

2ª Reunião do Grupo de Trabalho de revisão da Resolução CONAMA 03/1990, que dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR

Alexsander Barros Silveira

Engenheiro Civil

Msc. Engenharia Ambiental – Poluição do Ar

Coordenador do Centro Supervisório da Qualidade do Ar

IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (ES)

Brasília - DF

20 de fevereiro de 2014



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

Sumário

- **Gestão da Qualidade do Ar no Brasil**
- **Desafios das Políticas Públicas**
- **Referências Bibliográficas**



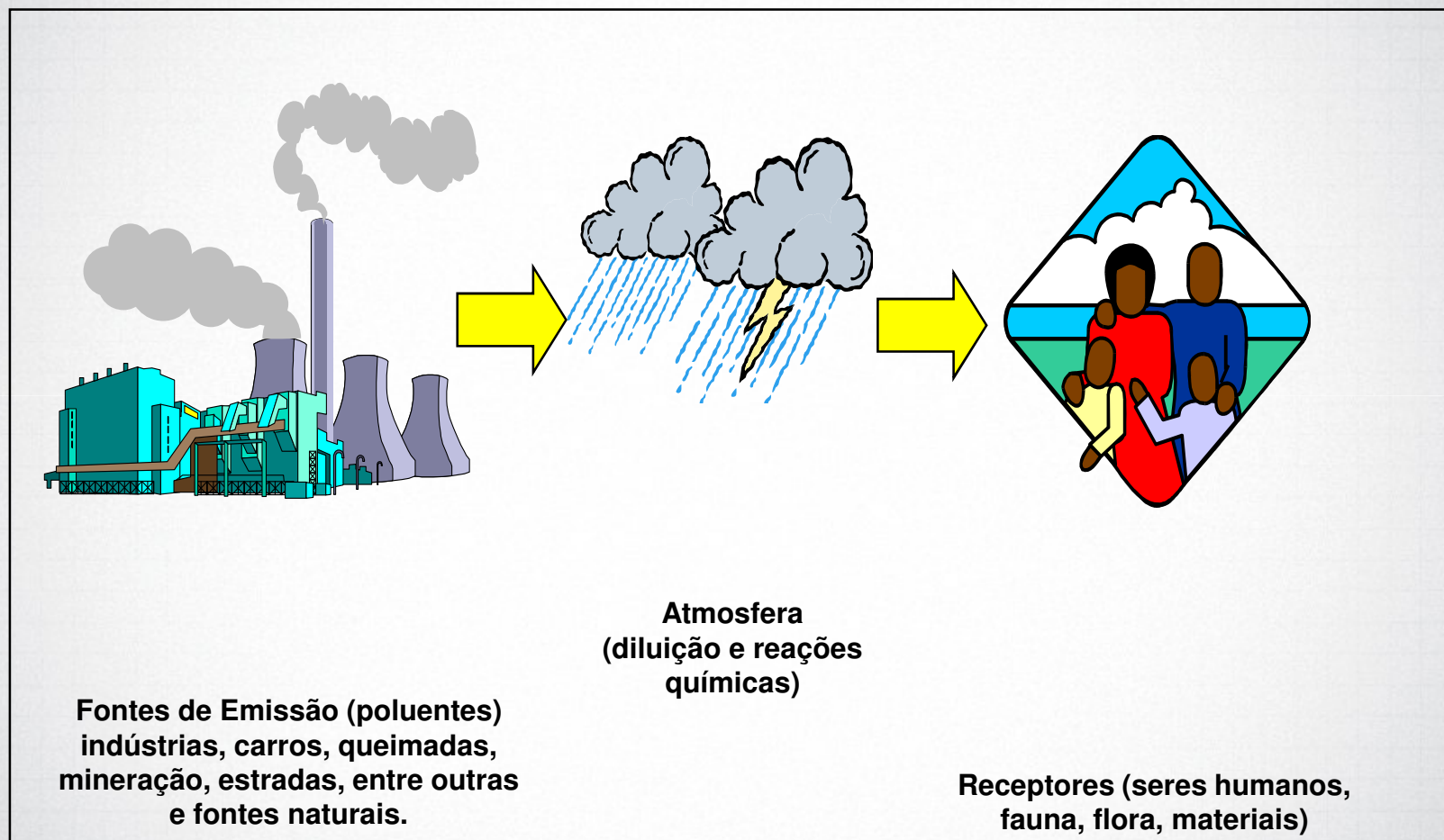
- **Gestão da Qualidade do Ar no Brasil**

- **Desafios das Políticas Públicas**

- **Referências Bibliográficas**



Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

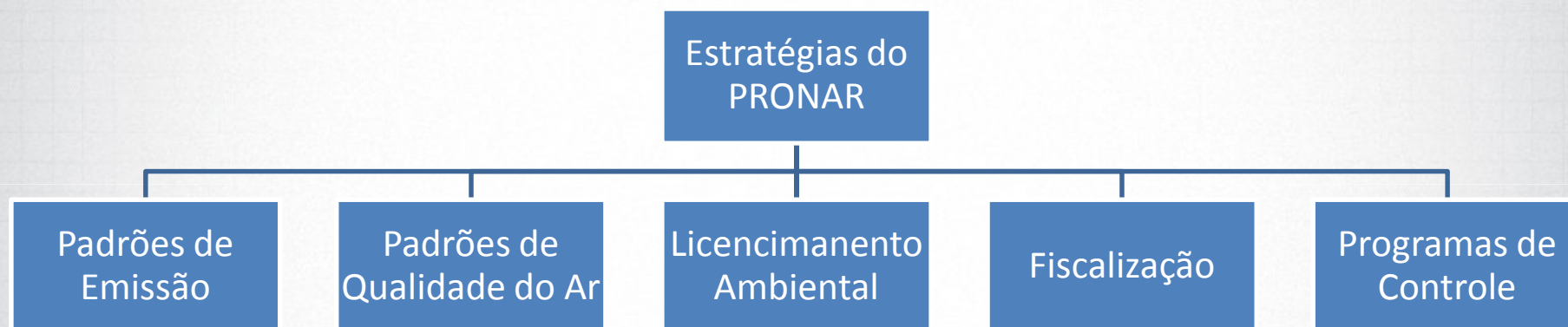


O problema da Poluição Atmosférica



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

Gestão da Qualidade do Ar no Brasil



Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

Política Nacional de Qualidade do Ar - PRONAR

Intitulado como um dos “Instrumentos Básicos” da Gestão Ambiental

Focado no estabelecimento dos Padrões de Emissão e utilizando os Padrões de Qualidade do Ar como “ação complementar de controle”

Prevê Padrões de Emissão diferenciados segundo o uso pretendido do solo

Defini dois tipos de Padrões de Qualidade do Ar (“ação complementar de controle”): Primário e Secundário



Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

Política Nacional de Qualidade do Ar - PRONAR

Padrão Primário: “concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população, podendo ser entendidos como níveis máximos toleráveis de concentração de poluentes atmosféricos, constituindo-se em metas de curto e médio prazo”. **APENAS SE ADOTADO AS DIRETRIZES DE QUALIDADE DO AR DA OMS COMO PADRÃO.**

Padrão Secundário: “as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre o bem estar da população, assim como o mínimo dano à fauna e flora aos materiais e meio ambiente em geral, podendo ser entendidos como níveis desejados de concentração de poluentes, constituindo-se em meta de longo prazo”. **QUAL BASE CIENTÍFICA?**



Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

Política Nacional de Qualidade do Ar - PRONAR

Enquadramento das áreas segundo uso e ocupação do solo: CLASSE I; CLASSE II e CLASSE III. INCONSISTÊNCIA

Prevê a criação de uma Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar
("Rede Básica de Monitoramento")



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

Política Nacional de Qualidade do Ar - PRONAR

Sobre a estagnação do monitoramento da Qualidade do Ar a partir da década de 90:

“... Podemos apontar algumas causas, embora nossa experiência mostre que nenhuma delas foi decisiva, e sim a soma da contribuição de muitas delas. Dentre estas causas, nos arriscamos a identificar algumas: as organizações estaduais passaram por muitas modificações político-administrativas, o que criou grandes dificuldades na manutenção das instalações necessárias; o alto custo da manutenção da monitoração e da estrutura necessária para a geração de dados confiáveis; **baixos salários para retenção de profissionais qualificados**; clara mobilização do Poder Público Municipal e instituições de ensino e pesquisa em ter seus próprios dados.” (Frondizi; 2008)



Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

Política Nacional de Qualidade do Ar - PRONAR

Prevê o Licenciamento Ambiental como instrumento

Prevê a criação do Inventário Nacional de Fontes e Emissões, considerando-o “estratégico”

*“A efetiva implantação do PRONAR está intimamente correlacionada com a **capacitação técnica dos órgãos ambientais** e com o **desenvolvimento tecnológico na área de poluição do ar.**”*



Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

Política Nacional de Qualidade do Ar - PRONAR

O PRONAR, considerando serem os recursos finitos, divide as ações em curto, médio e longo prazo:

A Curto Prazo:

- Definição dos limites de emissão para fontes poluidoras prioritárias (Conama 382 de 2006 e Conama 436 de 2011 para fontes fixas e PROCONVE para móveis);
- Definição dos padrões de qualidade do ar (Conama 03 de 1990)
- Enquadramento das áreas na classificação de usos pretendidos (?);
- Apoio a formulação dos Programas Estaduais de Controle de Poluição do Ar(?);
- Capacitação Laboratorial (?);
- Capacitação de Recursos Humanos(?).



Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

Política Nacional de Qualidade do Ar - PRONAR

A Médio Prazo:

- Definição dos demais limites de emissão para fontes poluidoras (?);
- Implementação da Rede Nacional de Monitoramento da Qualidade do Ar (?);
- Criação do Inventário Nacional de Fontes e Emissões (?);
- Capacitação Laboratorial (continuidade) (?);
- Capacitação de Recursos Humanos (continuidade) (?).

A Longo Prazo:

- Capacitação laboratorial (continuidade) (?);
- Capacitação de Recursos Humanos (continuidade) (?);
- Avaliação e Retro-avaliação do PRONAR (?).



Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

Padrões de Qualidade do Ar (Conama 03/1990)

Padrões de Qualidade do Ar em vigência no Brasil (Conama nº 03/1990)

POLUENTE	TEMPO DE AMOSTRAGEM	PADRÃO PRIMÁRIO	PADRÃO SECUNDÁRIO	METODO DE AMOSTRAGEM
PTS	24 horas ¹	240 µg/m³	150 µg/m³	SEPARAÇÃO INERCIAL/FILTRAÇÃO
	MGA ²	80 µg/m³	60 µg/m³	
PM10	24 horas ¹	150µg/m³	150 µg/m³	SEPARAÇÃO INERCIAL/FILTRAÇÃO
	MAA ³	50 µg/m³	50 µg/m³	
CO	1 hora ¹	40.000 µg/m³ 35,0 ppm	40.000 µg/m³ 35,0 ppm	INFRAVERMELHO NÃO DISPERSIVO
	8 horas ¹	10.000 µg/m³ 9,0 ppm	10.000 µg/m³ 9,0 ppm	
O ₃	1 hora ¹	160µg/m³	160 µg/m³	QUIMILUMINESCÊNCIA
SO ₂	24 horas ¹	365 µg/m³	100 µg/m³	PARAROSANILINA
	MAA ³	80 µg/m³	40 µg/m³	
NO ₂	1 hora ¹	320 µg/m³	190 µg/m³	QUIMILUMINESCÊNCIA
	MAA ³	100 µg/m³	100 µg/m³	

Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

Padrões de Qualidade do Ar (Conama 03/1990)

Trás algumas inconsistências do PRONAR:

Conceito de Padrão de Qualidade: “concentrações de poluentes atmosféricos que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde, a segurança e o bem-estar da população, bem como ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral.”

Conceitos de Padrão Primário e Padrão Secundário: Tratado anteriormente

Valores numéricos dos Padrões: Desatualizado face às novas informações científicas, especialmente da OMS (incluindo erro conceitual de “Padrão Primário”)



Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

A OMS analisou extensa prova científica da relação da poluição do ar com saúde humana e recomendou as diretrizes de qualidade do ar para proteger a saúde pública mundial. Metas intermediárias são propostas como passos incrementais para uma progressiva melhora da qualidade do ar nas áreas mais poluídas (Bae, et al. 2009)



Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

Padrões de Qualidade do Ar (Conama 03/1990)

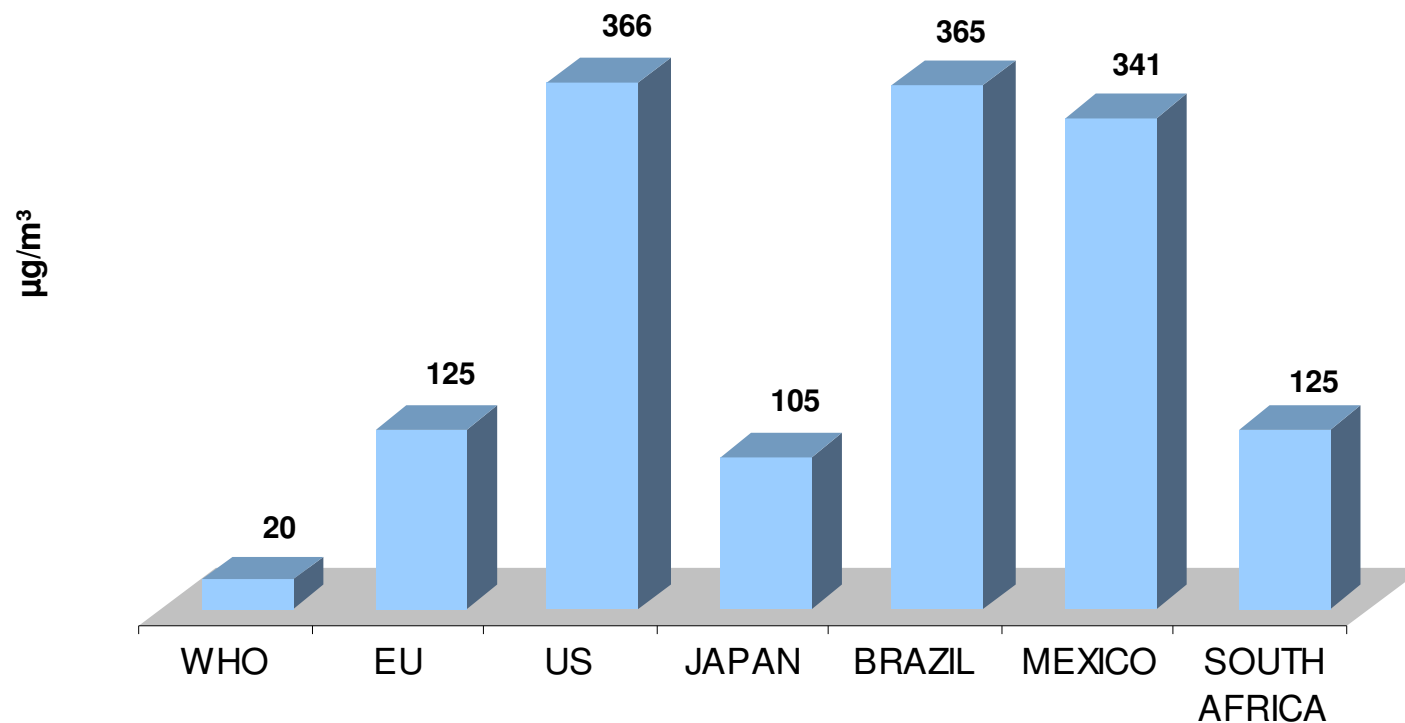
POLUENTE	Tempo Amostragem	BRASIL	UNIÃO EUROPÉIA	EUA	OMS
		Padrão CONAMA	Environment Comission	US-EPA	Air quality guidelines - global update 2005
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$
PTS	24h	240	-	-	-
	anual	80	-	-	-
PM10	24h	150	50	150	50
	anual	50	40	-	20
SO2	24h	365	125	400	20
	anual	80	-	86	-
	1h	-	350	-	-
	10 minutos	-	-	-	500
NO2	1h	320	200	-	200
	anual	100	40	100	40
CO	1h	40000	-	-	-
	8h	10000	10000	10000	-
O3	1h	160	-	240	-
	8h	-	120	150	100



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
 Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
 Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

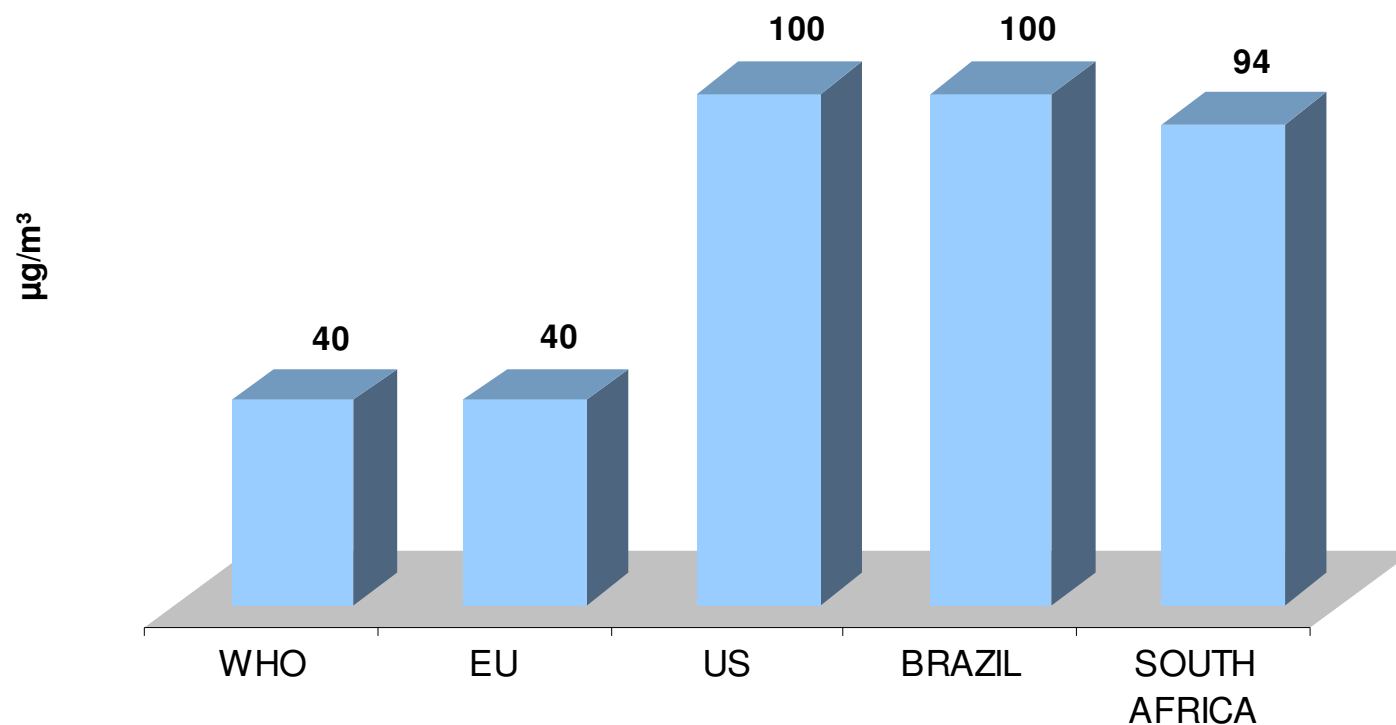
Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

**Padrões de Qualidade do Ar - 24 horas
SO₂**



Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

**Padrões de Qualidade do Ar - Anual
NO₂**



Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

Padrões de Qualidade do Ar (Conama 03/1990)

Há necessidade de atualização dos métodos de amostragem (caíram em desuso)

Há necessidade de explicitação do que é “Método de Referência” e “Método Equivalente”

Episódio Crítico de Poluição do Ar (Atenção, Alerta e Emergência): “visando providências dos governos de estado e dos municípios, assim como de entidades privadas e comunidade geral, com o objetivo de prevenir grave e iminente risco à saúde da população.” **FALTA DE REFERÊNCIA CIENTÍFICA.**



Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

Padrões de Emissões

6

Fontes Fixas

Conama 382 de 2006 (Fontes novas)

Conama 436 de 2011 (Fontes antigas)

Fontes Móveis

PROCONVE



Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

Exigência de Controles ambientais mais eficientes: Enclausuramento das Obras de Construção Civil



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

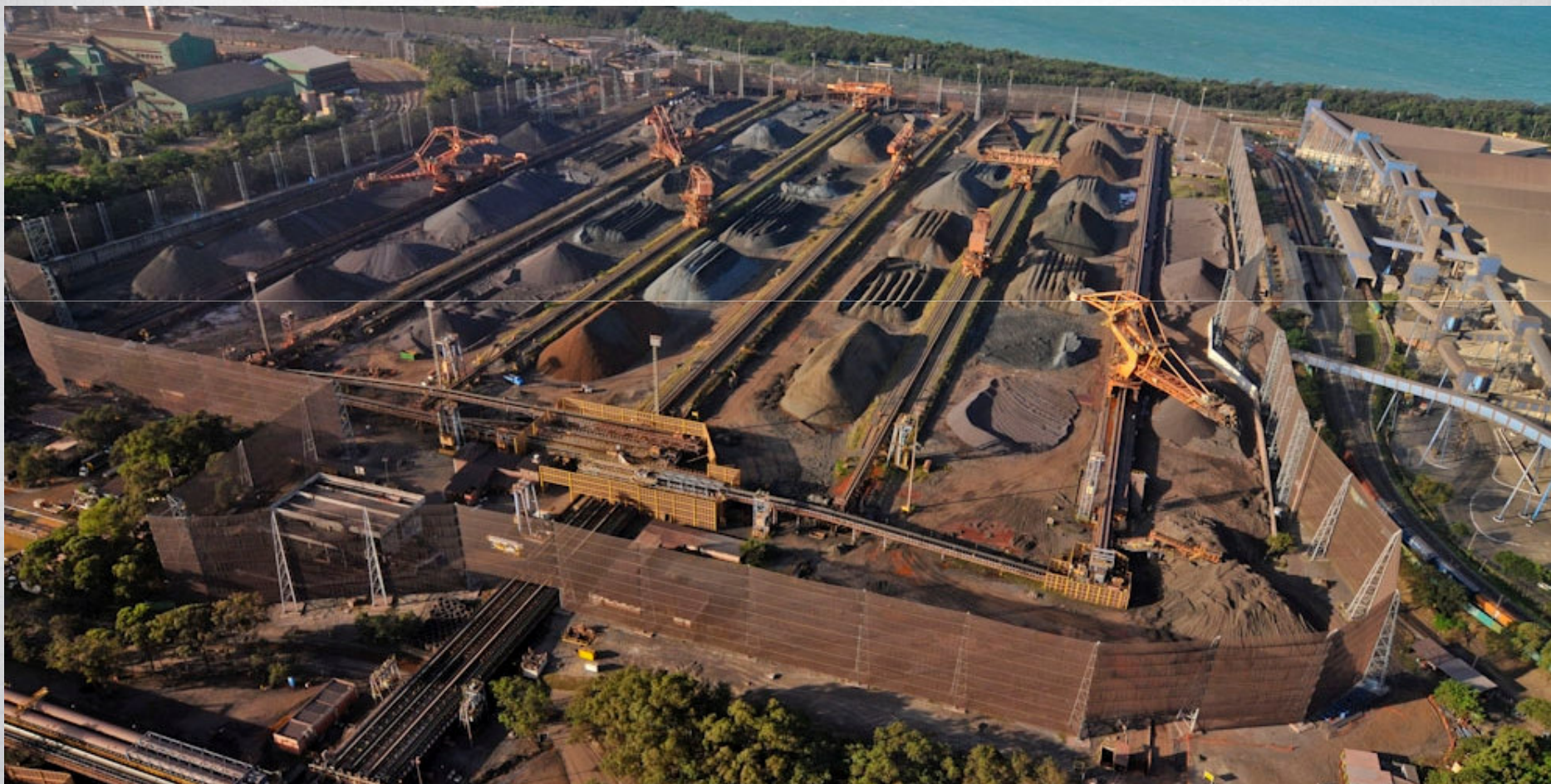
Exigência de Controles ambientais mais eficientes: Fontes Difusas – Pátios de Estocagem (Wind Fence – Barreira de Vento)



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

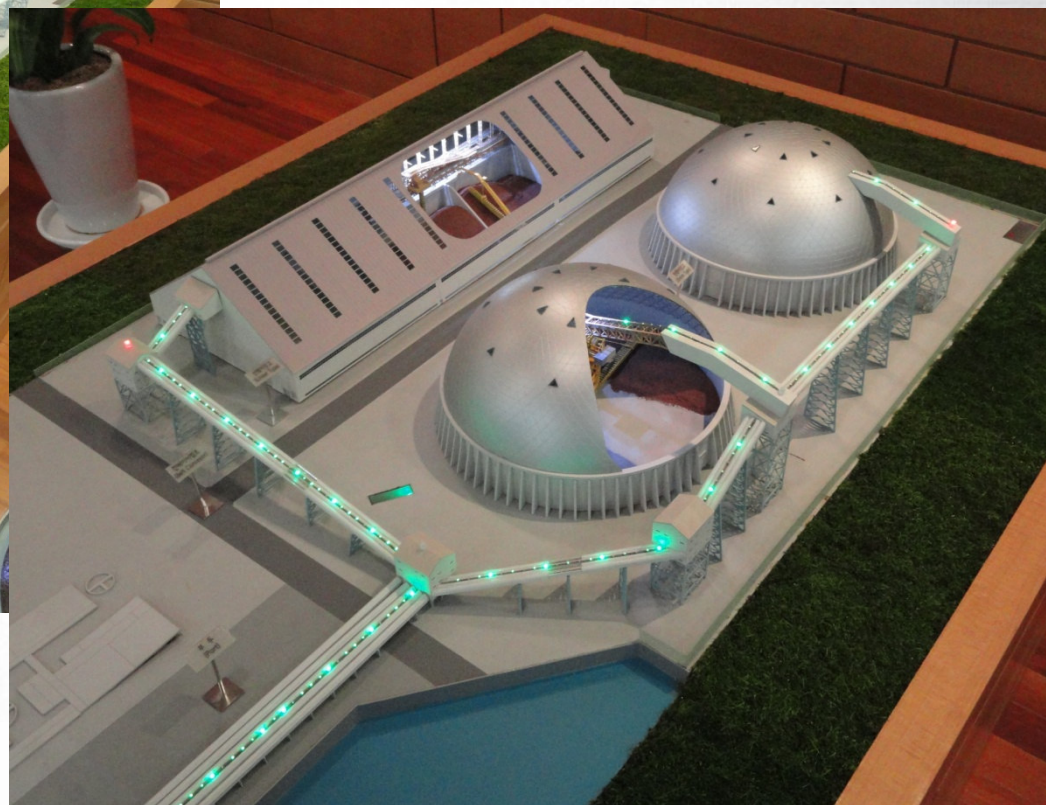
Exigência de Controles ambientais mais eficientes: Fontes Difusas – Pátios de Estocagem (Wind Fence – Barreira de Vento)



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

Exigência de Controles ambientais mais eficientes: Estado da Arte em controle de Pátios de Estocagem (*DOMOS*)



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

Gestão da Qualidade do Ar no Brasil

Exigência de Controles ambientais mais eficientes: Estado da Arte em controle de Pátios de Estocagem (*DOMOS*)

Hyundai Steel - Coréia do Sul



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

- **Gestão da Qualidade do Ar no Brasil**

- **Desafios das Políticas Públicas**

- **Referências Bibliográficas**



Desafios das Políticas Públicas

Health benefits of improving air quality in the rapidly aging Korean society (Bae et. al, 2009)

Os autores investigaram a associação de curto prazo entre poluição do ar e mortalidade em uma cidade em rápido envelhecimento: Seul – Coreia do Sul

A sociedade coreana entrou em fase de envelhecimento em 1999 e segundo projeções, a parcela de idosos (> 65 anos) deve superar os 15% da população antes de 2020

As mortes diárias foram calculadas baseadas na população futura projetada para Seul. Foi estimado o alcance das diretrizes de qualidade do ar da OMS para Seul em 2015

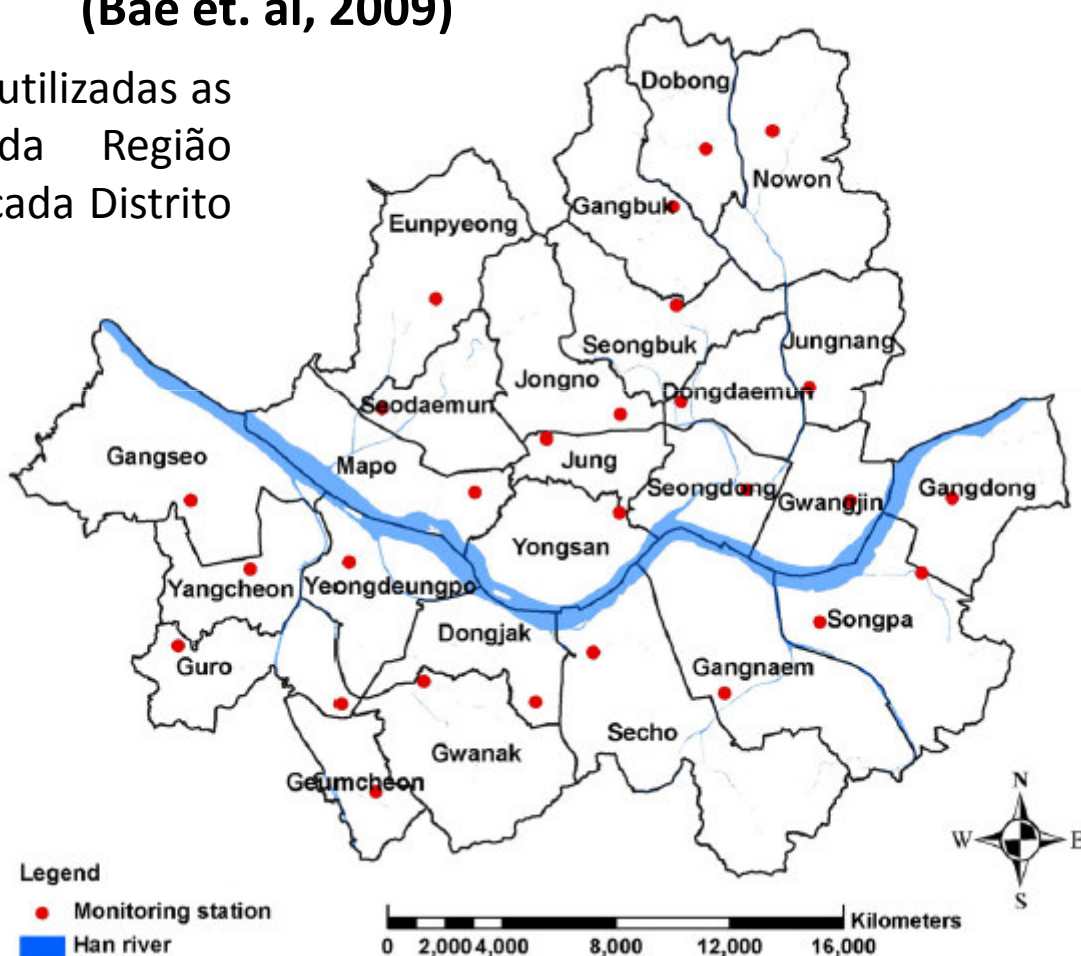


Desafios das Políticas Públicas

Health benefits of improving air quality in the rapidly aging Korean society (Bae et. al, 2009)

Para a situação atual (2004) foram utilizadas as medições nos 25 distritos da Região Metropolitana (uma Estação para cada Distrito e dois Distritos com duas Estações)

O Estudo indica que ao se alcançar as recomendações da OMS como padrão de qualidade do ar em 2015, se reduziria 964 mortes anuais para o PM10 (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para média diária) e 329 mortes anuais para O3 (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para média de 8 horas)



Desafios das Políticas Públicas

Health benefits of improving air quality in the rapidly aging Korean society (Bae et. al, 2009)

Health benefits (mortality prevented) of attaining the WHO AQGs.

Target pollutant	Pollutant level	2005		2015	
		0-64 years of age	65+ years of age	0-64 years of age	65+ years of age
PM ₁₀ 24-hour average concentration	Interim target-1	122	214	78	377
	150 µg/m ³	(33-188)	(126-303)	(12-143)	(221-532)
	Interim target-2	218	378	139	669
	100 µg/m ³	(100-337)	(221-534)	(22-257)	(392-947)
	Interim target-3	267	460	170	816
	75 µg/m ³	(123-412)	(269-652)	(26-314)	(478-1156)
O ₃ 8-hour average concentration	Air quality guideline	315	543	200	964
	50 µg/m ³	(145-488)	(318-769)	(31-371)	(564-1366)
	Interim target-1	9	47	9	83
	160 µg/m ³	(-6-23)	(23-72)	(-6-23)	(40-126)
	Air quality guideline	34	186	33	329
	100 µg/m ³	(-23-90)	(90-282)	(-23-88)	(159-500)

(unit:death/year)

“Nossa abordagem sugere uma estrutura para avaliar os benefícios de saúde, e os resultados fornecem informações científicas para definir a qualidade do ar ambiente padrão em níveis que protejam a saúde pública com uma margem adequada de segurança para proteger a saúde de grupos sensíveis de pessoas, contribuindo substancialmente para a melhoria da saúde pública na cidade em rápido envelhecimento, Seul”



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
 Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
 Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

Desafios das Políticas Públicas

The Recent and Future Health Burden of Air Pollution Apportioned Across U.S. Sectors (Fann et. al, 2013)

Os autores, através de modelo fotoquímico de dispersão e função de impacto à saúde, atribuíram a responsabilidade pela exposição à saúde de PM_{2,5} e O₃ a 23 tipologias: fontes industriais, fontes de área, fontes móveis e fontes internacionais aos EUA nos anos de 2005 e 2016

Existe vasta documentação literária demonstrando a relação entre os níveis ambientais de partículas finas e O₃ com a saúde: morte prematura; atendimento hospitalar por doenças respiratórias e cardiovasculares; agravamento de asma entre outros

As avaliações de risco tem quantificado a responsabilidade total de níveis de PM_{2,5} e O₃ na saúde pública, mas não a variabilidade temporal deste impactos ou sua responsabilidade por setor



Desafios das Políticas Públicas

The Recent and Future Health Burden of Air Pollution Apportioned Across U.S. Sectors (Fann et. al, 2013)

As modelagens consideraram as exigências de controle para cada setor

Foi utilizado o modelo fotoquímico CAMx para modelar a dispersão e o BenMap para avaliação do impacto à saúde

Os 23 setores contemplam todas as fontes antropogênicas e biogênicas inventariadas que afetam os níveis continentais de PM_{2,5} e O₃

2005 foi escolhido devido a disponibilidade de inventário e por ser um ano favorável a formação do O₃ e do PM_{2,5}

Emissões externas foram consideradas iguais (2005 e 2016) tanto para o México (1999), Canadá (2006) e emissões internacionais



Desafios das Políticas Públicas

The Recent and Future Health Burden of Air Pollution Apportioned Across U.S. Sectors (Fann et. al, 2013)

As emissões de 2016 consideraram o aumento das emissões devido as projeções de crescimento econômico e populacional e as reduções das emissões impostos por programas de controle

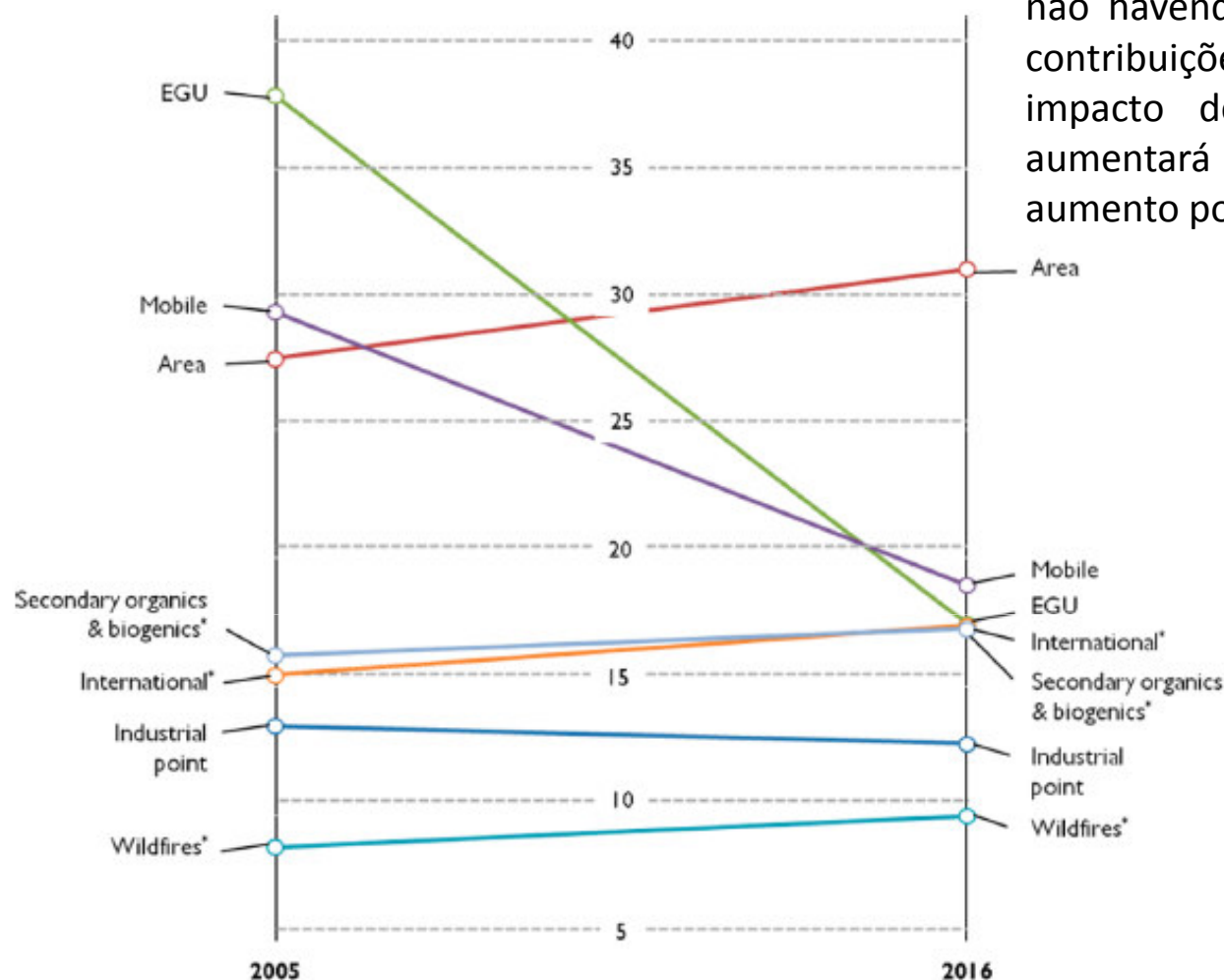
O número de mortes devido a PM_{2,5} e O₃ atribuído a termelétricas cairá de 68 mil para 36 mil

Incertezas quanto ao tempo e a magnitude das reduções de emissões podem interferir no resultado destas estimativas

As estimativas setoriais detalhadas do tamanho e distribuição do risco de morbidade e mortalidade indicam que a poluição do ar tem caído ao longo do tempo, mas que muitos setores continuam a representar um risco significativo para a saúde humana



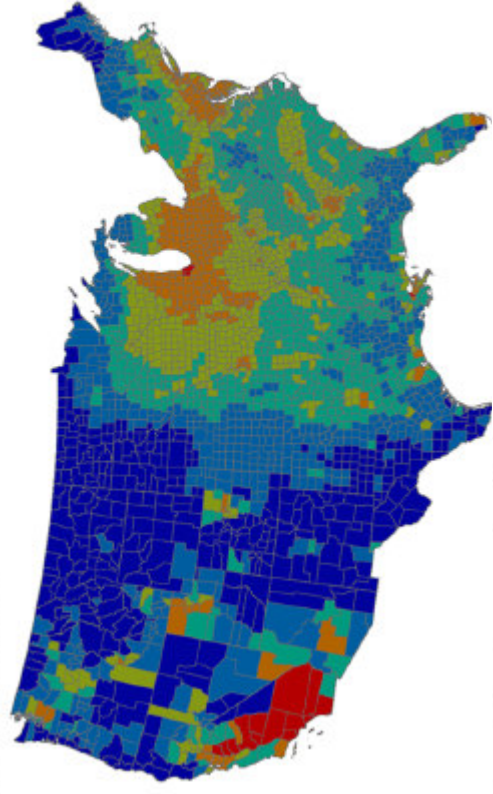
Para alguns setores, mesmo não havendo aumento das contribuições relativas, o impacto devido à saúde aumentará devido ao aumento populacional.



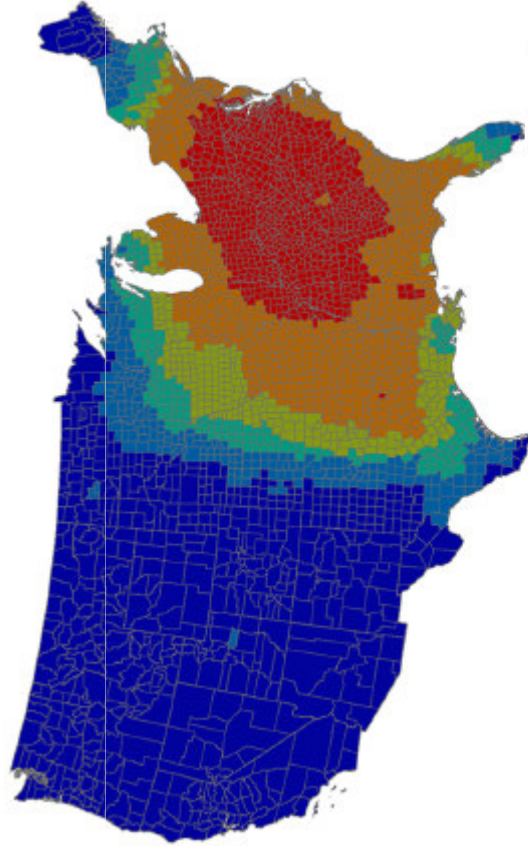
* The emissions for these sectors are the same in 2005 and 2016.
Increases in estimated premature deaths between these years is due to population growth

Number of premature PM_{2.5} and ozone-related deaths attributable to seven broad classes of sectors in 2016 (thousands of premature deaths).

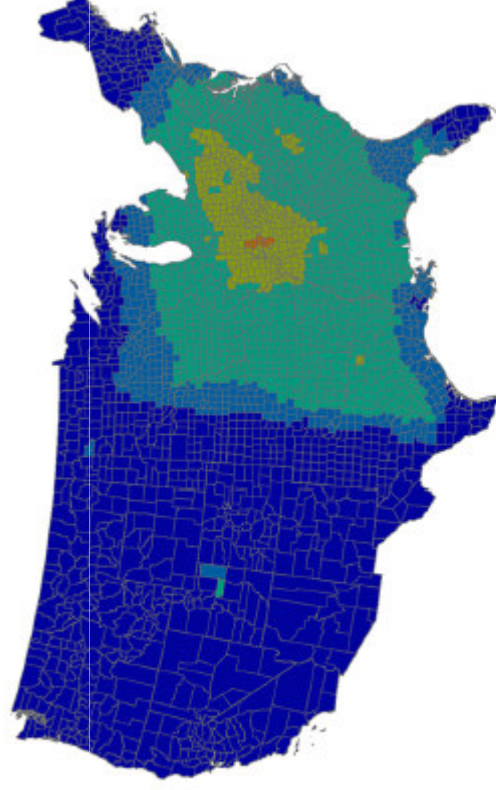
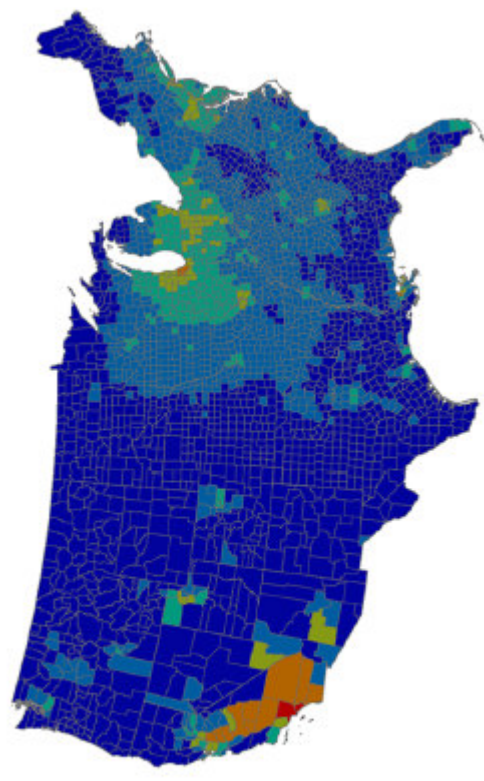
Mobile Sources¹



Electricity Generating Units

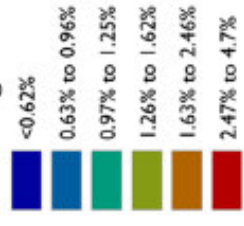


2005



2016

Percentage of deaths attributable to PM2.5 & O3



Desafios das Políticas Públicas

Quantifying costs and benefits of integrated environmental strategies of air quality management and greenhouse gas reduction in the Seoul Metropolitan Area (Chae et. al, 2011)

Os autores quantificaram o custo e o benefício da implantação de estratégias ambientais integradas (IES) para reduzir as emissões de poluentes atmosféricos e gases de efeito estufa a mínimo custo na área Metropolitana de Seul – Coréia do Sul

Combustíveis fósseis têm provido conveniência e mobilidade, mas tem provocado sérios problemas ambientais

Mudança Climática e Poluição do Ar provocadas pela queima de combustíveis fósseis têm causado efeitos adversos em ecossistemas, no meio ambiente e na saúde humana

Medidas podem ser implantadas não apenas para reduzir a poluição do ar (conversores catalíticos e desulfuração), mas também para reduzir as emissões de gases do efeito estufa (aumento da eficiência energética);



Desafios das Políticas Públicas

Quantifying costs and benefits of integrated environmental strategies of air quality management and greenhouse gas reduction in the Seoul Metropolitan Area (Chae et. al, 2011)

O IPCC identificou co-benefícios da redução na emissão de gases de efeito estufa na saúde humana, produção agrícola e ecossistema natural

A *Integrated Environmental Strategies (IES)* – “Estratégia Ambiental Integrada” são ações que reduzem, simultaneamente, a poluição do ar e gases do efeito estufa. É considerado o método com o maior custo benefício

49% da população da Coreia do Sul e 47% dos veículos estão da RMS, que possui 12% da área da Coreia do Sul

Foi utilizado o modelo fotoquímico CAMx para modelar a dispersão e o BenMap para avaliação do impacto à saúde



Desafios das Políticas Públicas

Quantifying costs and benefits of integrated environmental strategies of air quality management and greenhouse gas reduction in the Seoul Metropolitan Area (Chae et. al, 2011)

Estimated annual health benefits of deaths avoided from implementing the SAQMP.

Area	Lives saved (95% Confidence Interval)
Subarea	
Seoul	3508 (1774–5140)
Incheon	524 (263–776)
Gyeonggi	1663 (830–2461)
Seoul Metropolitan Area	5695 (2867–8377)

As medidas previstas no Plano de Ação para a Região Metropolitana estão sendo paulatinamente implementadas pelo Governo Sul Coreano. Entretanto, as medidas não foram selecionadas a partir de uma análise de custo e efetividade, nem houve a preocupação com a com a minimização de custo e com a maximização de benefícios

Foi utilizado o modelo fotoquímico CMAQ para modelar a dispersão e o BenMap para avaliação do impacto à saúde

Estimated annual health benefits of deaths avoided from implementing the GHG.

Area	Lives saved (95% Confidence Interval)
Subarea	
Seoul	358 (177–540)
Incheon	56 (28–84)
Gyeonggi	175 (82–260)
Seoul Metropolitan Area	589 (287–884)



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

Desafios das Políticas Públicas

Quantifying costs and benefits of integrated environmental strategies of air quality management and greenhouse gas reduction in the Seoul Metropolitan Area (Chae et. al, 2011)

Emissions reduction effects and costs for the IES scenario.

Measure	CO ₂ emissions reduction (kt)	NO _x emissions reduction (t)	PM ₁₀ emissions reduction (t)	Cost (billion won)
Landfill gas for energy	1560	0	0	-17
Low-NO _x boilers	5739	75	2	-1418
CNG intra-city buses	857	5997	190	-131
District heating and cooling	25	3163	295	-4802
Fuel switching in industry	2042	11,441	1083	-33
Idling regulations (gasoline)	19	62	0	-11
Idling regulations (diesel)	15	124	10	-6
LPG conversion (midsize trucks)	36	17,993	1749	45
Accelerated Vehicle Retirement Program (heavy vans)	92	13,098	461	129
Accelerated Vehicle Retirement Program (heavy trucks)	115	15,915	753	163
Accelerated Vehicle Retirement Program (midsize trucks)	152	28,239	2499	368
Accelerated Vehicle Retirement Program (small trucks)	522	43,816	3866	1195
Total allowable emissions system NO _x BACT	0	42,930	0	588
Total allowable emissions system PM ₁₀ BACT	0	0	1245	361
Total	11,174	182,853	12,153	-3568



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

Desafios das Políticas Públicas

Quantifying costs and benefits of integrated environmental strategies of air quality management and greenhouse gas reduction in the Seoul Metropolitan Area (Chae et. al, 2011)

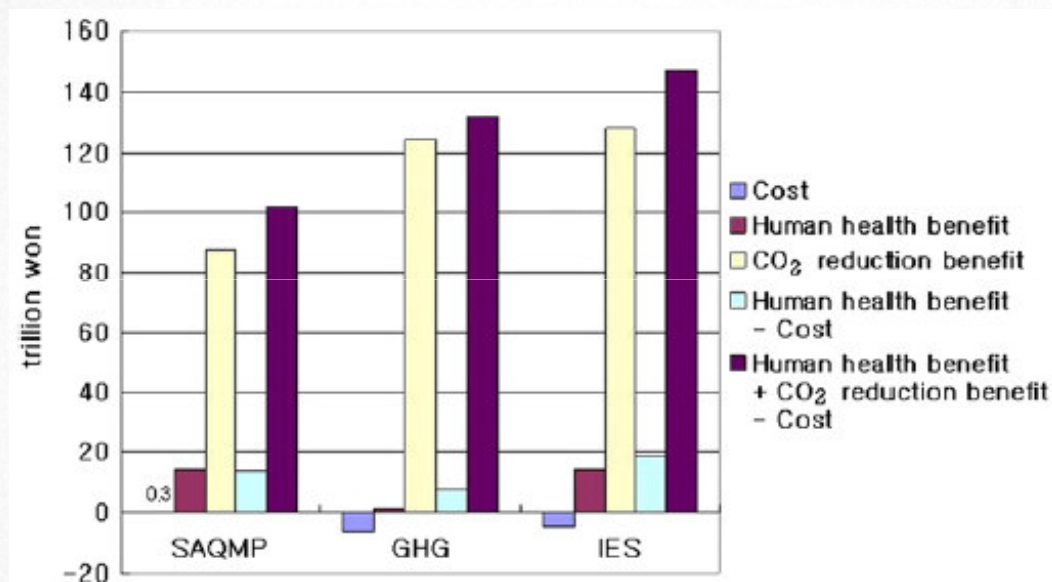


Fig. 16. Cost and benefit from air quality improvement and GHG reduction by scenario.

Os autores concluem que os benefícios da integração da gestão da qualidade do ar com a redução dos gases de efeito estufa é maior que se trabalhadas individualmente



Desafios das Políticas Públicas

Quantifying costs and benefits of integrated environmental strategies of air quality management and greenhouse gas reduction in the Seoul Metropolitan Area (Chae et. al, 2011)

A introdução de outros co-benefícios redução de congestionamentos; ruído e gasto de tempo podem tornar a relação custo benefício da Estratégia Ambiental Integrada ainda mais atraente

O Estudo não avaliou barreiras práticas, políticas e institucionais que podem surgir quando da implementação de cada opção. São necessárias análises de aspectos sociais, econômicos e políticos acerca de cada medida a ser tomada



Desafios das Políticas Públicas

Health impact assessment of a reduction in ambient PM2.5 levels in Spain (Boldo et. al, 2011)

O objetivo do trabalho é estimar o número de mortes evitáveis associadas à redução dos níveis de PM2.5 na Espanha

Dois cenários foram comparados: um cenário base de 2004 e outro cenário projetado para 2011, com redução das emissões de PM2,5 planejadas em 2004 baseado nos benefícios esperados com a implementação de medidas de controle

Ambos os níveis de concentração (2004 e 2011) foram determinados através do CMAQ

Programa de Governo (SERCA): reuniu especialistas em poluição do ar e saúde pública. Foi o primeiro projeto a fornecer estimativas nacionais sobre o número de mortes que poderiam ser evitadas na Espanha se fossem implementadas medidas de controle de poluição do ar



Desafios das Políticas Públicas

Health impact assessment of a reduction in ambient PM2.5 levels in Spain (Boldo et. al, 2011)

O trabalho relata vantagens e dificuldades de customizar o BenMap para uso na Espanha

O trabalho possui dois resultados, um para cada função exposição resposta, cada uma baseada num coorte epidemiológico para uma faixa etária diferente

Melhoria da qualidade do ar é esperada como uma redução média anual de 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nos níveis de PM2.5 (chegando até a 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Utilizando a análise da avaliação de impacto na saúde de longo prazo, foi estimado que 1720 mortes por todas as causas (6 por 100.000 habitantes) na faixa etária acima de 30 anos (0,5% do total de mortes desta população) e 1450 óbitos por todas as causas (5 por 100.000 habitantes) no grupo de 25-74 anos (1,25% do total de mortes desta população) poderiam ser evitadas anualmente

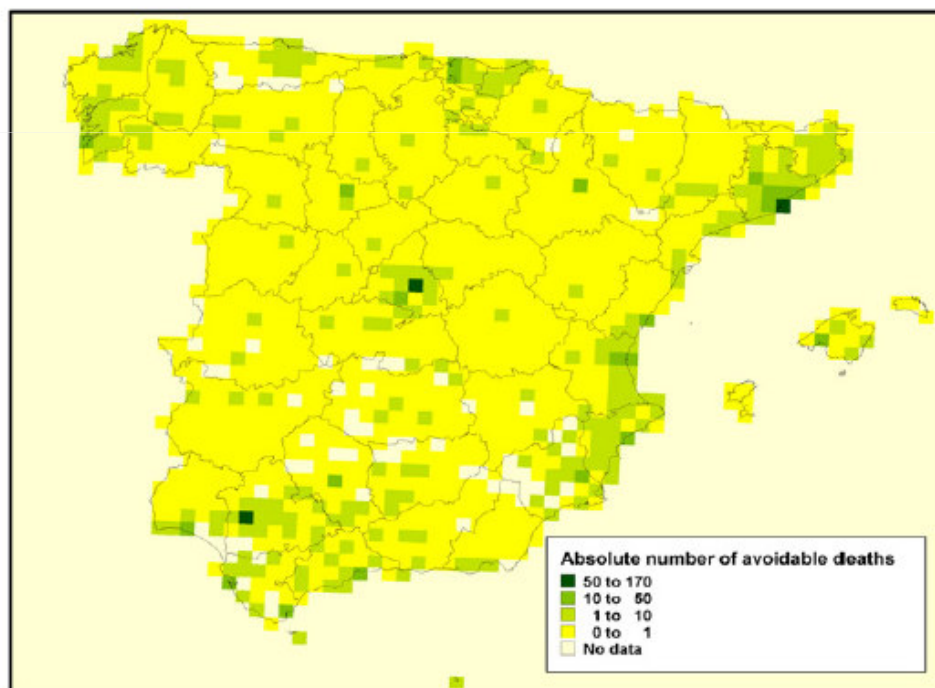


Desafios das Políticas Públicas

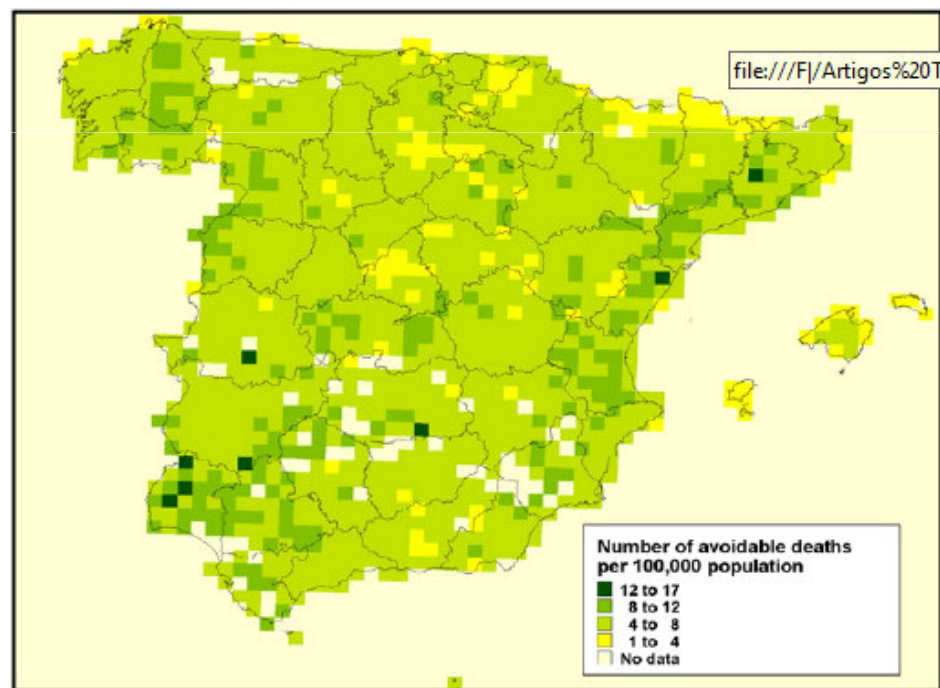
Health impact assessment of a reduction in ambient PM2.5 levels in Spain (Boldo et. al, 2011)

HIA estimations according to Pope et al., 2002. Age groups included: 30-99 years.

Absolute number of annual avoidable deaths



Crude rates of avoidable deaths/ 100,000 population

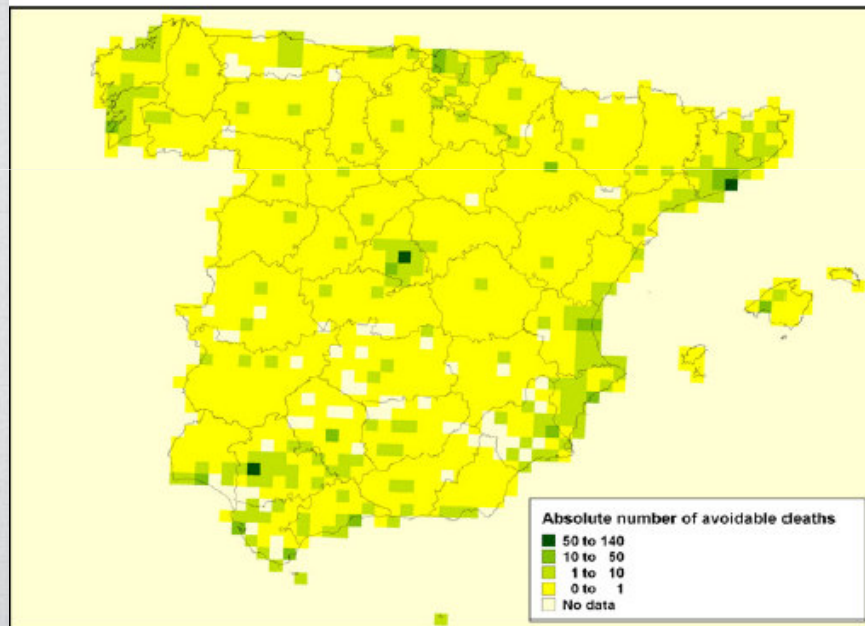


Desafios das Políticas Públicas

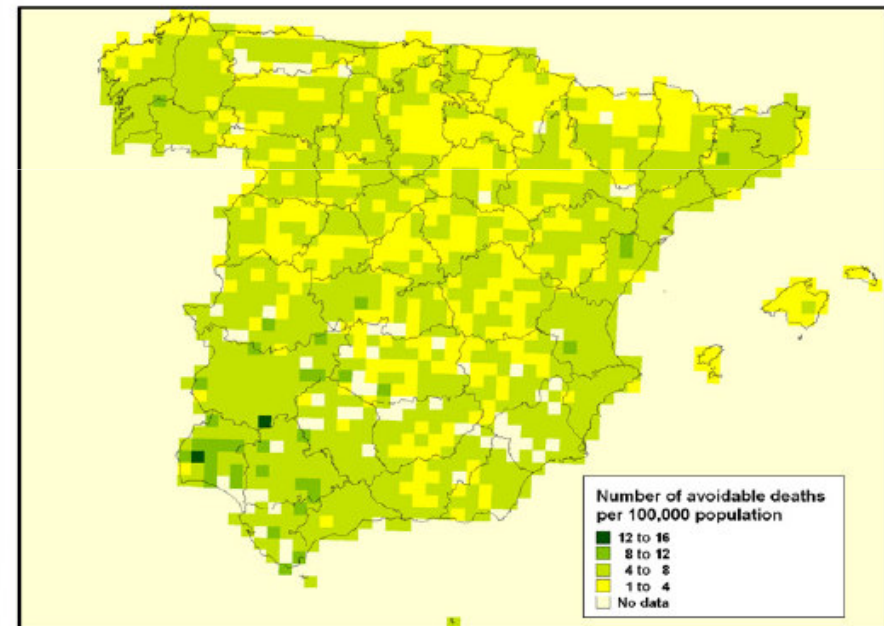
Health impact assessment of a reduction in ambient PM2.5 levels in Spain (Boldo et. al, 2011)

HIA estimations according to Laden et al., 2006. Age groups included: 25-74 years.

Absolute number of annual avoidable deaths



Crude rates of avoidable deaths/ 100,000 population



Os resultados mostraram os benefícios potenciais ao evitar mortalidade geral caso as políticas de controle da poluição fossem implementadas com sucesso em 2011



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

Desafios das Políticas Públicas

Economic value of U.S. fossil fuel electricity health impacts (Machol et. al, 2013)

A proposta dos autores é investigar o valor econômico dos impactos a saúde associados ao PM_{2,5} e a seus precursores (NO_x e o SO₂) por KWh (quilowatt-hora)

O custo social total do uso de combustíveis fósseis é muito maior que o preço do combustível devido à externalidades negativas. Externalidades negativas são custos ou benefícios suportados pela sociedade que não estão inseridos no preço de compra de um produto

Os autores propõem uma estimativa do valor econômico causado pelos impactos à saúde do uso de combustíveis fósseis nos Estados Unidos por tipo de fonte e por Estado



Desafios das Políticas Públicas

Economic value of U.S. fossil fuel electricity health impacts (Machol et. al, 2013)

A proposta dos autores é investigar o valor econômico dos impactos a saúde associados ao PM_{2,5} e a seus precursores (NO_x e o SO₂) por KWh (quilowatt-hora)

O custo social total do uso de combustíveis fósseis é muito maior que o preço do combustível devido à externalidades negativas. Externalidades negativas são custos ou benefícios suportados pela sociedade que não estão inseridos no preço de compra de um produto

Os autores propõem uma estimativa do valor econômico causado pelos impactos à saúde do uso de combustíveis fósseis nos Estados Unidos por tipo de fonte e por Estado



Desafios das Políticas Públicas

Economic value of U.S. fossil fuel electricity health impacts (Machol et. al, 2013)

Os valores fornecidos no trabalho servem para estimativas de políticas relevantes para serem facilmente comparadas com os custos de varejo

Utilizou o CMAQ para obtenção dos níveis de poluição e o BenMap para avaliação do impacto a saúde

Não foi objetivo incluir todas as externalidades no trabalho, omitindo os impactos na extração e transporte dos combustíveis fósseis, tanto quanto os impactos em Mudança Climática quanto bem estar humano



Desafios das Políticas Públicas

Economic value of U.S. fossil fuel electricity health impacts (Machol et. al, 2013)

Pollutant	SO ₂	NO _x	PM _{2.5}	Total
	\$ /kWh			
Coal	\$0.31	\$0.02	\$0.13	\$0.45
Natural gas	\$0.002	\$0.003	\$0.02	\$0.02
Oil	\$0.09	\$0.01	\$0.08	\$0.19
Average fossil fuel	\$0.22	\$0.01	\$0.11	\$0.35

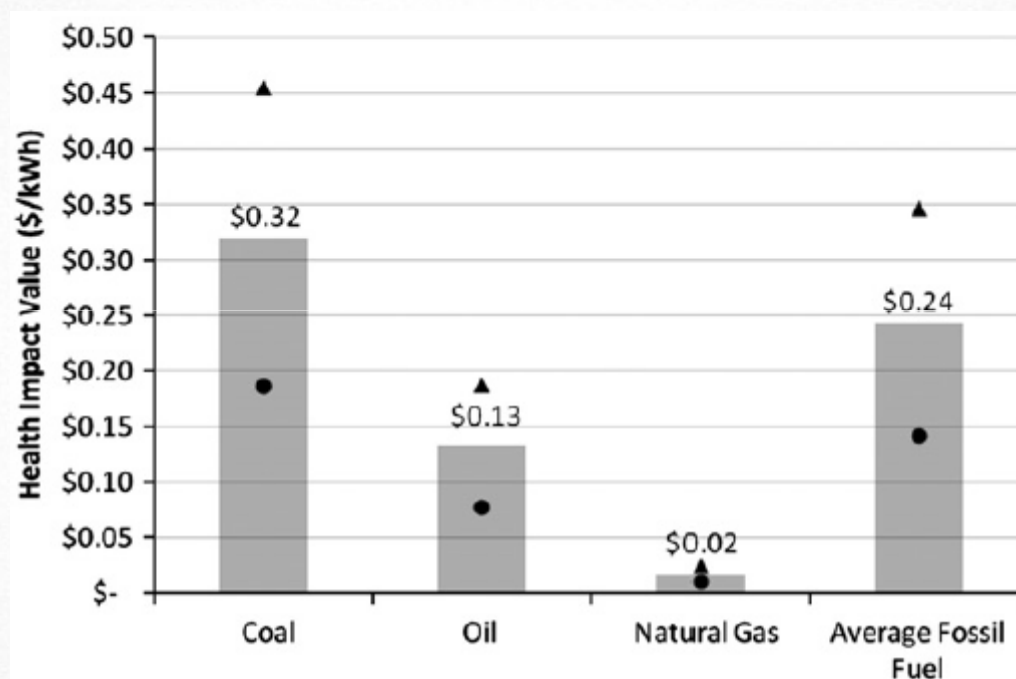
O custo econômico dos impactos à saúde do carvão é de \$0,19-0,45/ kWh; do óleo é de \$0,08-0,19/ kWh e do gás natural é de \$0,01-0,02/ kWh

Para o carvão e óleo, os custos dos impactos à saúde são maiores do que os custos da eletricidade em si, demonstrando como tais impactos são negligenciados



Desafios das Políticas Públicas

Economic value of U.S. fossil fuel electricity health impacts (Machol et. al, 2013)

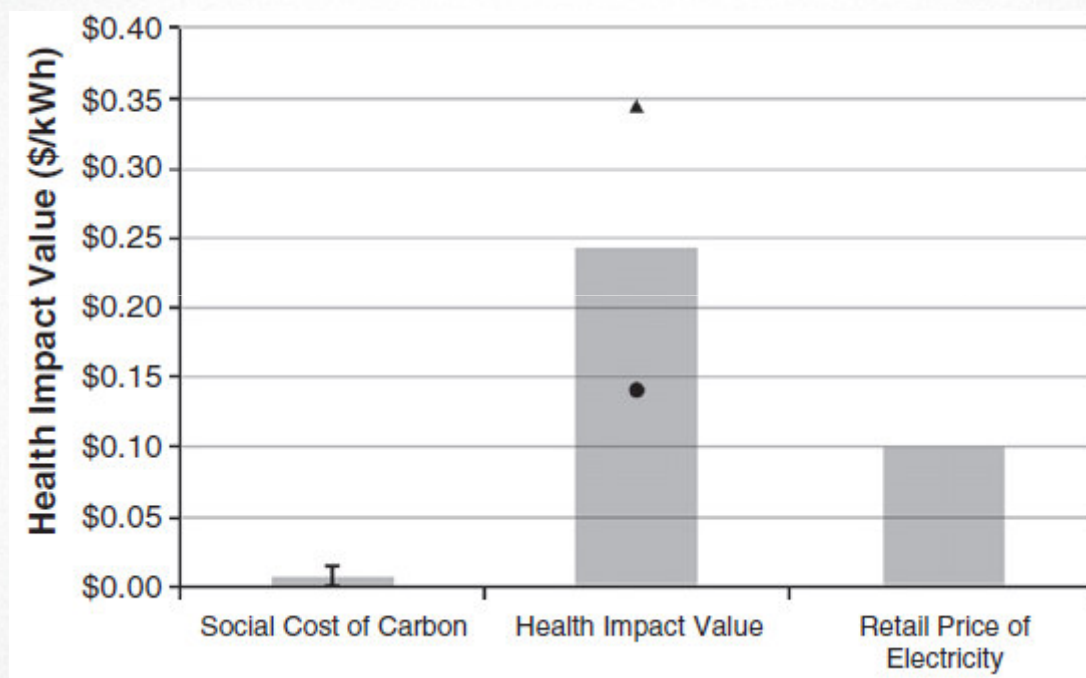


Considerando que o valor econômico dos efeitos adversos a saúde fica entre \$0.14–\$0.35/kWh e o preço médio da energia é de \$0.10/kWh, o preço mais realista para a energia deveria estar entre \$0.24–\$0.45/kWh. Esta faixa altera para \$0.24–\$0.46/kWh se o custo social do carbono é incluído



Desafios das Políticas Públicas

Economic value of U.S. fossil fuel electricity health impacts (Machol et. al, 2013)



Portanto, os consumidores de energia elétrica dos Estados Unidos deveriam estar dispostos a pagar de \$0,24-0,45/ KWh para alternativas tais como investimentos em eficiência energética e fontes renováveis livres de emissões que evitam a queima de combustíveis fósseis



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

Desafios das Políticas Públicas

Economic value of U.S. fossil fuel electricity health impacts (Machol et. al, 2013)

No total, estima-se que o valor econômico dos impactos sobre a saúde pela eletricidade gerada por combustíveis fósseis nos Estados Unidos é de US \$361,7-886,5 bilhões anualmente, o que representa 2,5-6,0 % do PIB do país

Uso de combustíveis fósseis para geração de eletricidade nos resultados dos EUA gera perda de centenas de bilhões de dólares de valor econômico, anualmente, pela mortalidade prematura e outros efeitos a saúde, absentismo, e os custos diretos para o sistema nacional de saúde. Embora os números publicados aqui não levem em conta as variações regionais, esta análise fornece evidências de que impactos adversos sobre a saúde de combustíveis fósseis são muito significativos

As opiniões expressas neste documento são de responsabilidade dos autores e não representam necessariamente as opiniões e políticas da EPA dos EUA



Desafios das Políticas Públicas

CMAQ predictions of tropospheric ozone in the U.S. southwest: Influence of lateral boundary and synoptic conditions (Shi et. al, 2012)

Investigação da formação de O₃ Região de Phoenix – Arizona (Sudeste dos Estados Unidos)

Problema de rápido crescimento populacional e veicular nas últimas 04 (quatro) décadas

Avaliaram os principais processos físicos e químicos que governam a geração local de ozônio (importante para explicar ao público em geral eventos de altas concentrações de O₃)

Utilizados Inventários Nacionais: México (1999) e EUA (2001)

Avaliaram os principais processos físicos e químicos que governam a geração local de ozônio (importante para explicar ao público em geral eventos de altas concentrações de O₃)



Desafios das Políticas Públicas

CMAQ predictions of tropospheric ozone in the U.S. southwest: Influence of lateral boundary and synoptic conditions (Shi et. al, 2012)

Probabilidade de previsão de ultrapassagem de O₃ aumentou de 20.8% para 33.7%

Estratégias de Mitigação podem ser aperfeiçoadas caso o processo de formação e destruição do O₃ seja bem conhecido

Apesar de estudos terem contribuído para a compreensão do problema dos episódios de alta concentração de ozônio, a previsão de tais episódios ainda é um desafio (reações e transporte de longa distância)

Modelos Matemáticos de Dispersão podem ser utilizados como ferramenta para previsão de episódios de qualidade do ar, incluindo O₃



Desafios das Políticas Públicas

Evaluation of air quality using the CMAQ modeling system (Luo et. al, 2012)

Autores apresentaram um método para analisar e avaliar a poluição por O₃ utilizando o CMAQ, com vistas a melhorar a previsão e a simulação da qualidade do ar na China. Consideram a metodologia proposta uma base científica para explorar a geração e o efetivo controle do O₃ em cidades modernas

O crescimento rápido da China, incluindo população, demandas de energia e transporte (especialmente veículos de passeio) e o forte crescimento de grandes zonas industriais têm feito degradar a qualidade do ar das cidades e de todo o país

Considera o O₃ como a maior preocupação ambiental (inflamação e decrescimento da capacidade pulmonar) além dos efeitos no ecossistema e culturas agrícolas



Desafios das Políticas Públicas

Limitações da Modelagem Matemática de Dispersão

Relatou trabalhos anteriores indicaram que deficiências do CMAQ podem produzir grandes erros nas concentrações de O₃ ao nível do solo, especialmente em terrenos complexos (Shi et al., 2012)

Destaca a necessidade de se melhorar os resultados da meteorologia e das emissões (Luo et al., 2012)



Desafios das Políticas Públicas

Avaliação de Impacto à Saúde

Environmental Benefits Mapping and Analysis Program - BenMap é uma das mais conhecidas ferramentas utilizadas para estimar o impacto na saúde de mudanças na qualidade do ar. Foi desenvolvido pela USEPA para realizar avaliação do impacto na saúde e análise de custo benefício de qualidade do ar. Esta ferramenta, no entanto, foi raramente usada fora dos EUA (Boldo et al., 2011)

Sobre o BenMap: foi desenhado para ser utilizado nos EUA (dados populacionais; limites geográficos e CRFs). Utilização fora dos EUA requer cursos de formação. Os dados de outros países precisam ser pré-adaptados para se ajustar às exigências do Programa, tarefa que deve ser auxiliada pelo grupo de desenvolvedores do BenMap (Boldo et al., 2011)

Um BenMAP especificamente adaptado pode ser utilizado como uma ferramenta para estimar os impactos na saúde associados com as mudanças na poluição do ar na Espanha (Boldo et al., 2011)



Desafios das Políticas Públicas

Avaliação de Impacto à Saúde

Há consenso entre especialistas em saúde pública de que os níveis correntes de poluição do ar agravam a morbidade (especialmente doenças respiratórias e cardiovasculares) e levam a mortalidade prematura. Este consenso é baseado em numerosos Estudos epidemiológicos em todo o mundo, os quais têm comprovado a relação entre a poluição do ar com a morbidade e a mortalidade (Zannetti et. al, 2003)

Como conclusão autores relatam que é altamente importante subsidiar as políticas públicas, considerando as conseqüências danosas da poluição do ar, para a urgente implementação de políticas eficazes de controle de poluição ou para desenvolver as modificações necessárias para diminuir as emissões de PM_{2,5} (Boldo et al., 2011)

Estimar os benefícios de saúde associados com a melhora do ar qualidade tem muitas incertezas e suposições, incluindo função concentração-resposta para os resultados de saúde, as estimativas de população expostas à poluição do ar, e as taxas da morbidade e mortalidade da linha de base (Bae, et al. 2009)



Desafios das Políticas Públicas

Políticas Públicas

Muitos países tem procurado balancear preocupações ambientais e de saúde pública com seus crescimentos econômicos (Chae et. al, 2011)

Os problemas de mudanças climáticas e poluição do ar tem sido elevados a um novo nível de complexidade devido a seu escopo, número de disciplinas envolvidas e suas ligações com políticas públicas (Chae et. al, 2011)

A atribuição de valores as medidas de redução permitem uma avaliação das políticas de forma mais consistente e objetiva, priorizando as políticas que fornecem a maior redução e bem estar social (Chae et. al, 2011)

A Estratégia Ambiental Integrada (IES) é especialmente importante para países em desenvolvimento (Chae et. al, 2011)



Desafios das Políticas Públicas

Políticas Públicas

A seleção do conjunto de medidas é complexa e multidisciplinar, envolvendo uma grande quantidade de cientistas com diversas especialidades e as partes interessadas (Zannetti et. al, 2003)

Uma severa comparação do capital requerido para o controle da poluição e os problemas públicos gerados pela poluição deve ser procedida para que a proteção da saúde pública seja realizada com sucesso (Zannetti et. al, 2003)

Estratégias de redução de poluição do ar requerem conhecimento do custo associado a sua implementação; os inventários de emissões; a redução nas emissões a serem alcançadas e a variação da concentração esperada com a implementação das estratégias. Adicionalmente, benefícios (ou prejuízos) com a implementação de tais estratégias devem ser incluídos na análise de custo benefício (Zannetti et. al, 2003)



Desafios das Políticas Públicas

Políticas Públicas

Problemas ambientais da vida real possuem numerosas pessoas interessadas com diferentes interesses e pontos de vista. Isto causa conflito tornando a obtenção de um objetivo comum difícil (Zannetti et. al, 2003)

O conhecimento acumulado dos Governos de todo o mundo, da OMS e de outros grupos sobre os efeitos à saúde provocados pela poluição do ar tem fomentado a utilização de tais informações pelos gestores ambientais. Portanto, é mais que evidente que a **avaliação dos efeitos à saúde pela poluição do ar é uma interface entre ciência e política**, onde métodos de avaliação de impacto à saúde e métodos de custo-benefício são mais fortemente desenvolvidos e utilizados. Isto não seria possível sem o enorme crescimento da pesquisa científica entre poluição do ar e saúde humana (Zannetti et. al, 2003)



Desafios das Políticas Públicas

Políticas Públicas

É necessário manter os inventários atualizados que alimentarão os modelos de dispersão, que por sua vez serão avaliados frente dados de monitoramento da qualidade do ar. Além disso, opções tecnológicas disponíveis no controle da poluição, sua relação custo-efetividade e estimativas do benefício social de sua implementação. Combinar todas estas informações é uma tarefa difícil. Um sistema de apoio a decisão é necessário a fim de avaliar as alternativas de controle e fornecer a solução ótima (Zannetti et. al, 2003)

Considerando serem finitos os recursos para redução da poluição, pelos menos dois critérios discerníveis devem ser considerados: (i) critério de custo efetividade: quando se busca a minimização do custo total do controle da poluição para se chegar a níveis de qualidade do ar pré-definidos; ou (ii) critério do custo benefício: quando se busca os níveis ótimos de qualidade do ar para maximizar o benefício social. Neste caso avaliação de impacto à saúde (HIA) e os custos sociais (inclusive com a internalização dos custos externos) da estratégia adotada devem ser considerados (Zannetti et. al, 2003)



Desafios das Políticas Públicas

Políticas Públicas

O Inventário de Fontes para qualquer sistema de gestão eficiente, é considerado “componente chave” de qualquer programa de controle da poluição do ar (Zannetti et. al, 2003)

O poluente que apresenta resultados mais consistentes da relação entre os níveis de poluição e os efeitos adversos à saúde é o material particulado. É considerado o indicador mais importante de poluição do ar. A maior parcela do custo total atribuída à poluição vem da mortalidade crônica devido ao particulado, calculada com base em estimativas de risco. Outra é a bronquite crônica atribuída ao particulado (Zannetti et. al, 2003)

Há um interesse crescente na internalização das externalidades para auxiliar a política pois é uma forma de construir a ponte na direção do desenvolvimento sustentável. Avaliação monetária dos impactos sobre a saúde atribuíveis à poluição do ar é importante deve ser incluída para finalização de qualquer estudo que combine impactos à saúde e estratégias de redução de emissões (Zannetti et. al, 2003)



Desafios das Políticas Públicas

Políticas Públicas

No que diz respeito à estimativa de custos de controle, esta pode ser baseada na literatura e na opinião de especialistas para categorias específicas de alternativas de redução que podem ser identificados por principais processos na área em estudo, onde não há informações locais disponíveis - o que, na prática, normalmente ocorre (Zannetti et. al, 2003)

A questão final e mais importante a abordar é que existem incertezas inerentes na avaliação combinada dos impactos sobre a saúde e as estratégias de redução de emissões devido a hipóteses específicas que são possivelmente inevitáveis. Diversas fontes de incertezas individuais podem vir de incertezas de séries de dados, incertezas de previsões futuras, incertezas de emissão, incertezas quanto à dispersão e a química de modelos, incerteza sobre sinergias e sensibilidade individual do analista na interpretação das informações ambíguas ou incompletas. No que diz respeito às incertezas na avaliação do impacto na saúde, estes geralmente aplicam estimativas de efeito da poluição do ar derivado de estudo em uma população de (a população de prova), para estimar impactos em outra (a população alvo). Além disso, inclui-se hipóteses sobre ligações causais entre um poluente e um impacto na saúde e hipóteses sobre curvas concentração resposta (Zannetti et. al, 2003)



Desafios das Políticas Públicas

Políticas Públicas

Sem dúvida, o estado atual do conhecimento ainda tem lacunas e incertezas. **A proposta das pesquisas atuais é para cobrir mais efeitos e, assim, reduzir as lacunas e, em adição refinar as metodologias para reduzir as incertezas** (Zannetti et. al, 2003)

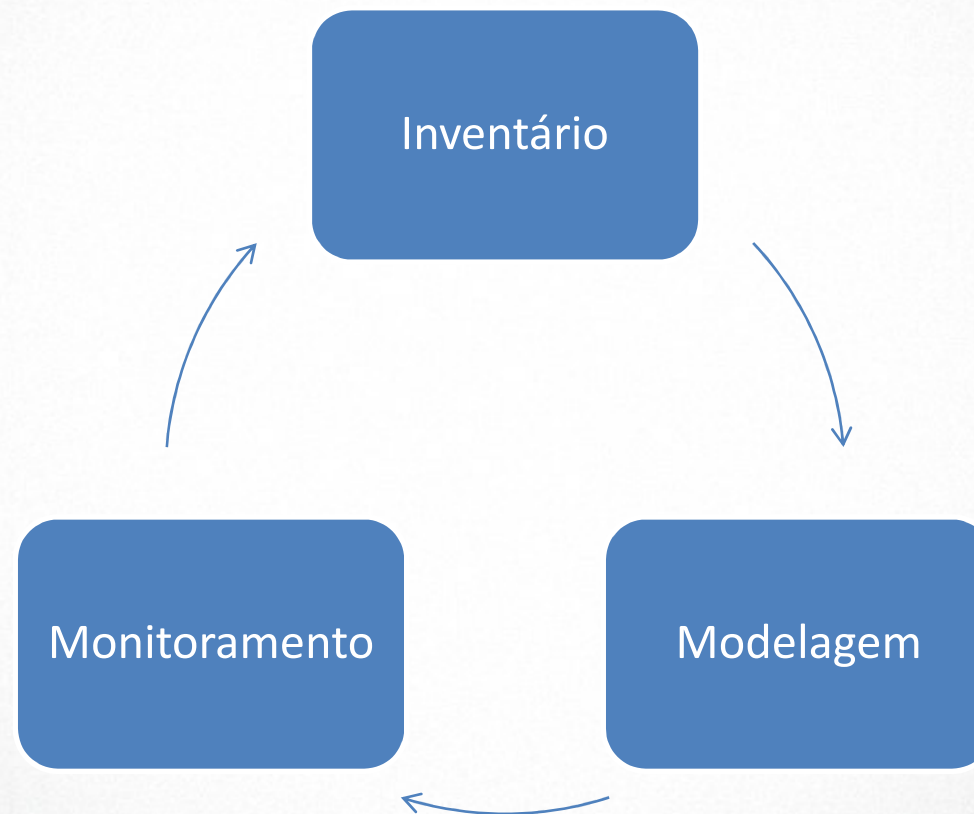
Nos nossos dias, a necessidade acima mencionada é reforçada, considerando o fato de que durante os últimos anos, a avaliação de impacto à saúde provocado pela qualidade do ar tornou-se uma questão de grande importância dado o aumento de provas científicas que mostram os impactos da poluição do ar na saúde pública. A análise de custo-benefício é uma abordagem sustentável e os níveis ideais de poluição do ar corresponde ao ponto onde a o benefício social é maximizado desloca o problema para uma base pragmática sustentável. Ele passa sobre o ponto de vista do poluidor que simplesmente visa à adequada reduções de emissões para níveis que minimizem os custos de controle, com a limitação definida pela legislação relativa à qualidade do ar e dá a instituições públicas e ambientais possibilidade de uma negociação real a respeito do controle de poluição do ar



Desafios das Políticas Públicas

Ciclo

6



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA

- **Gestão da Qualidade do Ar no Brasil**
- **Desafios das Políticas Públicas**
- **Referências Bibliográficas**



Referências Bibliográficas

Bae et. al. *Health benefits of improving air quality in the rapidly aging Korean society* . Science of the Total Environment, 407, pp 5971–5977 (2009);

Boldo et. al. *Health impact assessment of a reduction in ambient PM2.5 levels in Spain*. Environment International, vol. 37, Issue 2, pp 342–348 (2011)

Chae et. al. *Quantifying costs and benefits of integrated environmental strategies of air quality management and greenhouse gas reduction in the Seoul Metropolitan Area*. Energy Policy 39, pp 5296–5308 (2011)

Frondizi, C.A. *Monitoramento da Qualidade do Ar - Teoria e Prática*. Editora E-Papers, 275 p, (2008)

Fann et. al. *The Recent and Future Health Burden of Air Pollution Apportioned Across U.S. Sectors*. Environ. Sci. Technol., 47 (8), pp 3580–3589 (2013)

Luo et. al. *Evaluation of air quality using the CMAQ modeling system*. Procedia Environmental Sciences 12, pp 159 – 165 (2012)

Machol et. al. *Economic value of U.S. fossil fuel electricity health impacts*. Environment International 52, pp 75–80 (2013)



Referências Bibliográficas

Shi et. al. *CMAQ predictions of tropospheric ozone in the U.S. southwest: Influence of lateral boundary and synoptic conditions*. Science of the Total Environment 416, pp 374–384 (2012)

Zannetti et. al. *Air Quality Modeling – Theories, Methodologies, Computational Techniques and Available Databases and Software*. The EnvironComp Institute and Air & Waste Management Association. Vol IV, pp 303–315 (2003)



2ª Reunião do Grupo de Trabalho de revisão da Resolução CONAMA 03/1990, que dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR

Alexsander Barros Silveira

asilveira@iema.es.gov.br

Engenheiro Civil

Msc. Engenharia Ambiental – Poluição do Ar

Coordenador do Centro Supervisório da Qualidade do Ar

IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (ES)

Brasília - DF

20 de fevereiro de 2014



GOVERNO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO
Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos
Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA