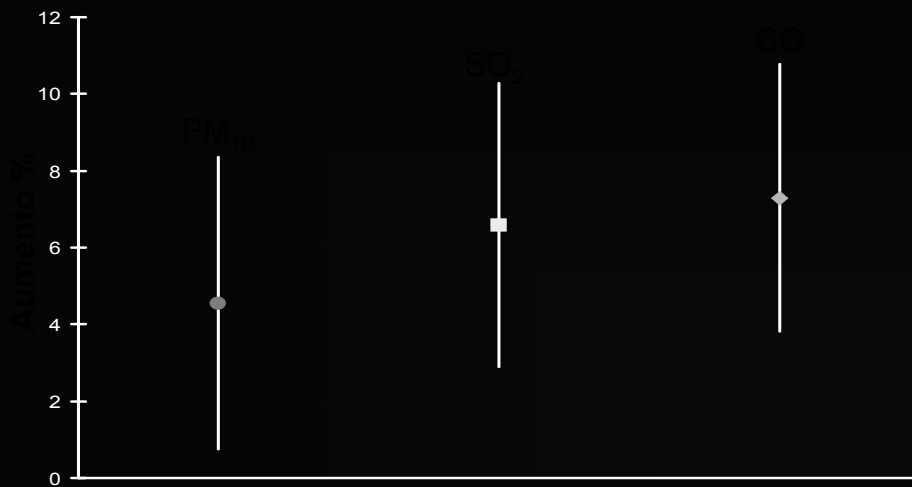
Mortalidade Infantil e Poluição do Ar em São Paulo (Saldiva et al., 1994).

Aumentos na concentração de NOx

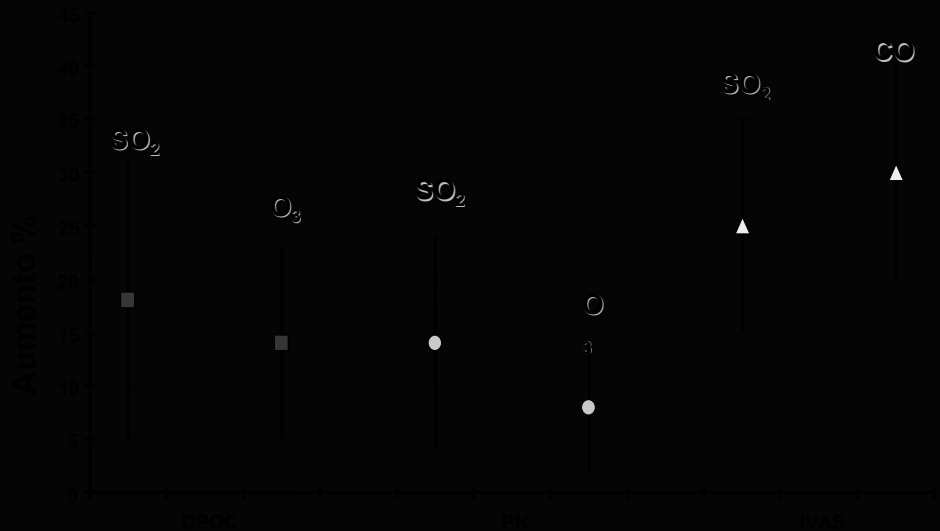


Aumento da chance de óbitos de crianças menores de 5 anos por doenças respiratórias (30%).

Aumento percentual na mortalidade infantil por causas respiratórias devido a aumentos de 1 interquartil nas concentrações de PM₁₀ (31,8 µg/m³), SO₂ (11,6 µg/m³) e CO (2,3 ppm) (SP, 1994 - 1997). Conceição et al., 2001.



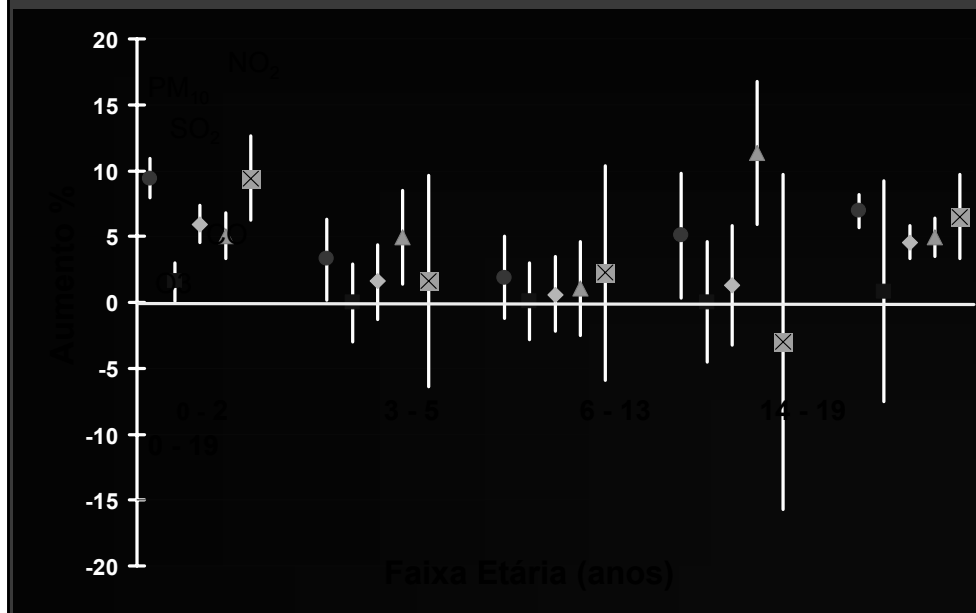
Atendimentos de Pronto Socorro (ICHG-FMUSP) de idosos com doenças respiratórias. Martins et al., 2001; Martins et al., 2002a e b.



Internações hospitalares de crianças por doenças respiratórias em São Paulo. Gouveia e Fletcher, 2000.

- ▶ O₃ - 8% de aumento nas internações
- ▶ NO₂ - 9% de aumento
- ▶ PM₁₀ - 9% de aumento

Admissões por Doenças Respiratórias em São Paulo (1993 - 1997). Braga et al., 2001.



Association between air pollution and ischemic cardiovascular emergency room visits ☆

Chin An Lin,^{a,b,*} Luiz Alberto Amador Pereira,^{a,c} Gleice Margarete de Souza Conceição,^a
Humberto S. Kishi,^a Rodolfo Milani Jr.,^b Alfésio Luís Ferreira Braga,^{a,c,d}
and Paulo Hilario Nascimento Saldiva^a

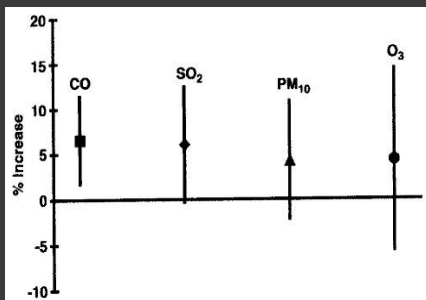


Fig. 1. Percentage increases and 95% confidence intervals in daily ischemic cardiovascular disease emergency room visits due to interquartile range increases in SO₂ (concurrent day, 20.96 µg/m³), PM₁₀ (3-day moving average, 70.34 µg/m³), CO (2-day moving average, 5.12 ppm), and O₃ (5-day moving average, 58.80 µg/m³).

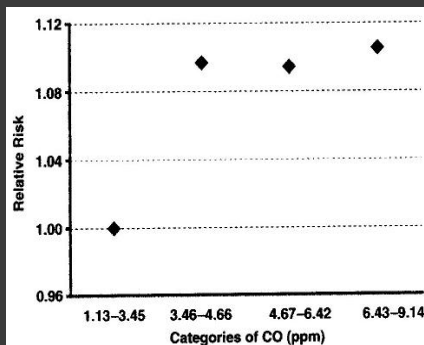


Fig. 2. Relative risk of occurring ischemic cardiovascular disease emergency room visits according to categories of CO.

*Admissões hospitalares por doenças cardiovasculares em maiores de 44 anos no SUS, 1996-2001, Martins, 2004.

Principais problemas atuais

Problemas de escala global

- Destruição da camada de ozônio
- Efeito estufa

Problemas de escala regional:

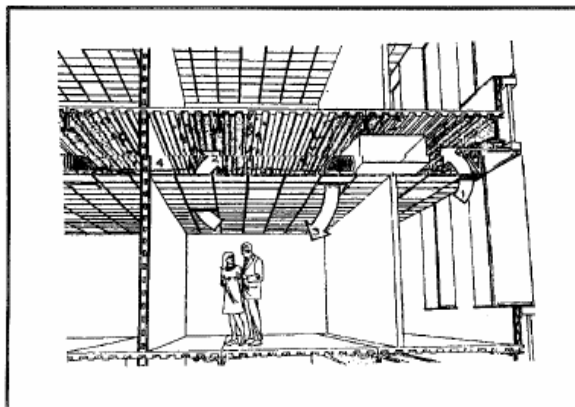
- Desenvolvimento econômico e urbano.
- Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO), 800000 pessoas morrem prematuramente de doenças causadas por poluição do ar ambiente em todo o mundo. A poluição do ar está associada com muitas doenças (impacto à saúde).
- Contaminação de ambientes internos. ←
- Avaliação dos custos econômicos da poluição do ar.

Contaminação de ambientes internos

- DÉCADA DE 70 – CRISE DO PETRÓLEO – ALTA NO PREÇO DOS COMBUSTÍVEIS – CRISE ENERGÉTICA.

• MUDANÇA NOS PROJETOS – EDIFÍCIOS “HERMETICAMENTE FECHADOS”.

- CONTROLE DA UMIDADE RELATIVA E TEMPERATURA DO AR – NÃO IMPORTÂNCIA COM A QUALIDADE DO AR.

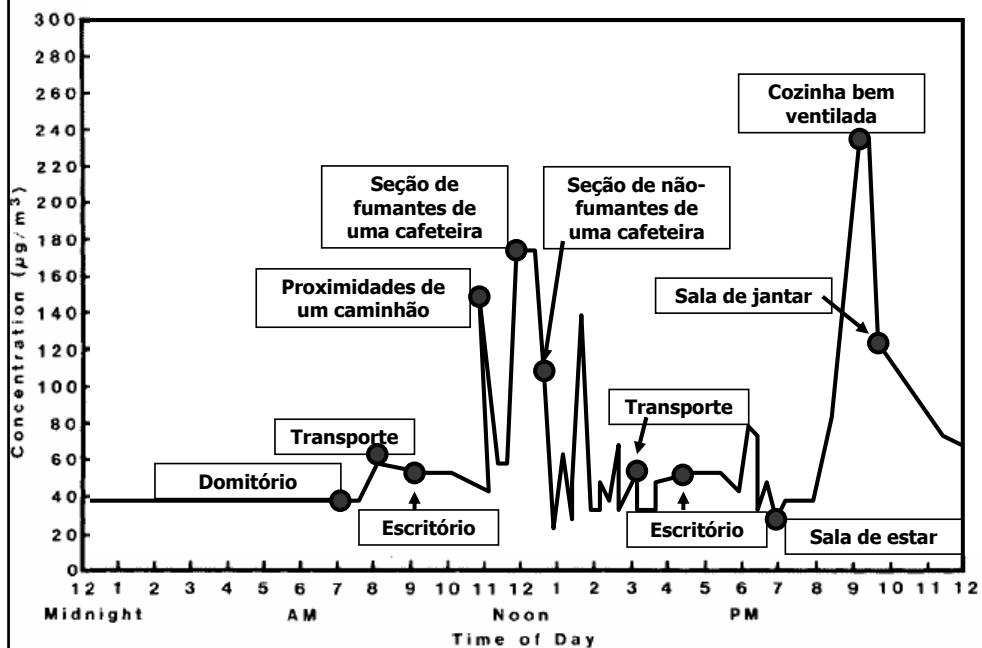


(BRICKUS & AQUINO NETO, 1998)

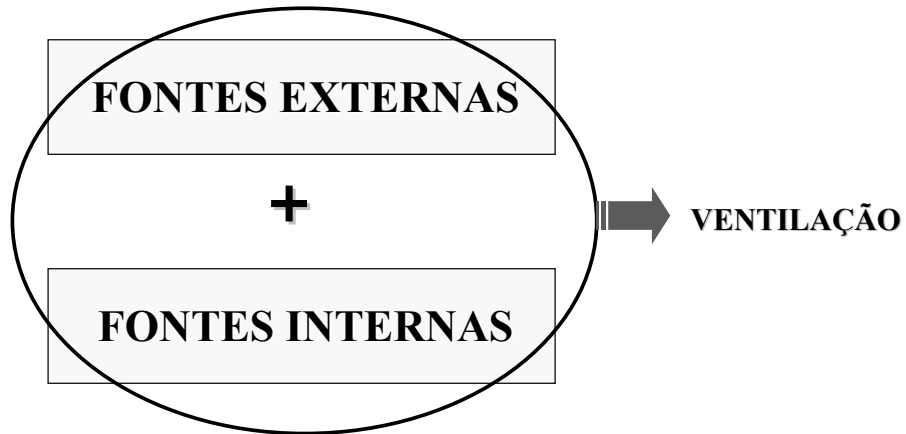
Contaminação de ambientes internos

- SOLUÇÃO DO PROBLEMA DO CONSUMO DE ENERGIA = AUMENTO DA TAXA DE POLUENTES QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DEVIDO A REDUÇÃO DRÁSTICA DA CAPTAÇÃO DO AR EXTERNO.
- 1982 - OMS - SÍNDROME DO EDIFÍCIO DOENTE – CONTAMINAÇÃO HOTEL NA FILADÉLFIA CAUSADO POR UMA BACTÉRIA NA POEIRA DO AR CONDICIONADO CAUSANDO 182 CASOS DE PNEMONIA E 29 MORTES.
- DECADA DE 80 – INTENSIFICAÇÃO DAS PESQUISAS : CONCENTRAÇÃO DE POLUENTES NO AR INTERNO É 5 X MAIOR QUE AO AR LIVRE (GODISH, 1997).
- 90% DO TEMPO EM AMBIENTES FECHADOS.

Exposição de um indivíduo típico à partículas inaláveis durante o período de um dia (GODISH, 1997).

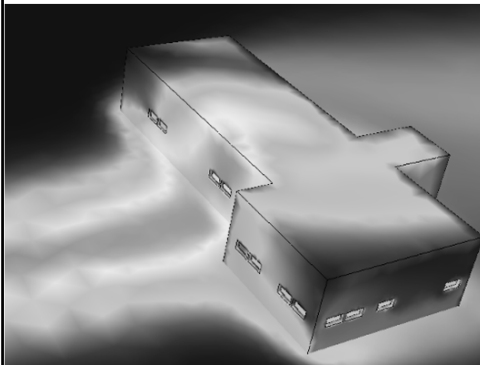


CONTAMINAÇÃO DO AR INTERNO =

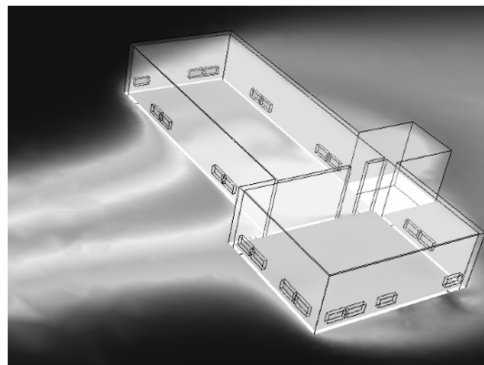


Infiltração de Poluentes

Campo de concentração média (a) na superfície externa do prédio e (b) no interior do prédio (Pagel et al, 2005).

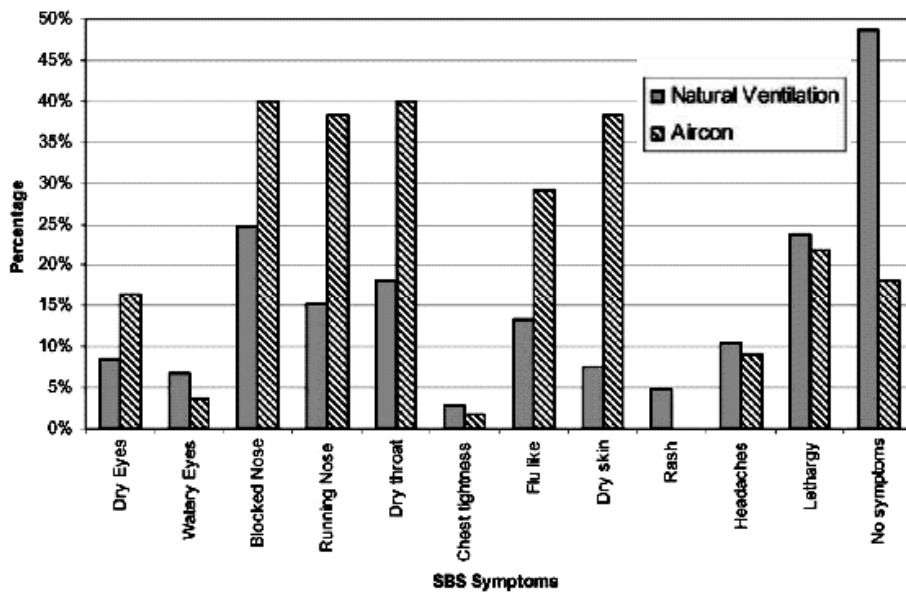


(a)



(b)

Comparação entre os sintomas da SED em quartos naturalmente ventilados e quartos com sistemas de ar condicionado (WONG & HUANG, 2004).



Principais problemas atuais

Problemas de escala global

- Destruição da camada de ozônio
- Efeito estufa

Problemas de escala regional:

- Desenvolvimento econômico e urbano.
- Segundo a Organização Mundial da Saúde (WHO), 800000 pessoas morrem prematuramente de doenças causadas por poluição do ar ambiente em todo o mundo. A poluição do ar está associada com muitas doenças (impacto à saúde).
- Contaminação de ambientes internos.
- Avaliação dos custos econômicos da poluição do ar. ←

Custo dos danos causados pela emissão de poluentes (Spadaro & Rabl, 2001).			
Efeito à saúde	ERF	Poluente	Custo unitário (€/caso)
Restricted activity days (adults)	1.9×10^{-2} 3.2×10^{-2}	(Nitrates) (PM, Sulfates)	75
Asthmatics (adults) ^d	1.0×10^{-1} 1.7×10^{-1}	(Nitrates) (PM, Sulfates)	7.5
Respiratory hospital admissions	2.1×10^{-6} 3.5×10^{-6} 2.0×10^{-6}	(Nitrates) (PM, Sulfates) (SO ₂)	7870
Cerebrovascular hospital admissions	5.0×10^{-6} 8.4×10^{-6}	(Nitrates) (PM, Sulfates)	7870
Congestive heart failure (elderly)	2.4×10^{-6} 4.0×10^{-6} 7.0×10^{-8}	(Nitrates) (PM, Sulfates) (CO)	7870
Bronchitis (children)	3.9×10^{-4} 6.5×10^{-4}	(Nitrates) (PM, Sulfates)	225
Chronic cough (children)	5.0×10^{-4} 8.3×10^{-4}	(Nitrates) (PM, Sulfates)	225
Asthmatics ^d (children)	1.9×10^{-1} 3.2×10^{-1}	(Nitrates) (PM, Sulfates)	7.5

^a ERF has units of cases/yr per person per concentration (micrograms/m³).
^b In 1995, 1 € was equal to US \$1.25.
^c YOLL = Years Of Life Lost.

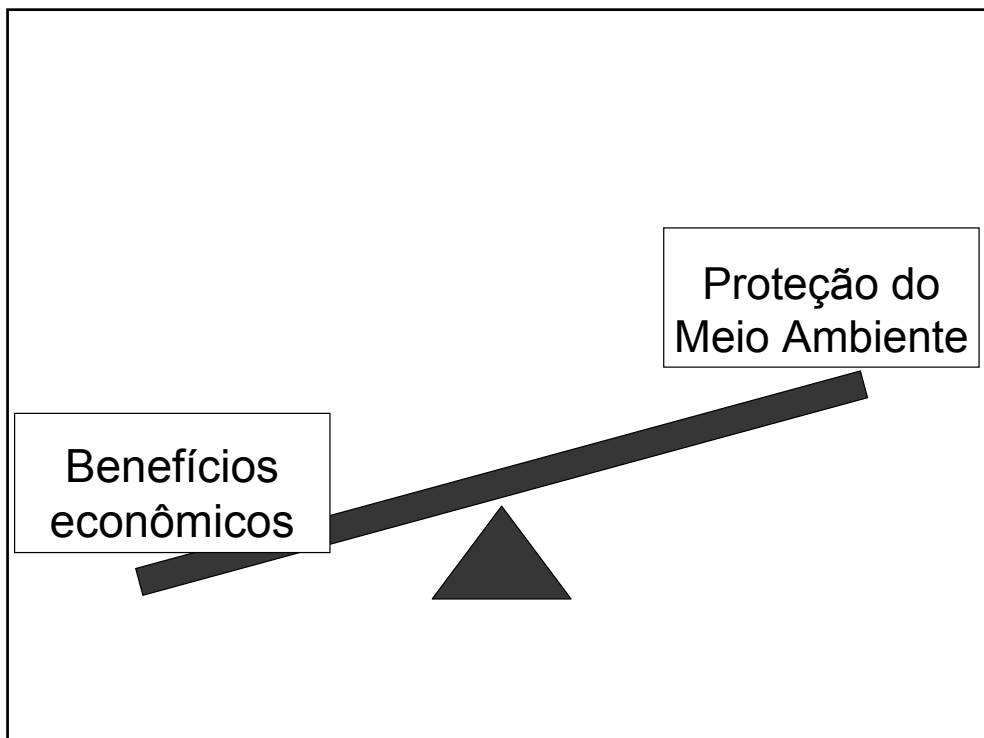
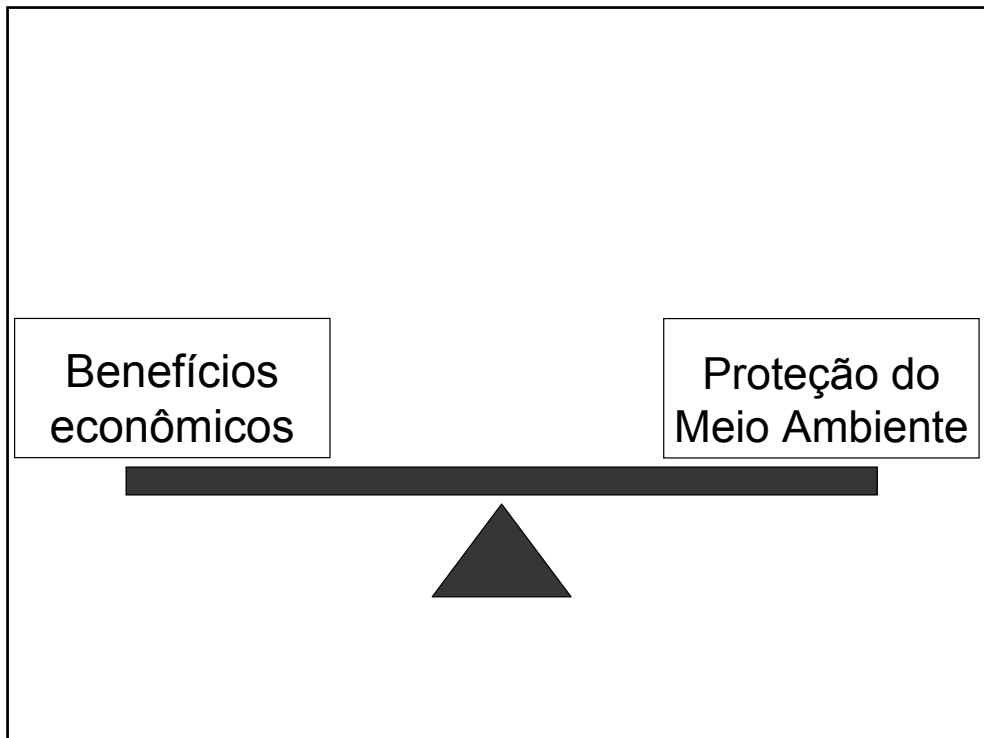
Table I. – Health damage costs per kg of pollutant, and tailpipe emissions per km, both for trip from Paris to Lyon. For the primary pollutants (PM2.5 and CO) the cost per kg is about 14 times higher for travel in Paris and about 7 times lower for rural travel in SW of France. «cat.» = catalytic converter.
1 Euro = 6.56 FF = \$1.05 to 1.20.

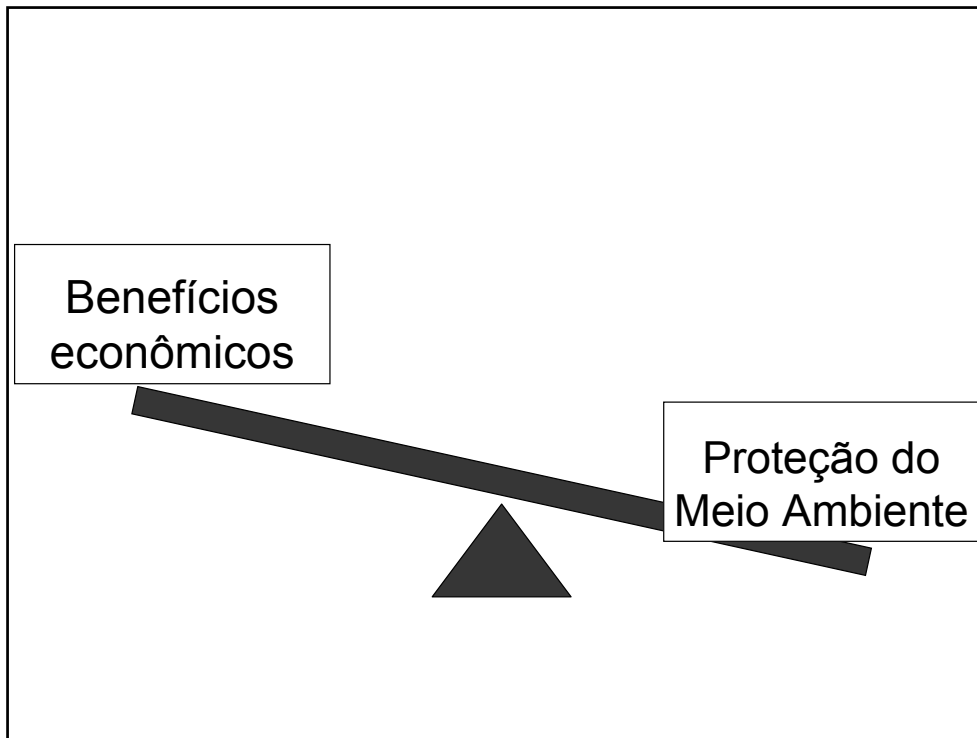
Pollutant	Health damage cost Euro/kg	Emissions, g/km				
		Old cars (before 1997)			New cars (since 1997)	
		Gasoline without cat.	Gasoline with cat.	Diesel	Gasoline	Diesel
PM _{2.5}	160	0.03 ^d	0.01 ^d	0.15 ^d	0.002 ^c	< 0.08 ^a
SO ₂	10	0.03 ^b	0.03 ^b	0.03 ^b	0.03 ^b	0.03 ^b
NO ₂	15.7	3.36 ^b	0.79 ^d	0.62 ^d	< 0.03 ^a	< 0.51 ^a
VOC	0.7	1.62 ^d	0.12 ^d	0.11 ^d	< 0.38 ^a	< 0.19 ^a
CO	0.02	13.18 ^d	1.29 ^d	0.56 ^d	< 2.20 ^a	< 1.00 ^a

^a Emissions limits imposed by directive 94/12/CEE, March 23, 1994 for new vehicles as of 1/1/97. The limits are specified for CO, HC + NO₂, and fine particles. HC and NO₂ emissions are calculated with a split factor equal to the ratio of HC:NO₂ in the emission factors from Journaud *et al.* [6], calculated for our representative driving cycle.

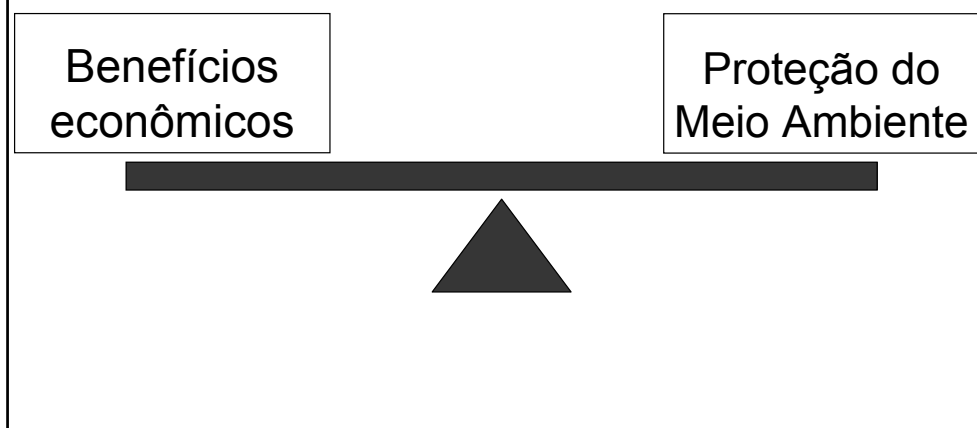
^c based on CONCAWE [2].

^d based on Joumard *et al.* [6], as interpreted by Spadaro *et al.* [14] for driving conditions of Paris-Lyon trip.





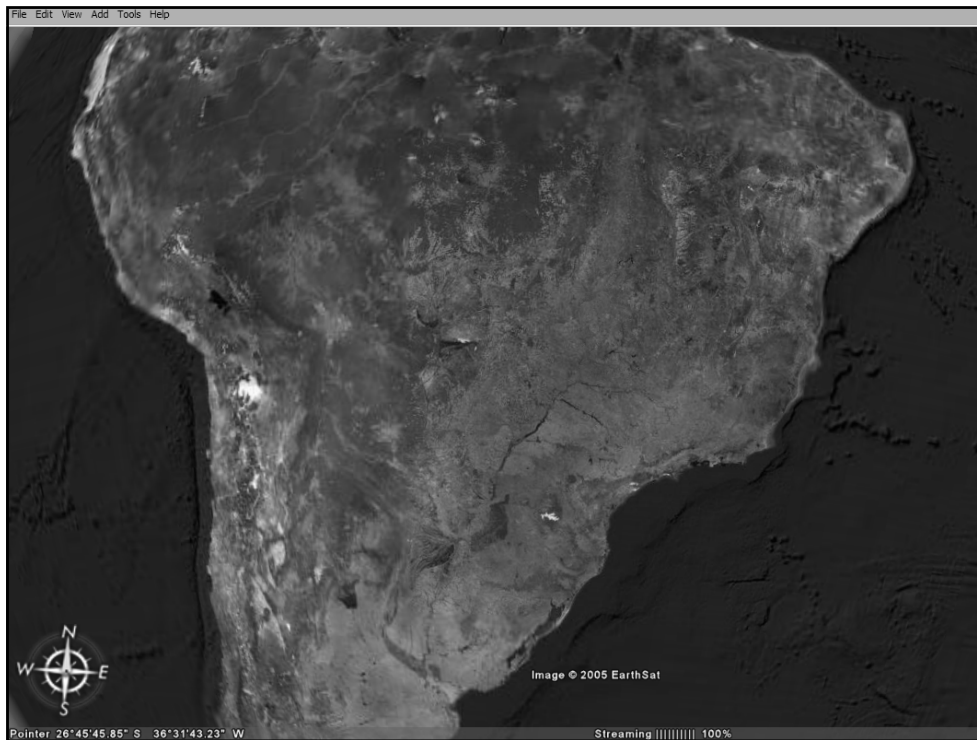
Desenvolvimento econômico e proteção ambiental não são duas forças antagônicas que devem ser balanceadas.

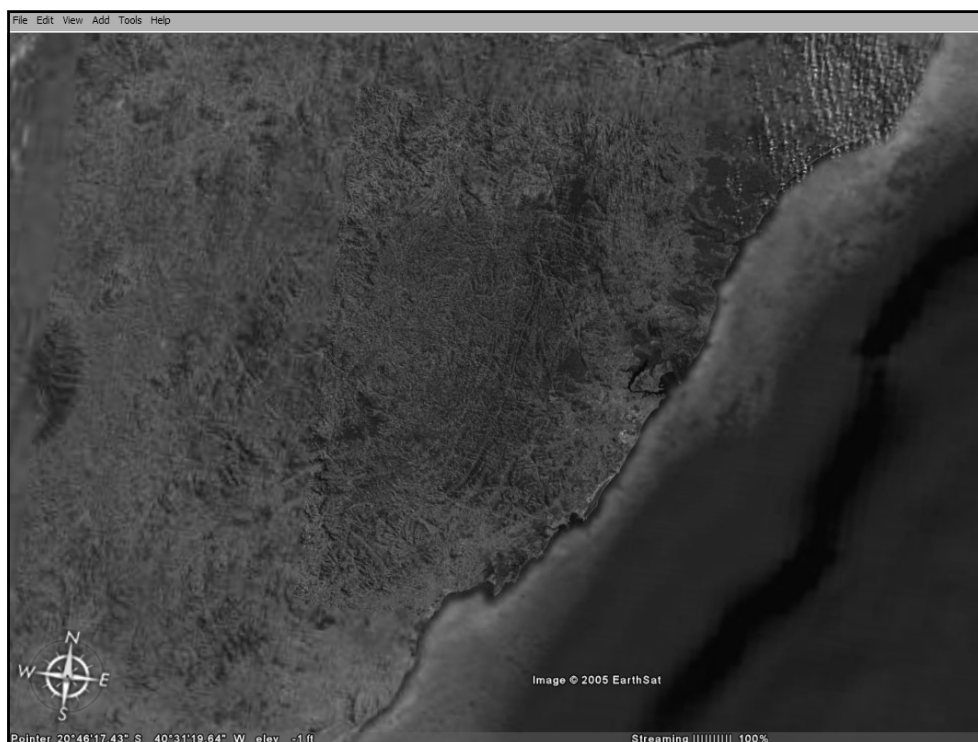


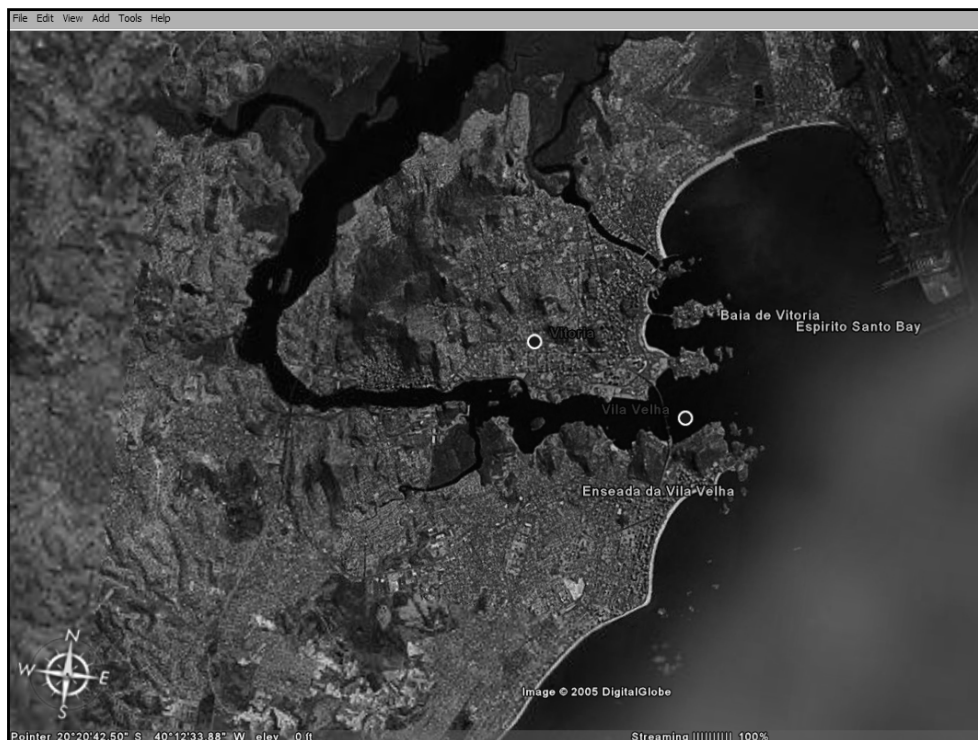
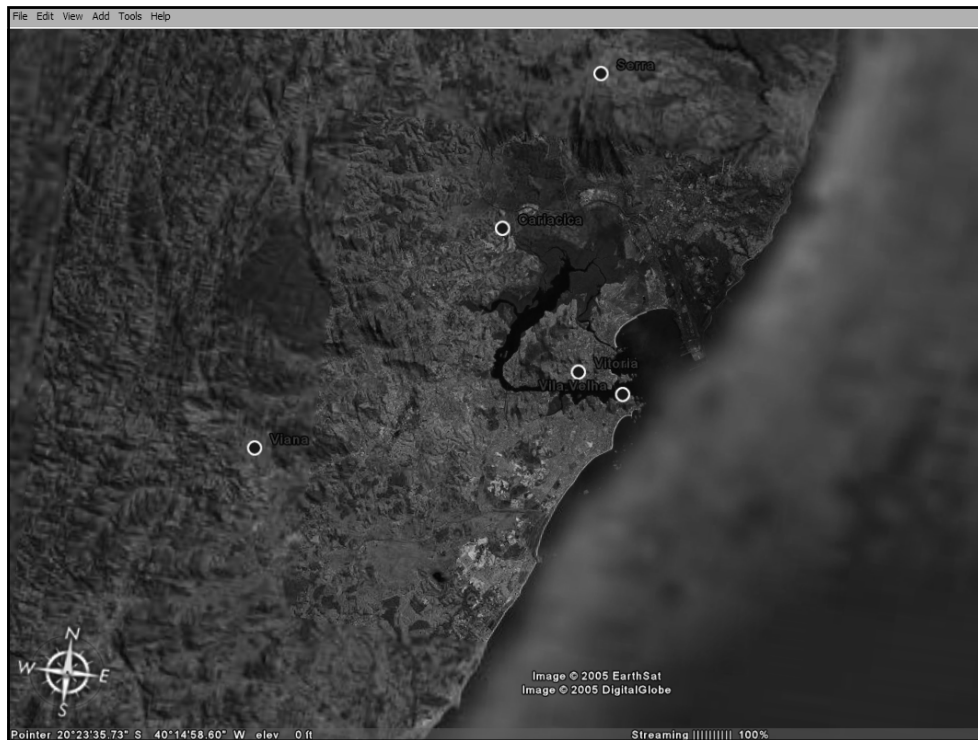
Principais fatores que induzem à preocupação ambiental

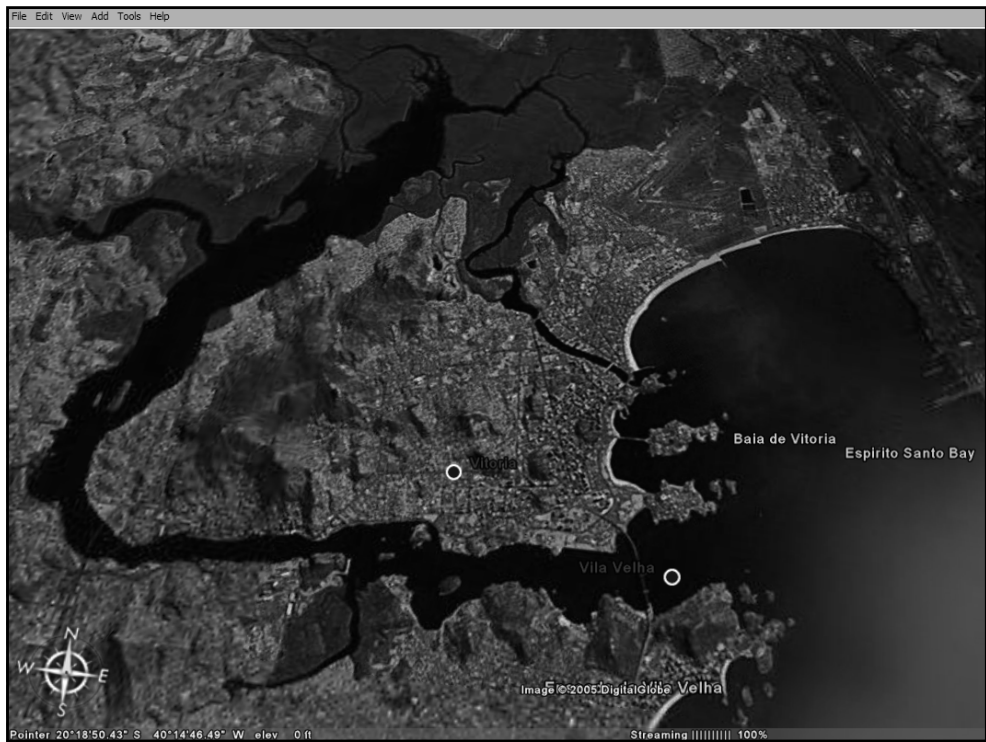
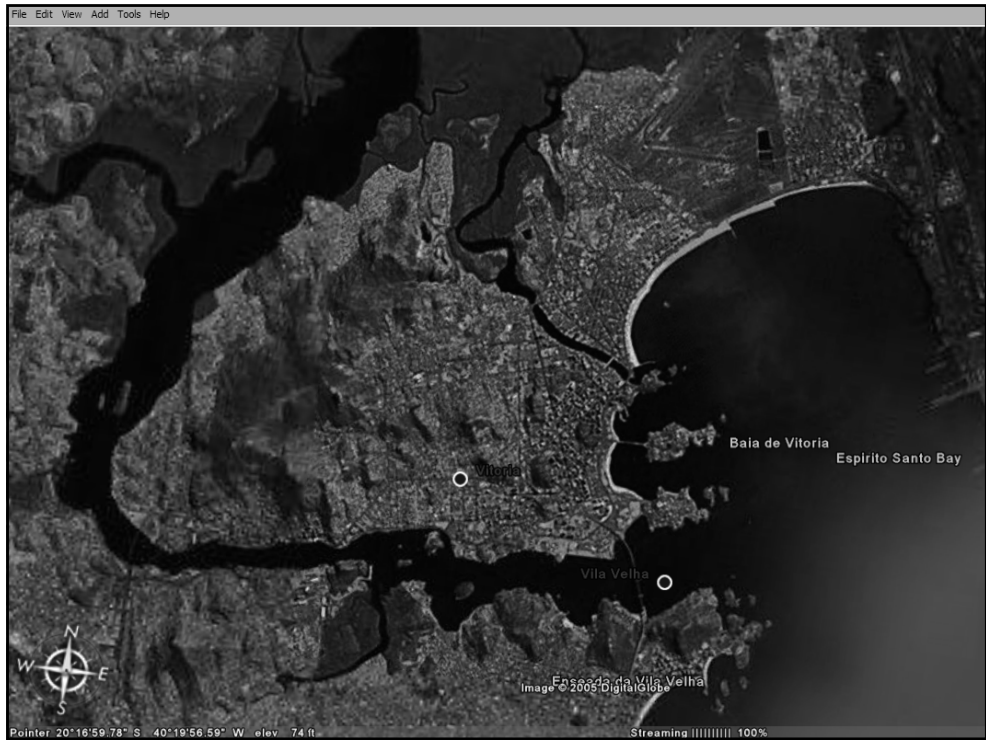
- Fatores sociais:
 - Qualidade de vida e saúde da população a curto, médio e longo prazo.
- Fatores econômicos:
 - Produção mais limpa = Produção mais eficiente
 - Exigência do mercado consumidor (Selos de Certificação Ambiental, ex.: ISO 14000)

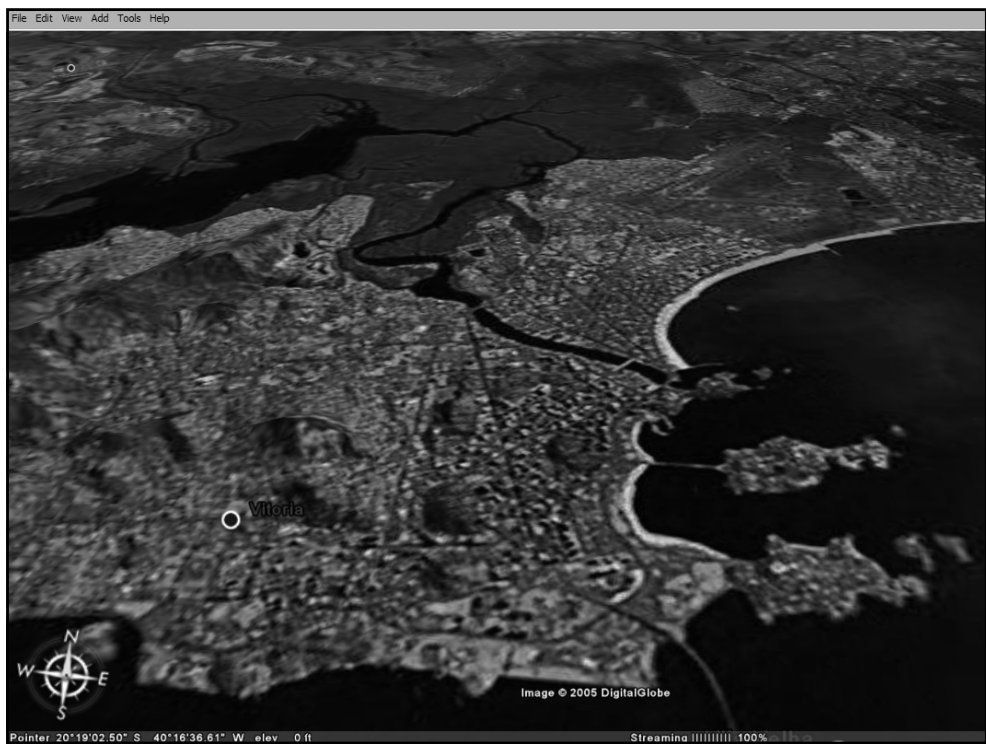
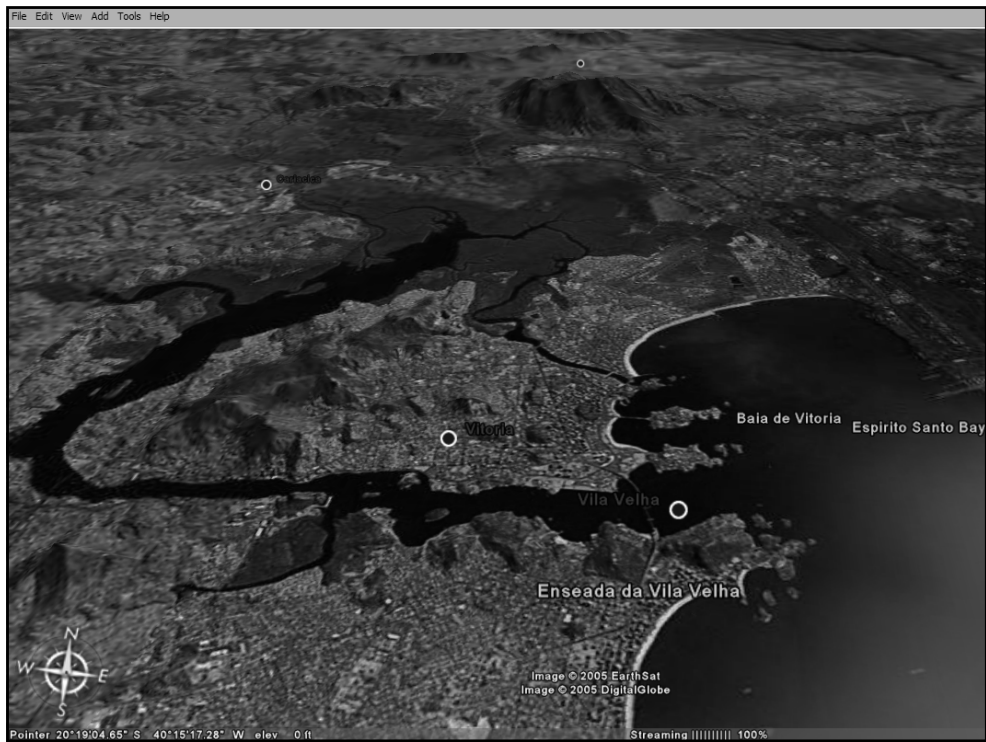




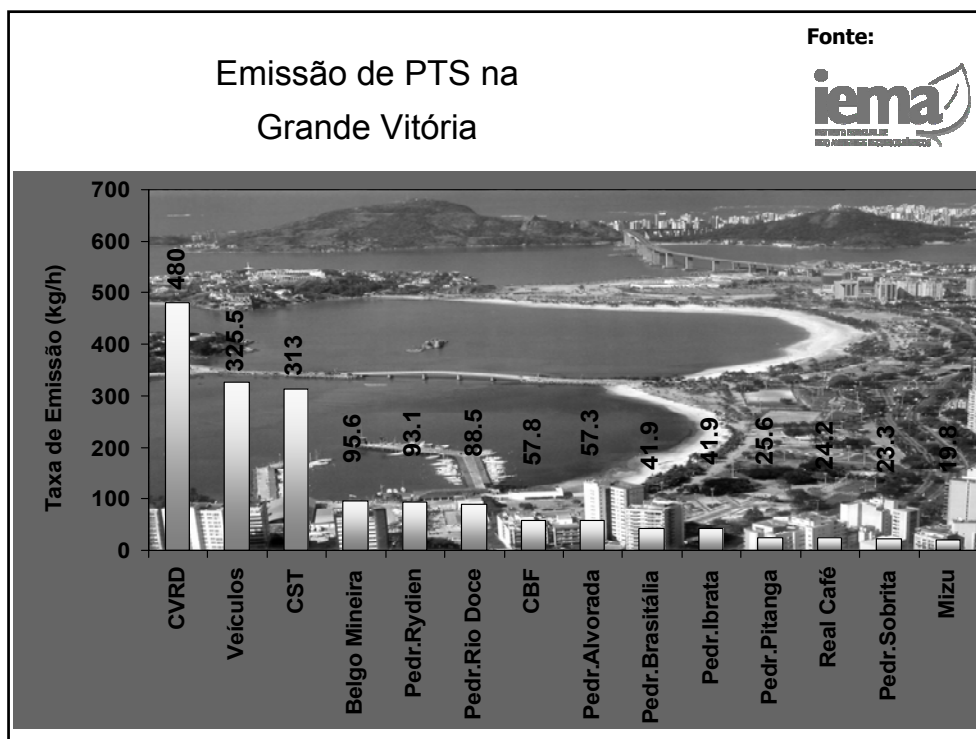
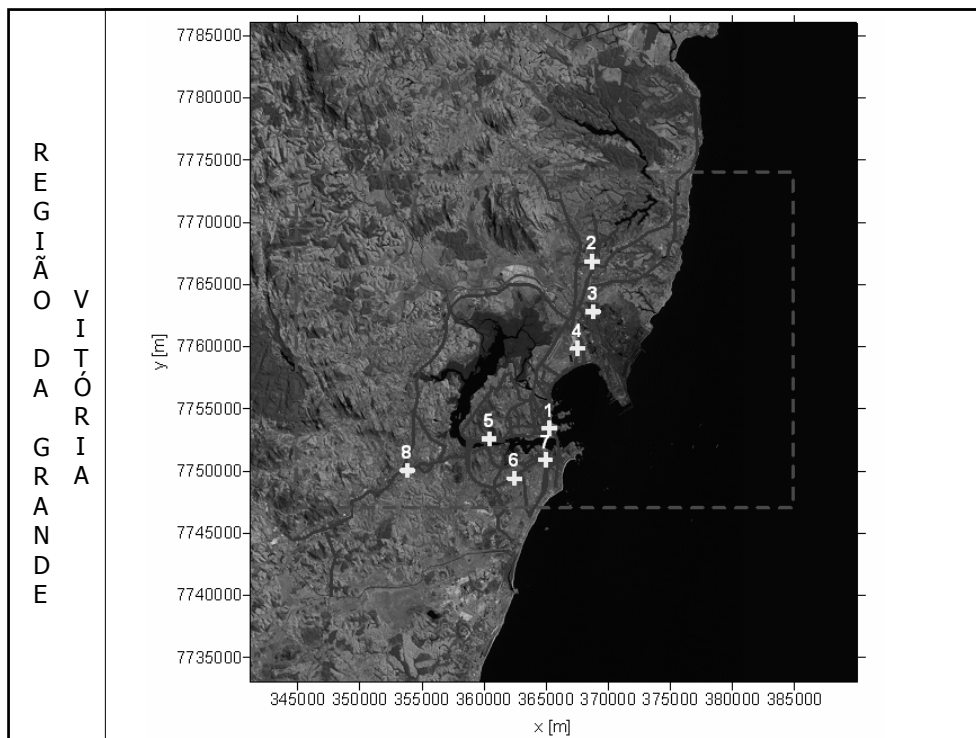












PONTA DE TUBARÃO
VITÓRIA - ES (1982)

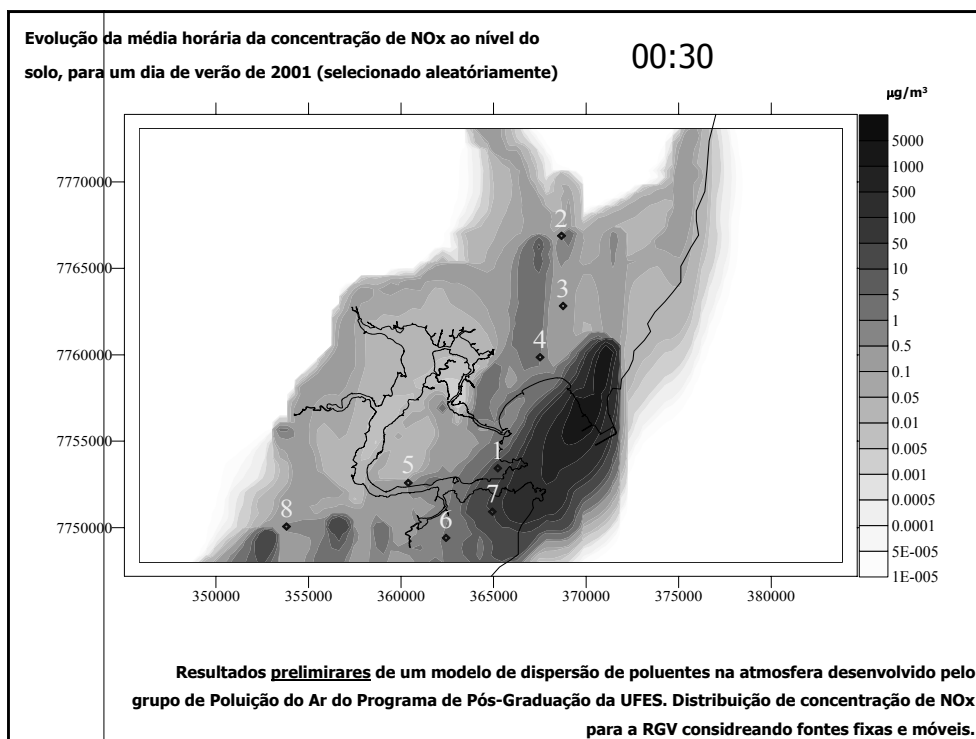
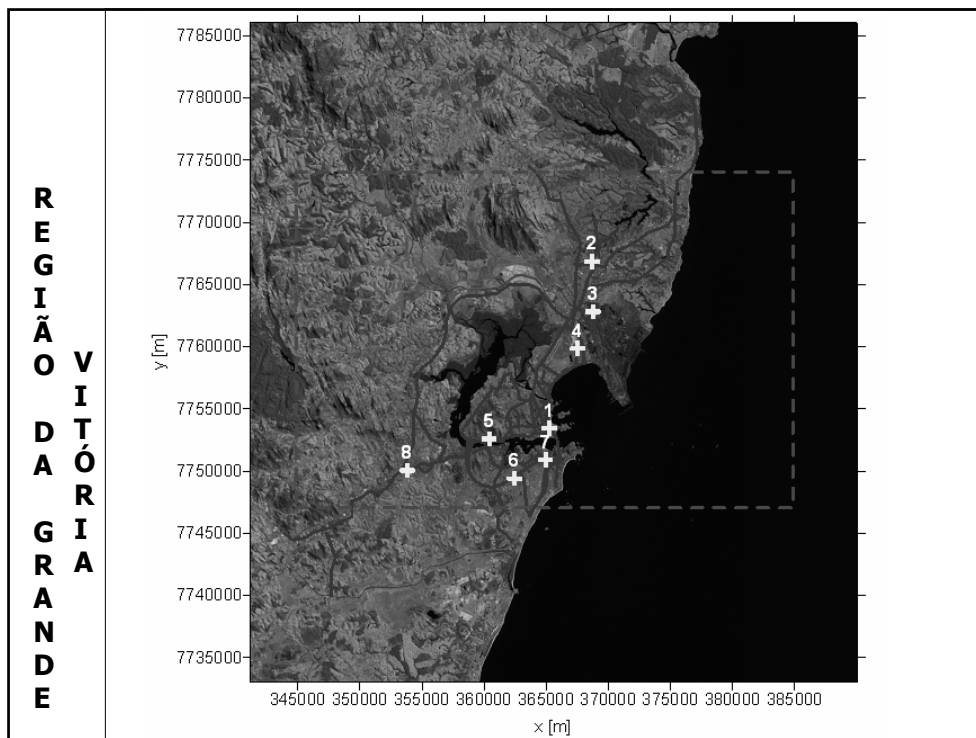
Fonte:



PONTA DE TUBARÃO
VITÓRIA - ES (2000)

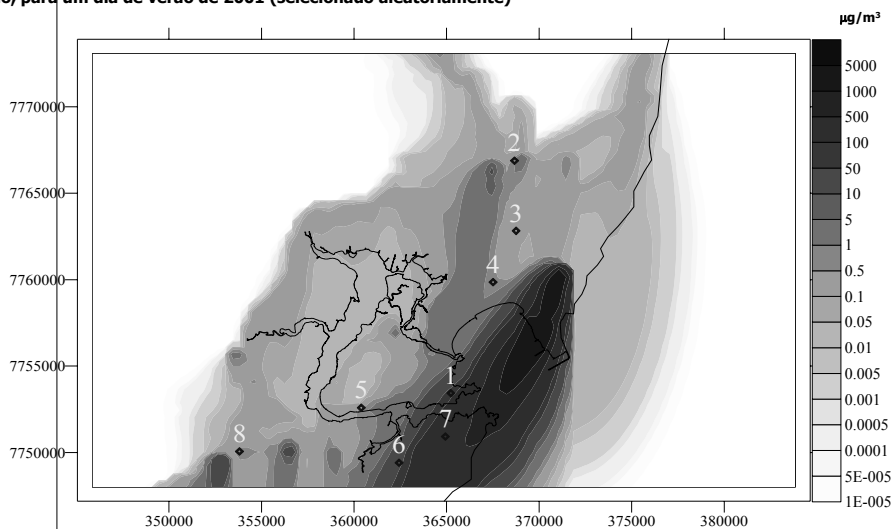
Fonte:





Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

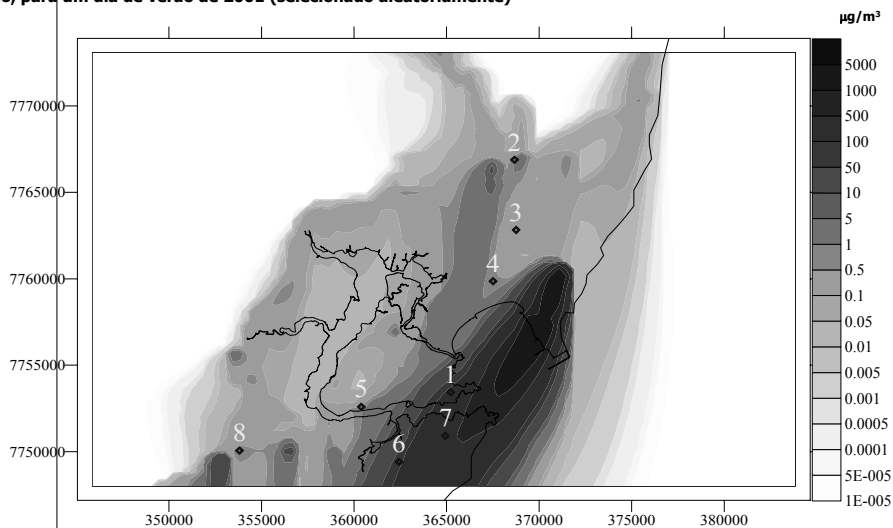
01:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

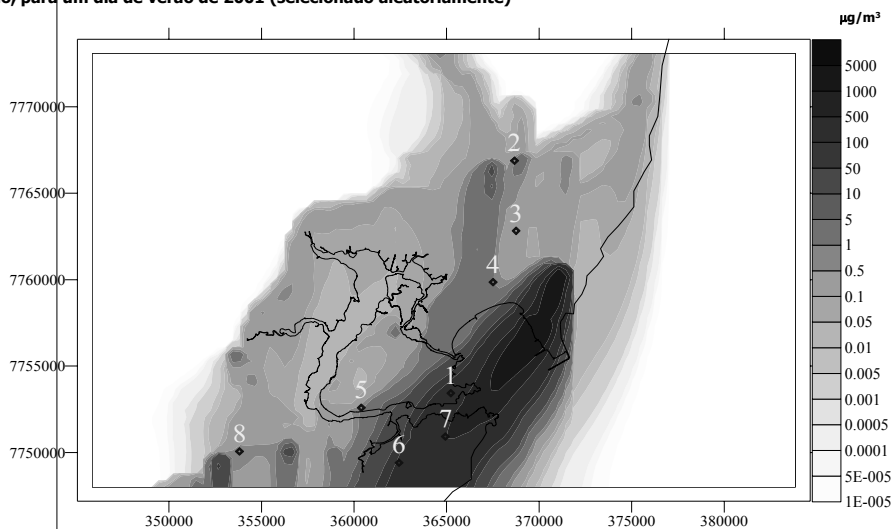
02:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

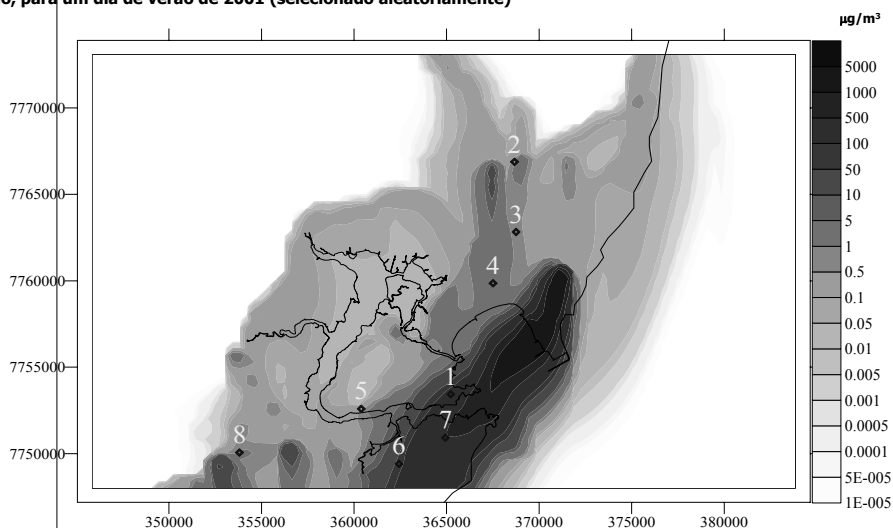
03:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

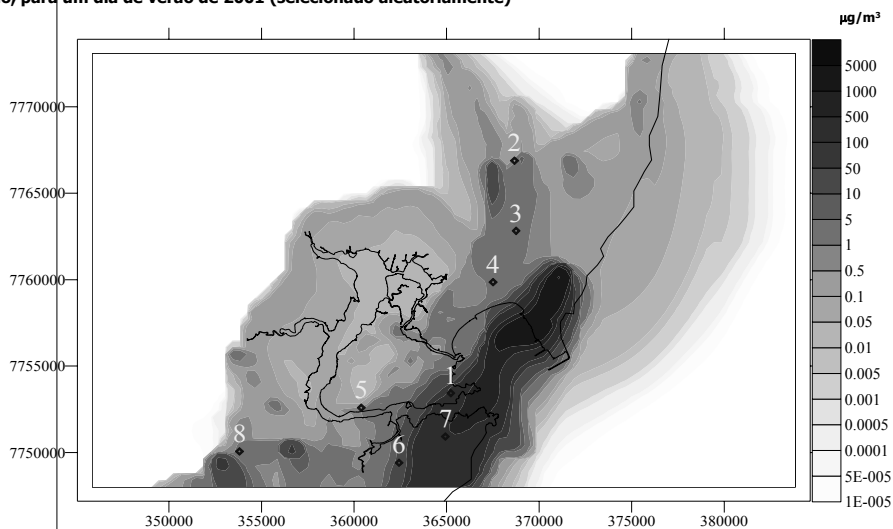
04:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

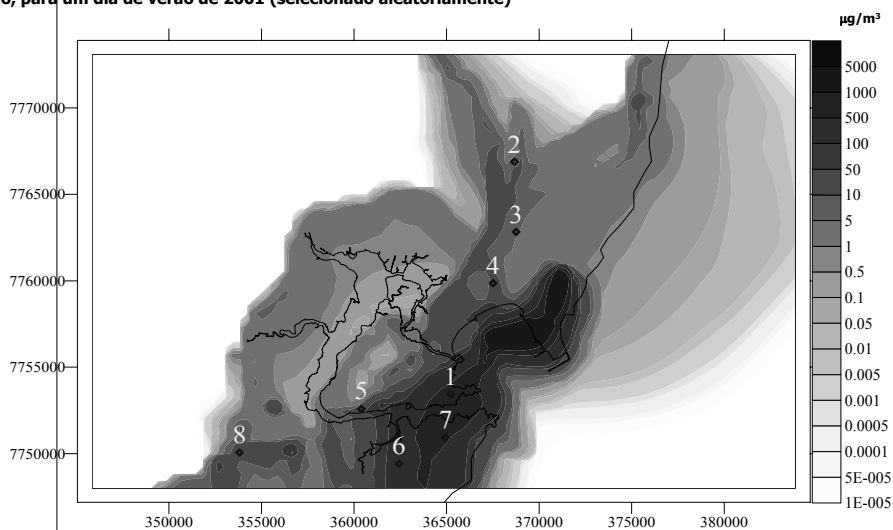
05:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

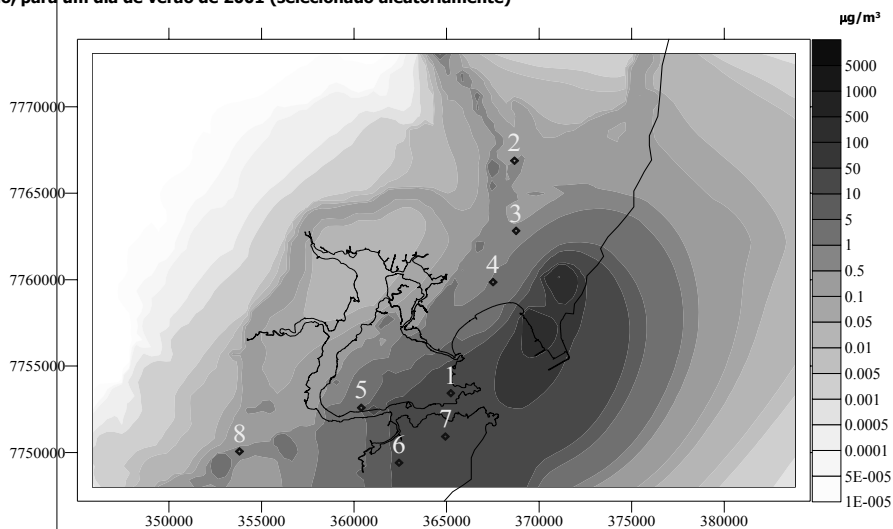
06:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

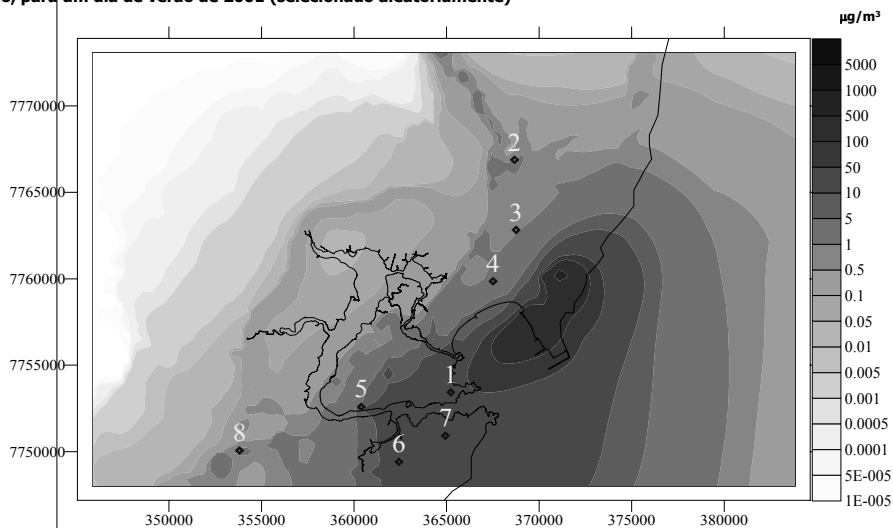
07:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

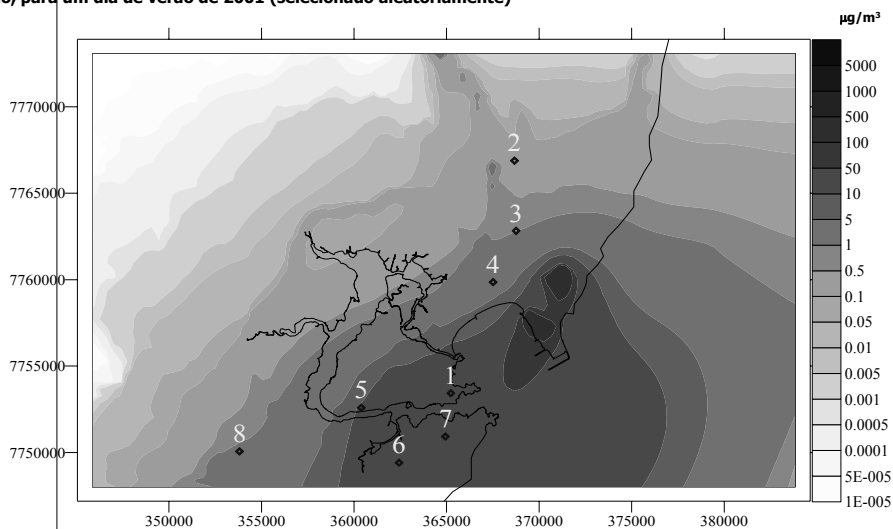
08:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

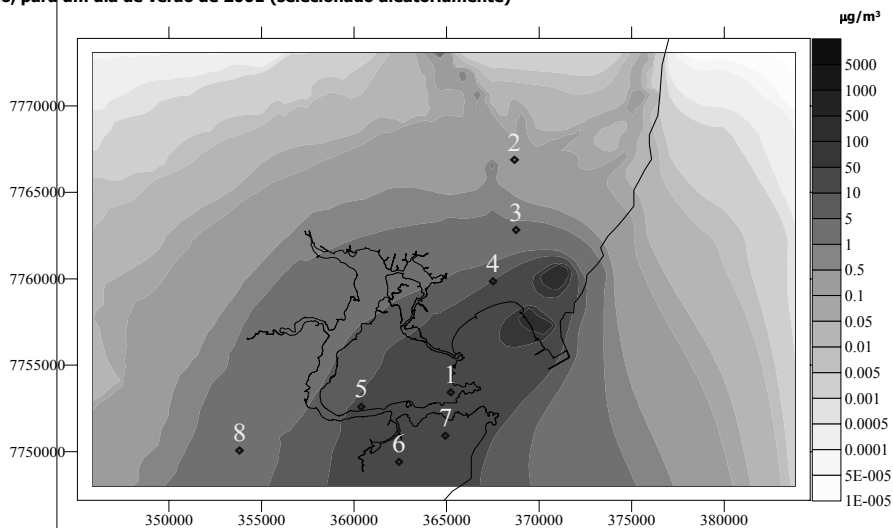
09:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

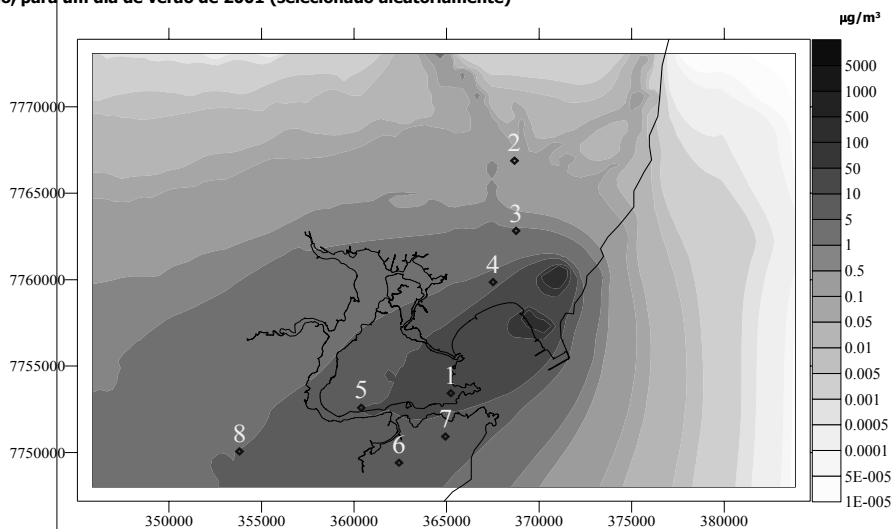
10:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

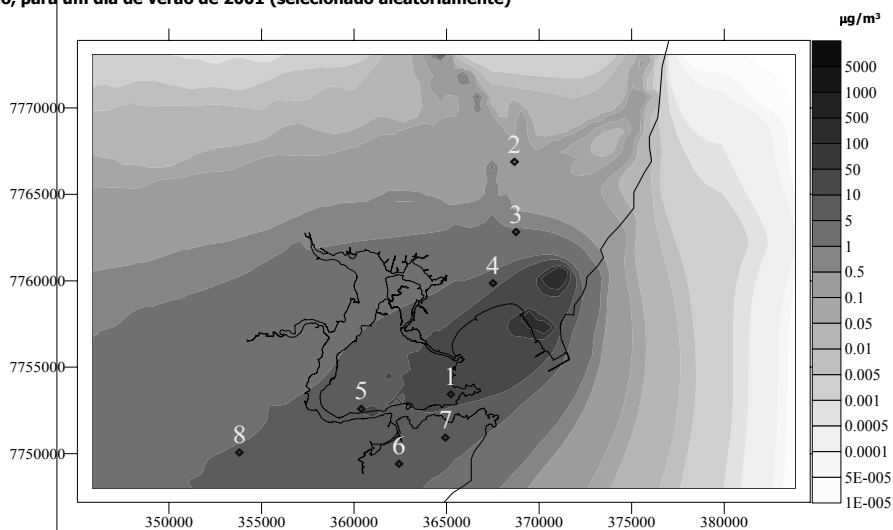
11:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

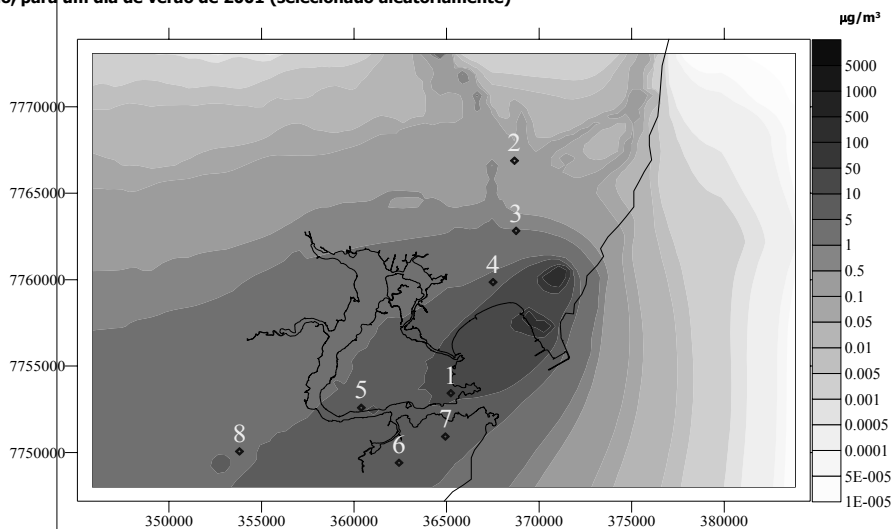
12:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

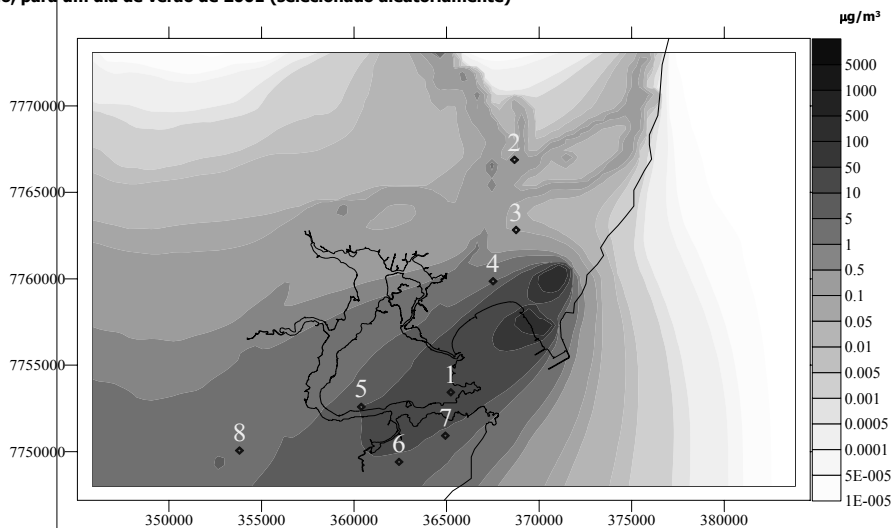
13:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

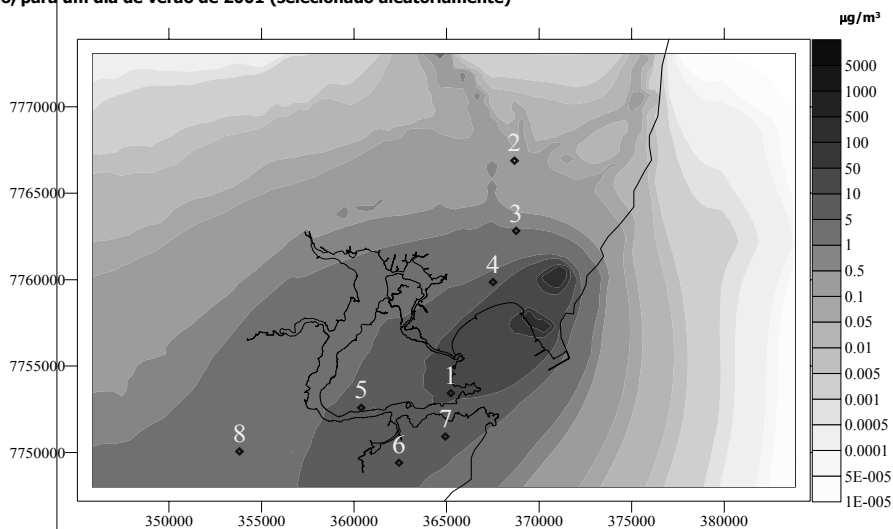
14:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

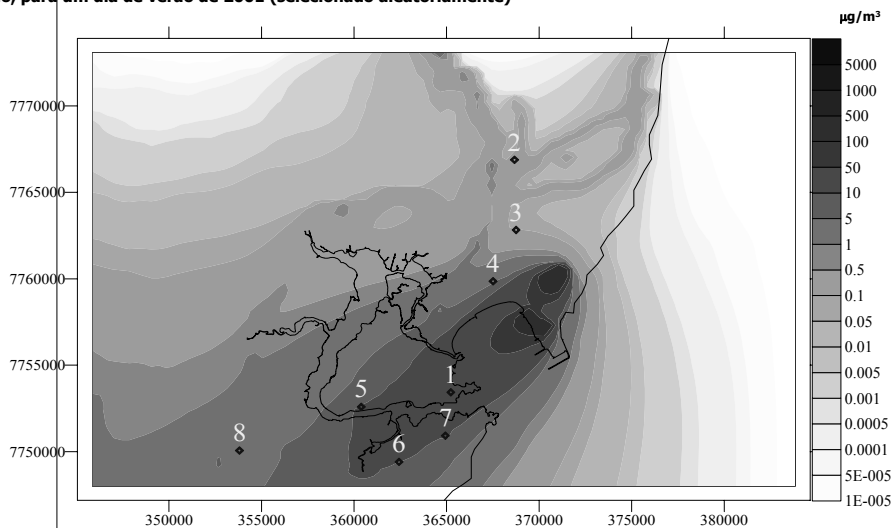
15:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

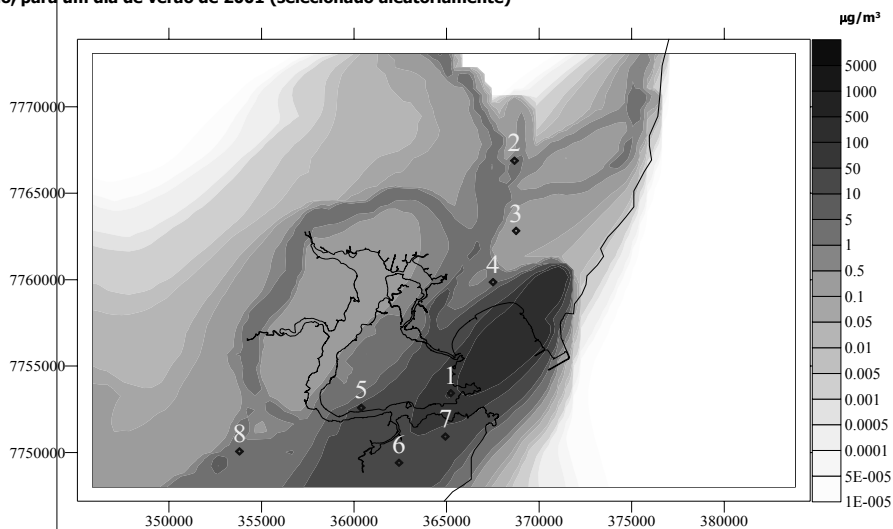
16:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

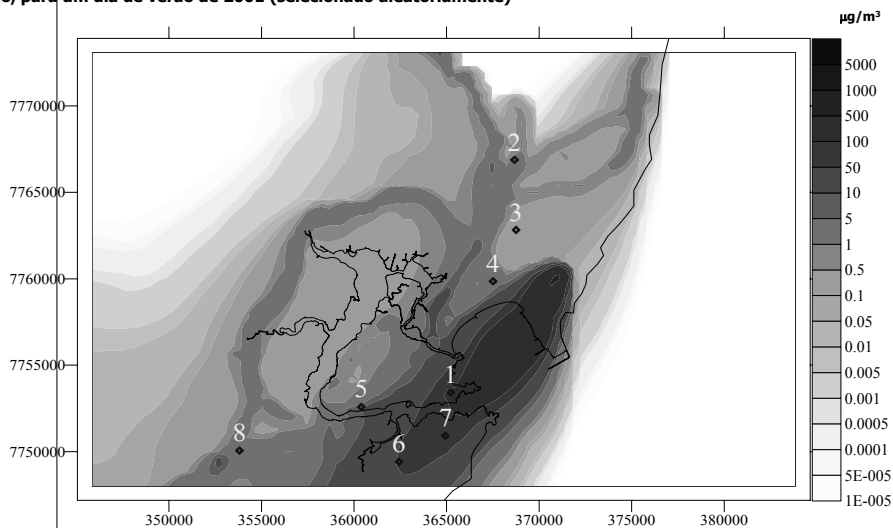
17:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

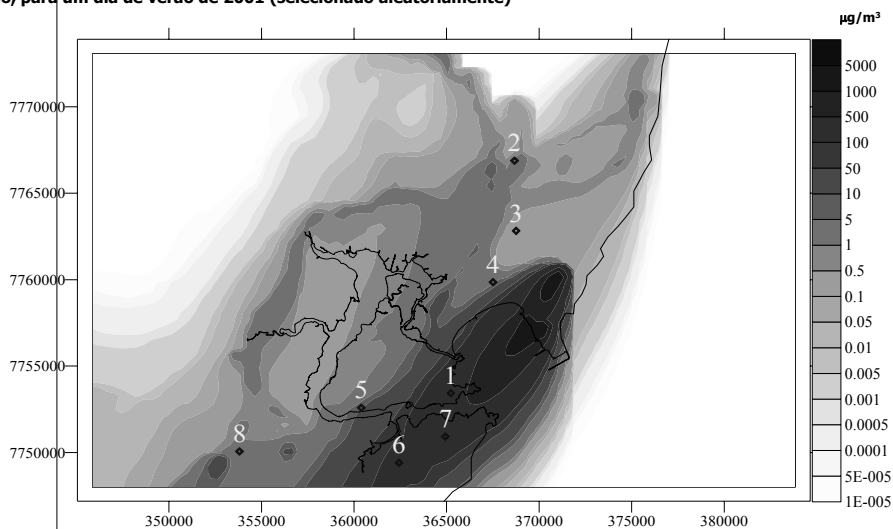
18:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

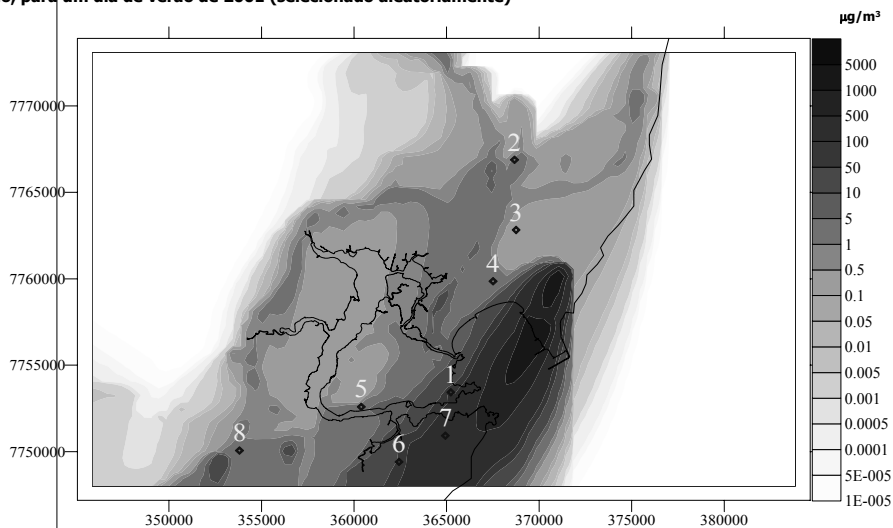
19:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

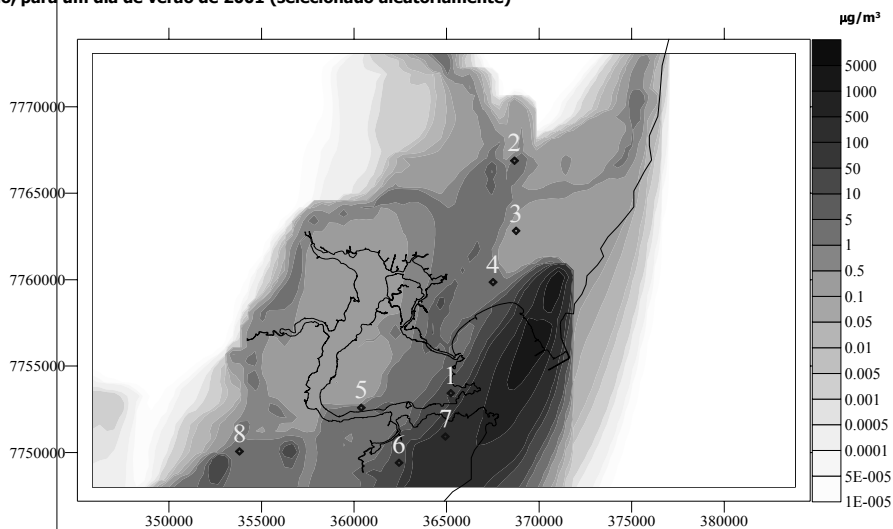
20:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

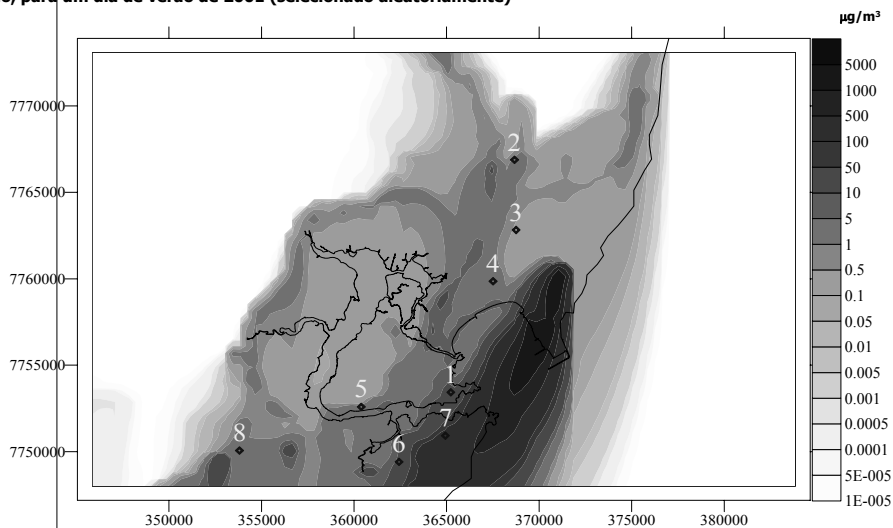
21:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

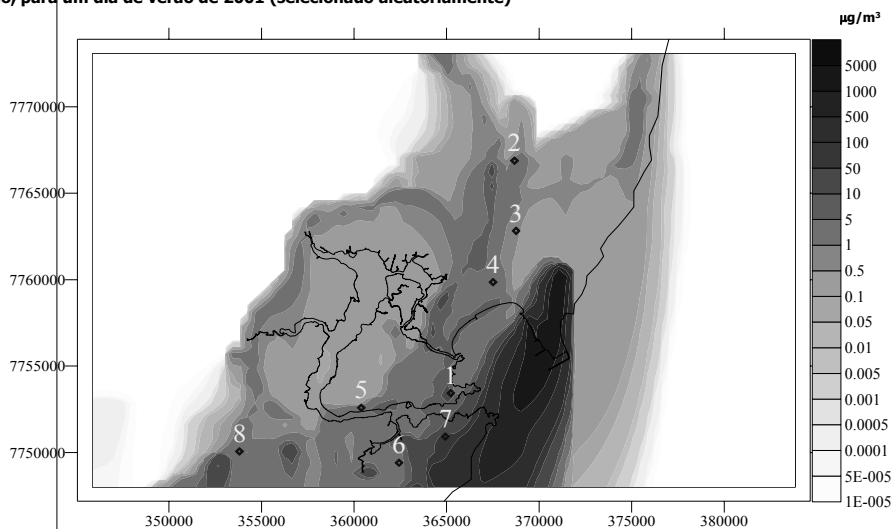
22:30



Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

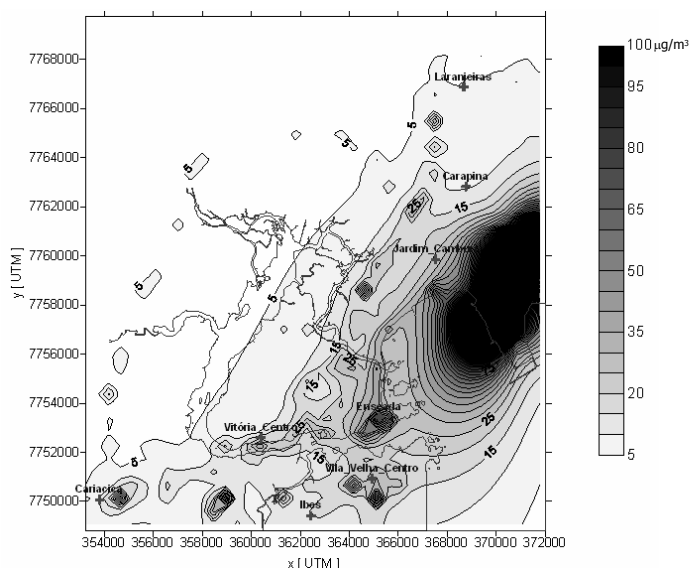
Evolução da média horária da concentração de NOx ao nível do solo, para um dia de verão de 2001 (selecionado aleatoriamente)

23:30



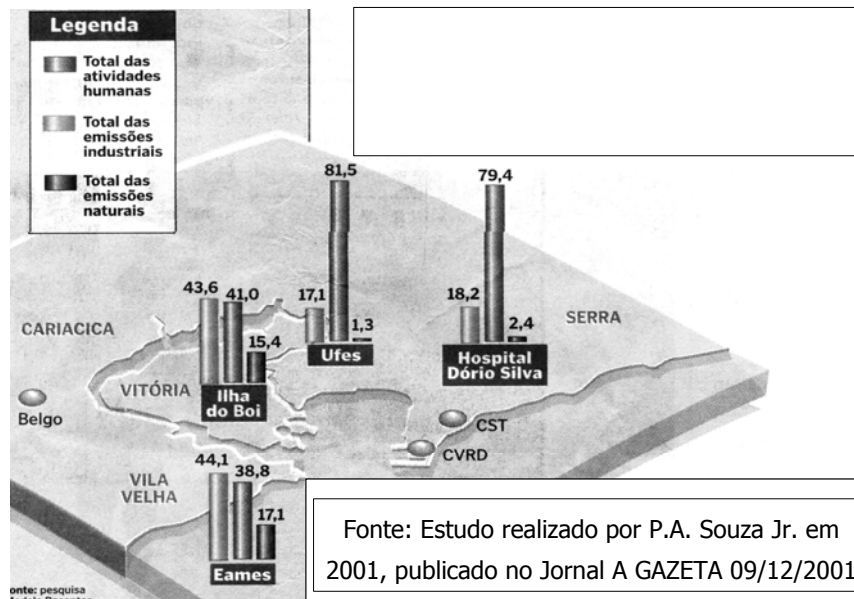
Resultados preliminares de um modelo de dispersão de poluentes na atmosfera desenvolvido pelo grupo de Poluição do Ar do Programa de Pós-Graduação da UFES. Distribuição de concentração de NOx para a RGV considerando fontes fixas e móveis.

Concentração de média anual (2000) de NOx obtida por um modelo de qualidade do ar (ISCST-EPA)



(Entringer et al., 2001)

Contribuição de cada grupo de fontes para a concentração de PTS na região



Fonte: Estudo realizado por P.A. Souza Jr. em 2001, publicado no Jornal A GAZETA 09/12/2001

Contribuições das fontes na RGV.

Foram identificadas 15 fontes poluidoras

Emissões industriais em %

Grupo A	Origem	Ilha do Boi	Eames	Ufes	Hospital Dório Silva
	Coque	1,5	3,0	6,3	4,1
	Alto-forno e aciaria	3,4	3,2	0,8	1,2
	Aciaria elétrica	1,2	3,5	1,6	4,2
	Sinterização	6,1	8,7	2,4	4,1
	Carvão Mineral	12,6	8,5	1,8	1,7
	Pelotas	18,8	17,2	4,3	2,9
	Minérios Calcinação Grãos de Soja	Estes três itens apresentaram somente traços de existência			

Atividades humanas em %

Grupo B	Origem	Ilha do Boi	Eames	Ufes	Hospital Dório Silva
	Queimadas	5,2	6,3	6,3	12,9
	Emissão veicular	2,0	2,8	9,8	6,6
	Solos	12,3	9,9	15,1	32,9
	Construções Cíveis	8,4	7,4	31,3	14,7
	Pedreiras	13,1	12,4	19,0	12,3

Emissões naturais em %

Grupo C	Origem	Ilha do Boi	Eames	Ufes	Hospital Dório Silva
	Aerossol Marinho (maresia)	15,4	17,1	1,3	2,4

Fonte: A GAZETA
09/12/2001.

Evolução da frota veicular na Grande Vitória

FONTE: DETRAN-ES

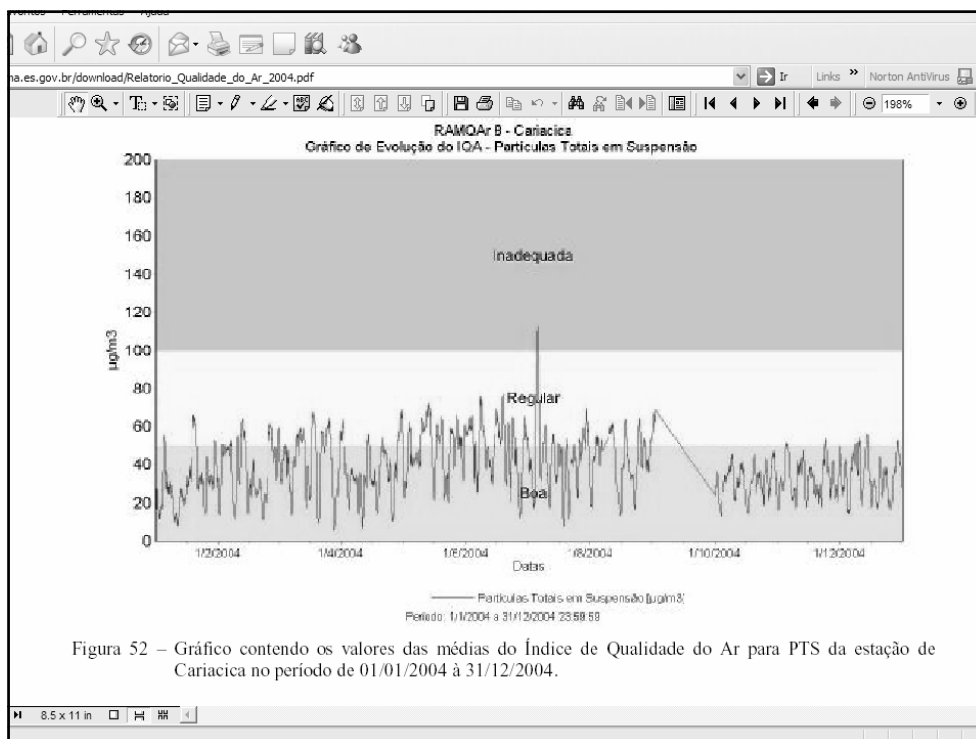
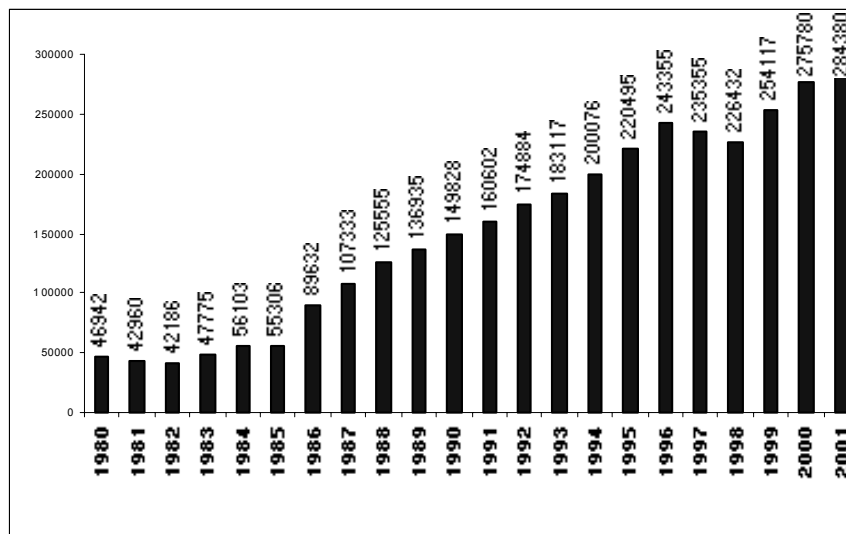


Figura 52 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PTS da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

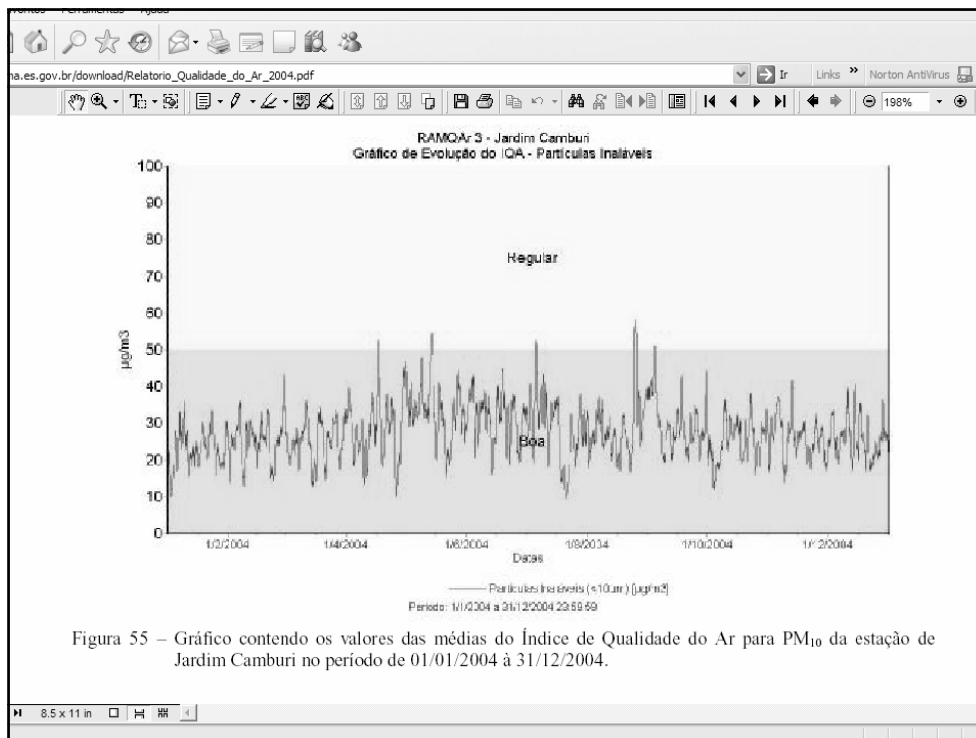


Figura 55 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PM₁₀ da estação de Jardim Camburi no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.

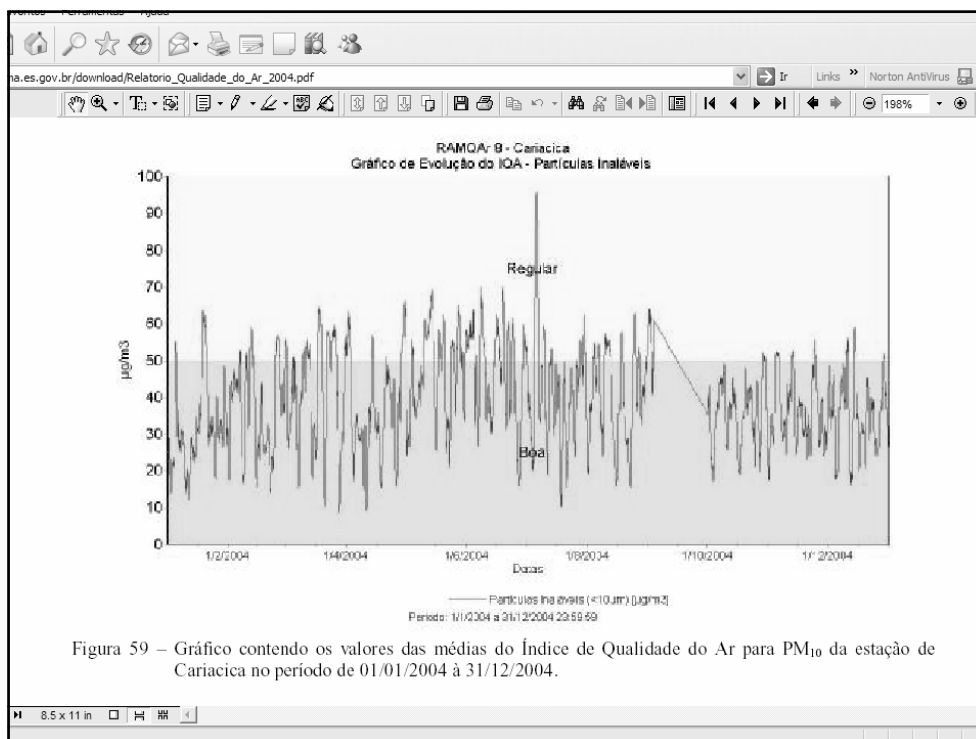
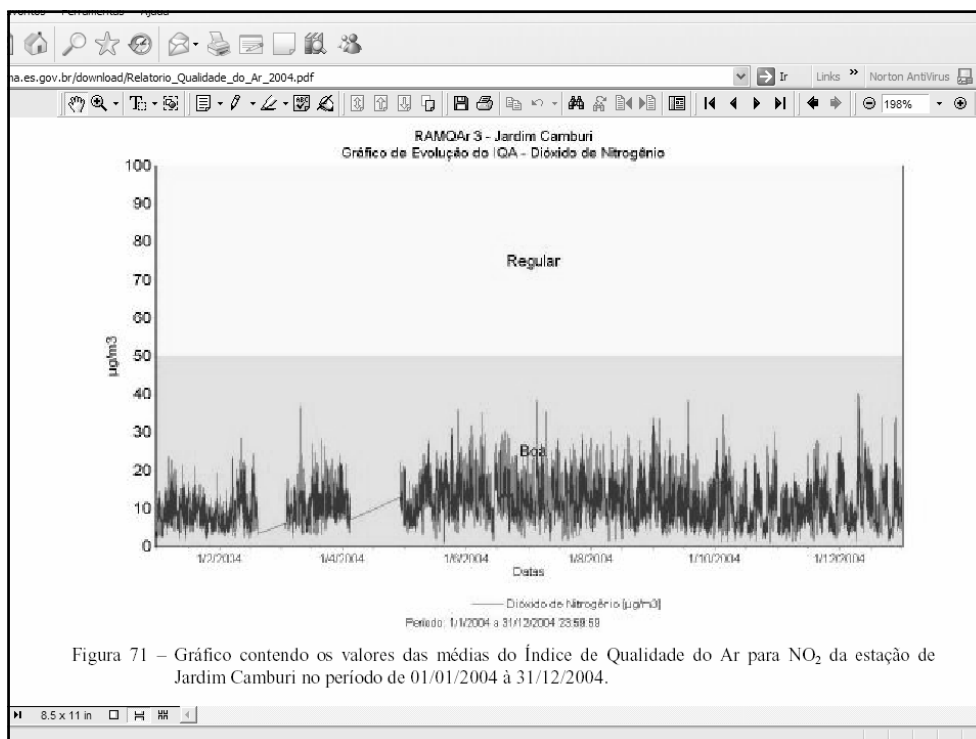
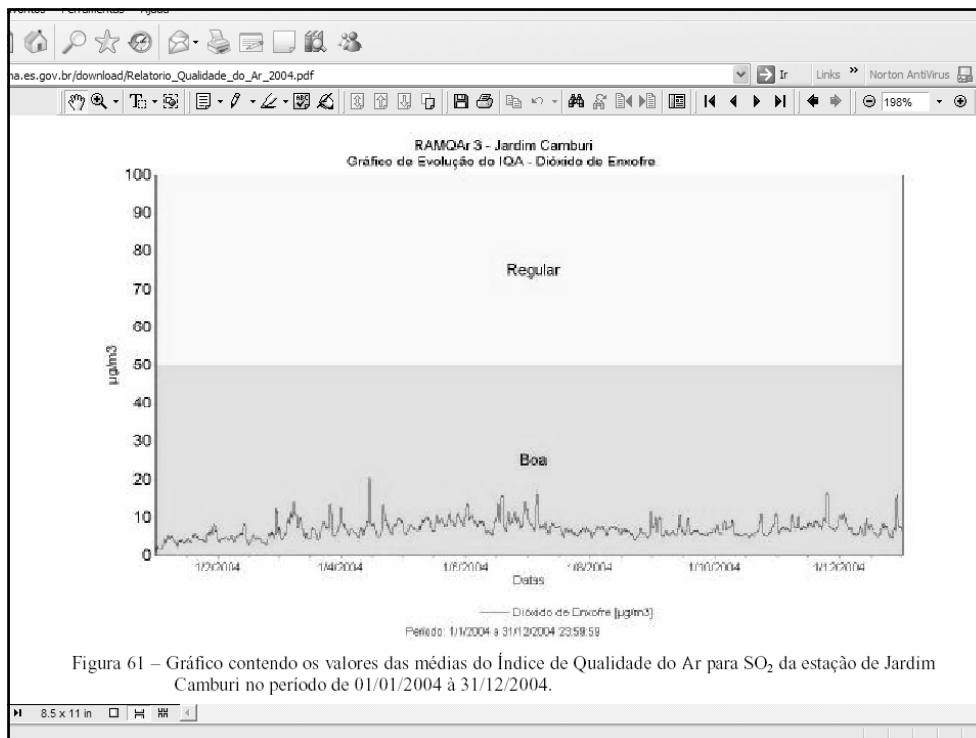
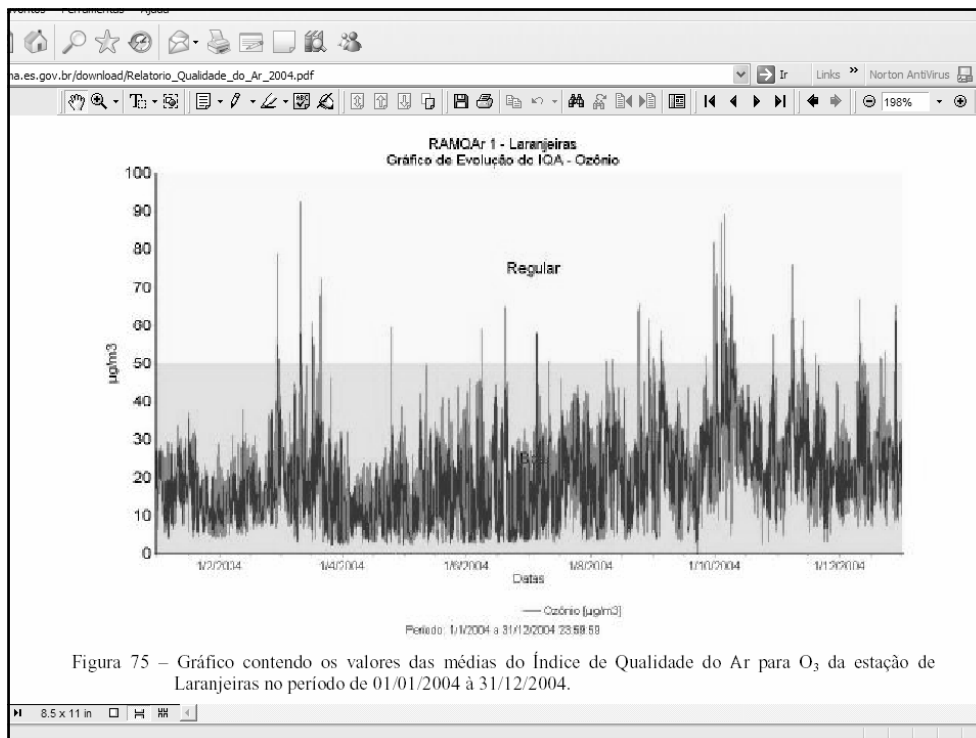


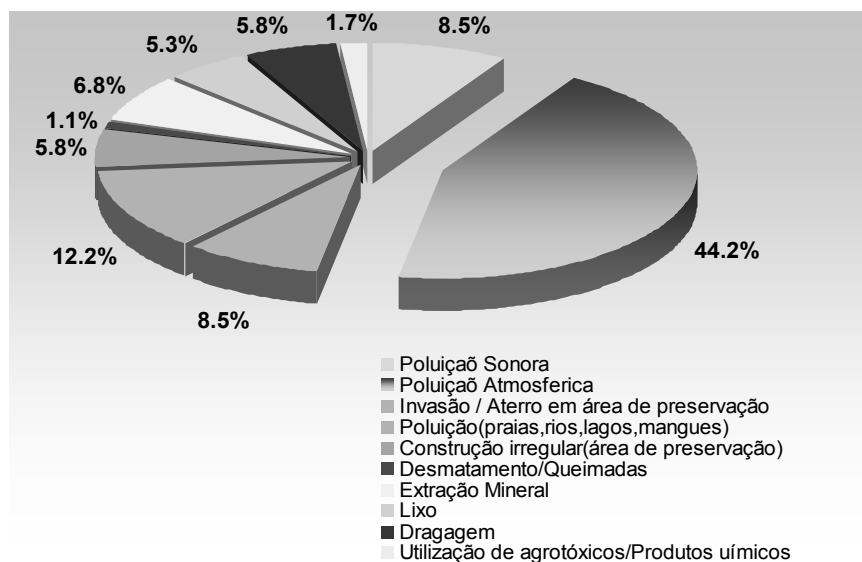
Figura 59 – Gráfico contendo os valores das médias do Índice de Qualidade do Ar para PM₁₀ da estação de Cariacica no período de 01/01/2004 à 31/12/2004.





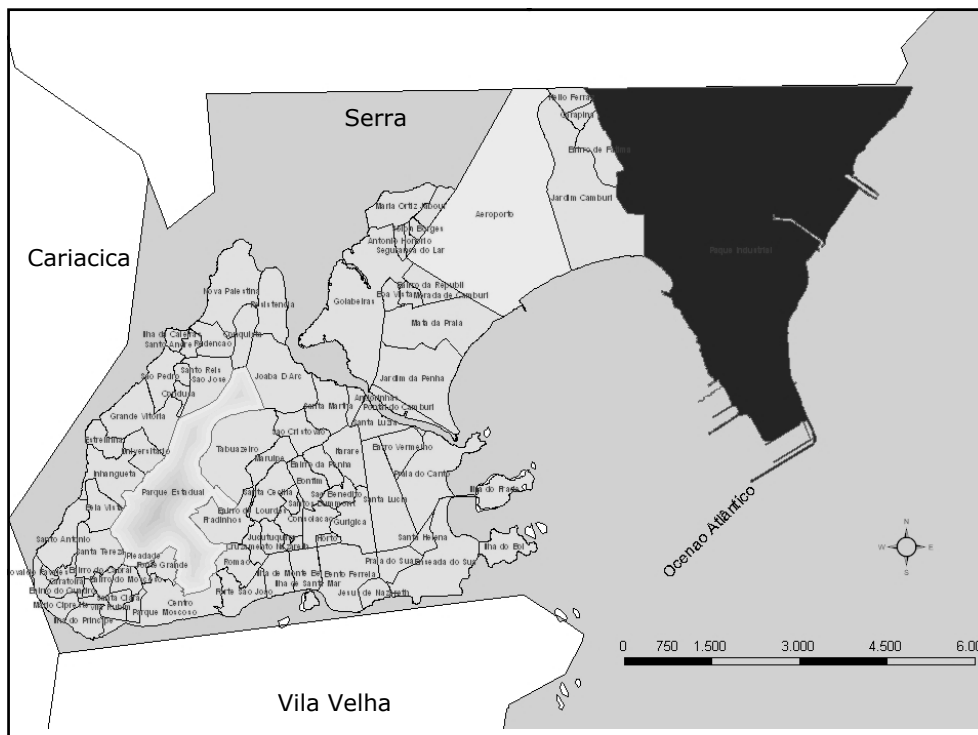
Número de queixas à Secretaria de Meio-Ambiente em 2000

Fonte:



Resultados do estudo epidemiológico (Saldiva et al., 2003)

- Acréscimo de 3 % na internações hospitalares em termos médios para a Região da Grande Vitória (crianças menores de 6 anos), devido à poluição do ar.
- Acréscimo de 4 % na internações hospitalares em Jardim Camburi (crianças menores de 6 anos), devido à poluição do ar. Não foi encontrada uma correlação definida para outros bairros.



Poluentes de interesse para a região

- Convencionais

SO_x, NO_x, O₃

Exemplo: H₂S gera sensação de odor a partir de 0.5 ppb, mas seu limite de toxicidade (WHO) é de 10 ppm.

PTS, MP10 ... MP2,5 ?

- Orgânicos (Dioxinas, PCBs e demais Hidrocarbonetos Aromáticos)

Em geral estes compostos estão presentes em concentrações muito baixas, insuficientes para causar dano direto à saúde. Estudos recentes comprovam que a sensação de odor leva a perda de apetite, insônia, irritabilidade e aumento do nível de stress.

- Compostos Odorantes