

Física da poluição do ar

Professor Henrique Barbosa

Grupo: Leonardo Bertelli

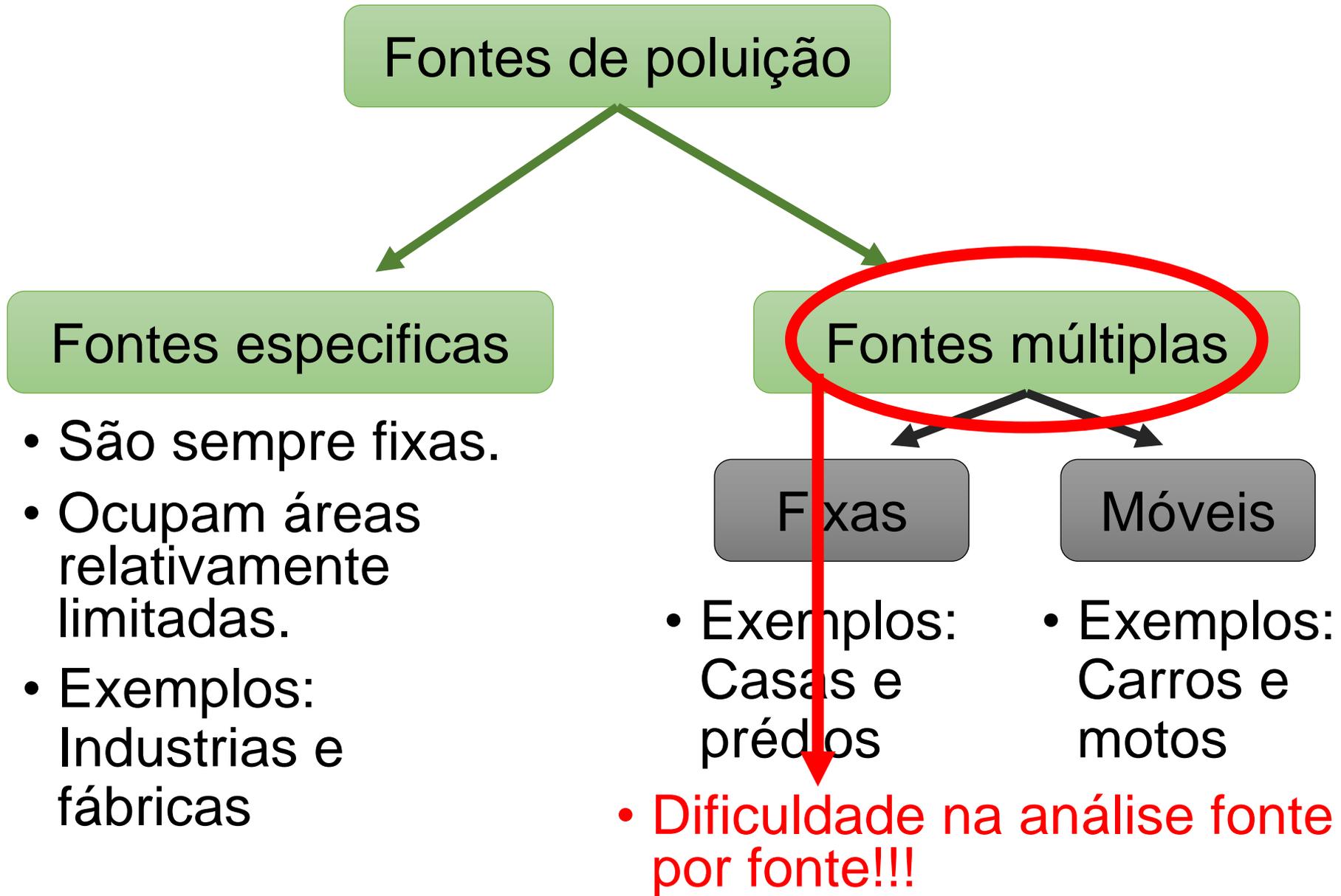
Diego Mattos

Guilherme Bergamin

Nicolas de Carlos

Fontes de poluição atmosférica

Diagramação



Origem dos poluentes

- Temos 8 diferentes tipos de origens para os poluentes atmosféricos.
- Sua origem define o tipo de poluente emitido.
 - Fontes naturais
 - Fontes industriais
 - Queima de combustíveis
 - Queima de resíduos sólidos
 - Evaporação de produtos do petróleo
 - Atividades produtoras de odores
 - Fontes de radiação
 - Outras

Estudaremos cada uma dessas mais detalhadamente entendendo seu efeito na sociedade e no mundo e também apresentaremos alguns dados importantes/relevantes.

Aerossóis ^x

- Tecnicamente definidos como sendo pequenas partículas sólidas ou líquidas dispersas em um gás.
- Aparecem em diferentes tamanhos, desde poucos nanômetros até dezenas de micrômetros.
- Tipos: Poeira, fumaça e neblina, nevoa, nevoeiro.

Tipos de emissão

Conceitos importantes

- Poeira.

Partículas produzidas por desgaste mecânico que ficam em suspensão chegando até mesmo a estratosfera. (Pólen de plantas, farinha, poeira de carvão e poeira de construções.)*
(maiores do que $1\mu m$)*

- Fumaça negra

Partículas sólidas provenientes da combustão ou de alguns processos industriais.

- Cheiro ou odor

Gases mau cheirosos lançados na atmosfera por indústrias e fábricas

- Vapores gasosos/gases

Provenientes da queima parcial de combustíveis.

Fontes naturais

- Originada de fenômenos biológicos e geoquímicos.
- Contribui significativamente para alterações climáticas.
- Contaminantes geralmente degradam naturalmente.
- Exemplos: Vulcões, animais, decomposição, polinização, etc.



Jéssica Chiareli, Quanto tempo falta para o próximo vulcão entrar em erupção? Disponível em: <http://www.fatosdesconhecidos.com.br/quanto-tempo-falta-para-o-proximo-vulcao-entrar-em-erupcao/>. Acesso em: 11 de Agosto de 2016

A Amazônia

- Estudo realizado pelo IPEN e NOAA.
- Esta floresta é uma grande emissora de gás metano.
- Contribui para o efeito estufa.
- Queimadas.
- Processos naturais de emissão*.



Fotografia: Neil Palmer (CIAT)

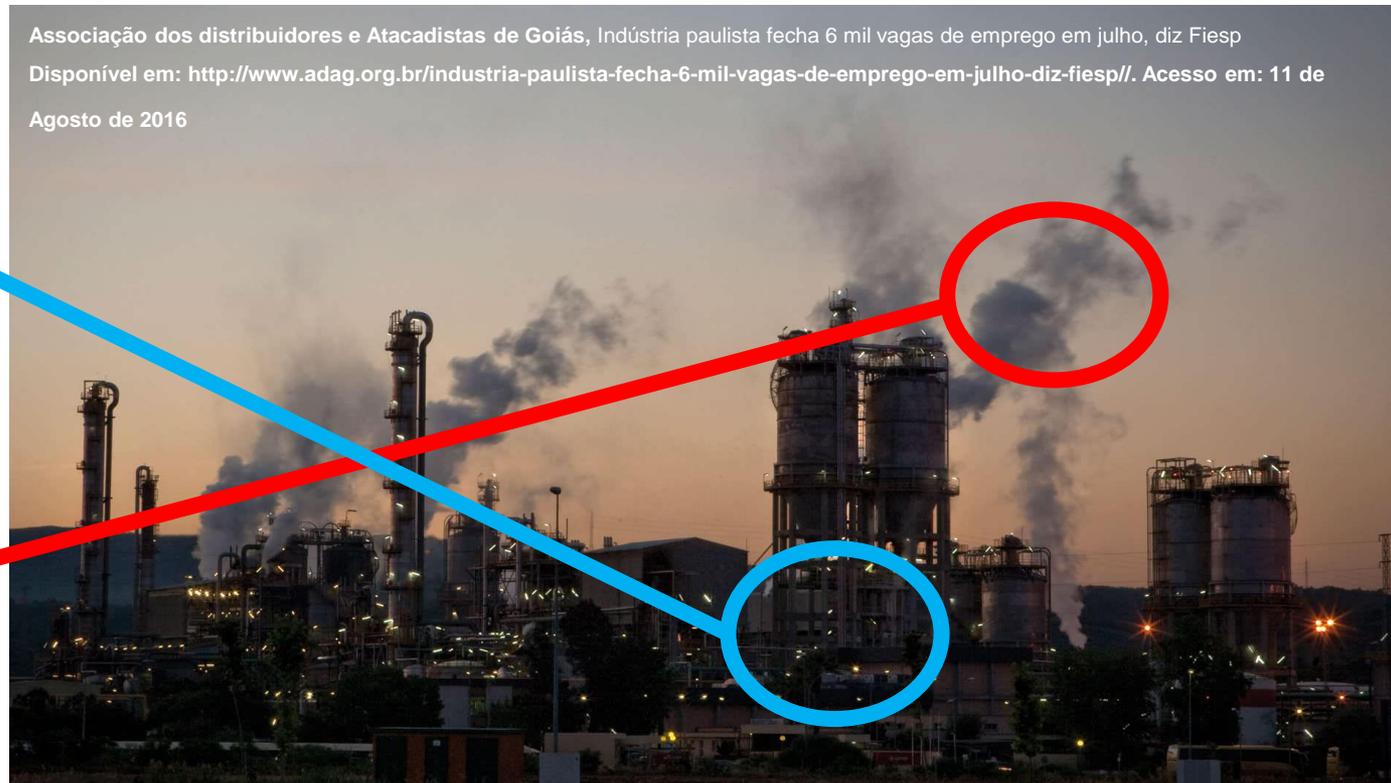
Okky de Souza, A poluição que vem da mata: Uma pesquisa descobre que as plantas produzem um dos gases do efeito estufa. Disponível em:

http://planetasustentavel.abril.com.br/noticia/ambiente/conteudo_222325.shtml/. Acesso em: 11 de Agosto de 2016

Fontes industriais

- A quantidade e a “qualidade” do poluente depende do tipo de produto produzido pela indústria em questão.
- Depende da matéria prima utilizada.

- Fonte específica
- (Fixa)
- Fumaça negra
- Odor
- Vapor e gases



Combustão

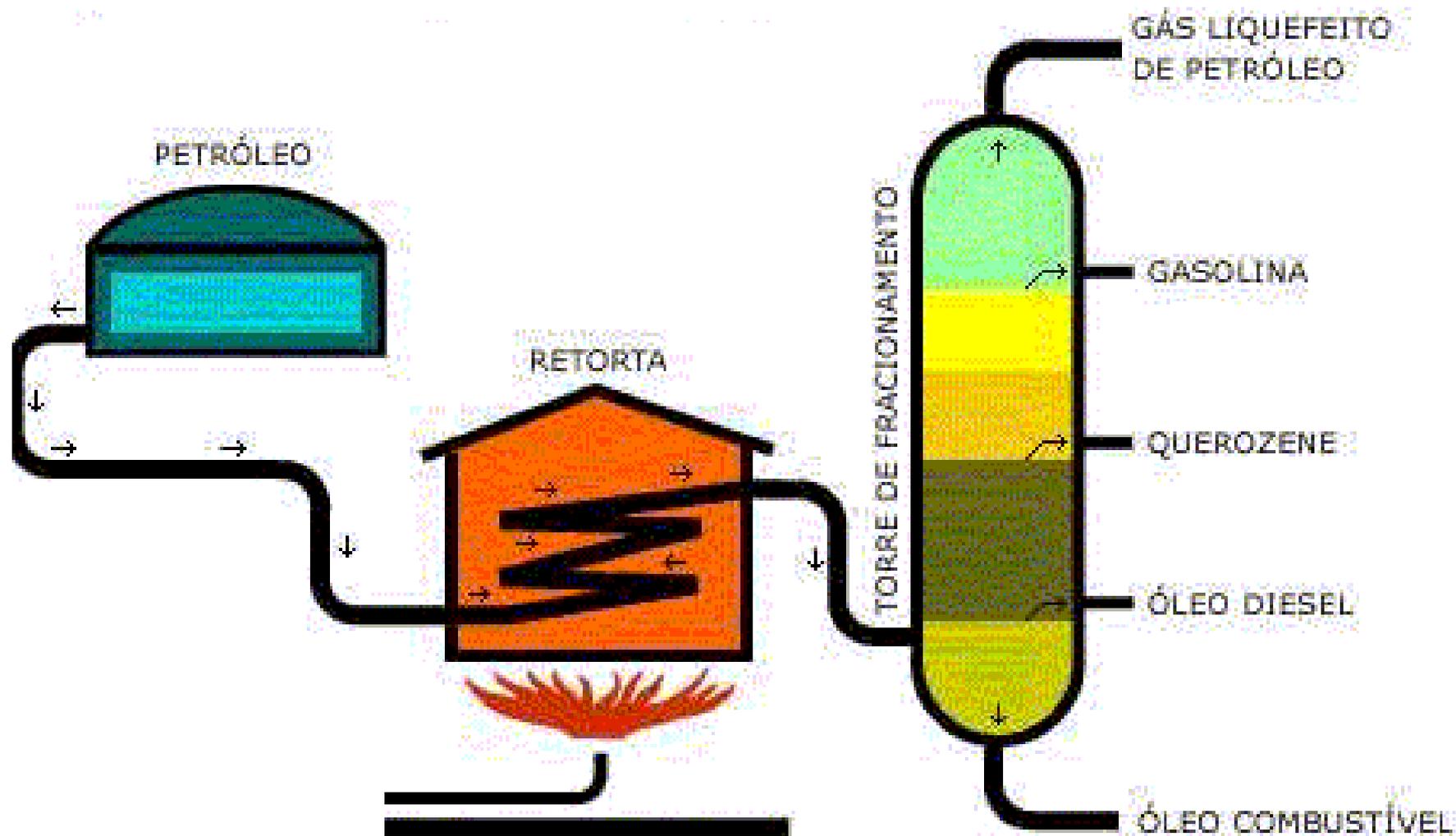
- Queima incompleta de combustíveis fósseis.
- Transporte.
- Industriais.
- Matéria prima: óleos, carvão, gases de petróleo, álcool.
- A emissão depende da eficiência da combustão.

Incineração de resíduos sólidos*

- Agravante da qualidade do ar. Emissão de material particulado e de gás metano.
- Alternativas:
 1. Embalagens reaproveitáveis com boa durabilidade;
 2. Coleta Seletiva de lixo;
 3. Reciclagem: Economia de energia e de matéria prima; bio-produção de combustíveis a partir do metano e de adubo orgânico.

Evaporação de produtos do petróleo

- Durante o manuseio e obtenção de produtos provenientes do petróleo, acontecem perdas por meio de evaporação.
- Acontece por exemplo durante o abastecimento de um carro.



Odores

- Poluição desagradável
- Exemplos: Pintura, esgoto, decomposição de resíduos, matadouros, granjas, etc.

Radiações

- Principal fonte de radiação: Sol
- Não contribui significativamente para a poluição do ar frente a outras fontes de energias.
- Fornece energia para dissociar moléculas produzindo agravantes do efeito estufa e prejudiciais à camada de ozônio (Tabela pág. 144 e 145).
- Decaimento radioativo.

		Essencial para a maioria dos organismos (em excesso por ser tóxico)															
		Essencial para algumas espécies, podendo ser tóxico para outras															
		Geralmente tóxico para a maioria dos organismos															
		Função biológica suspeita															
		Radioativos															
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac															
			Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
			Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

Figura 8 – Tabela periódica (elementos essenciais e tóxicos) e possíveis efeitos biológicos (modificado de Plant et al. 2001).

SILVA, Cassio Roberto da; et al. **Proposta para avaliação de riscos geológicos à saúde ambiental em áreas de mineração.** *Rev. bras. geociênc.* [online]. 2012, vol.42, n.2, pp. 303-322. ISSN 0375-7536.

Tabela 2. 1: Principais fontes de poluição do ar e principais poluentes

FONTES		POLUENTES
FONTES ESTACIONÁRIAS	COMBUSTÃO	Material particulado. Dióxido de enxofre; Trióxido de enxofre, Monóxido de carbono, Hidrocarbonetos e óxidos de nitrogênio
	PROCESSO INDUSTRIAL	Mat. particulados (fumos, poeiras, névoas) Gases: - SO ₂ - SO ₃ - Hcl, Hidrocarbonetos
	QUEIMA RESÍDUOS SÓLIDOS	Material particulados Gases: SO ₂ - SO ₃ - No _x - HCl
	OUTRAS	Hidrocarbonetos, Material particulado
FONTES MÓVEIS	Veículos: Gasolina, Diesel, Álcool, Aviões, Moto, Barcos, Trens	Material particulado, Monóxido Carbono, óxidos de Nitrogênio, Hidrocarbonetos. Aldeídos, Ácidos Orgânicos.
FONTES NATURAIS		Material particulados - poeiras Gases: SO ₂ - H ₂ S - CO - NO ₂ , Hidrocarbon
REAÇÕES QUÍMICAS NA ATMOSFERA. EX: Hidrocarbonetos + óxidos de nitrogênio (luz solar)		Poluentes secundários - O ₃ , Aldeídos, Ácidos orgânicos, Nitratos orgânicos, Aerosol fotoquímico, etc.

Exemplos de Poluentes

- **Material Particulado:** Danos ao sistema respiratório (a depender do tamanho do material); Alterações de ciclos naturais (como chuva, inversão térmica, balanço radioativo solar). Pode ser reduzido utilizando tecnologias específicas.
- **Compostos de S:** Formação de chuvas ácidas e gases danosos à saúde. Originados de queima de combustíveis e de processos naturais no oceano, decaimento biológico, ação biológica em áreas alagadas (pântanos e mangues) e emissões por vulcões.

Exemplos de Poluentes

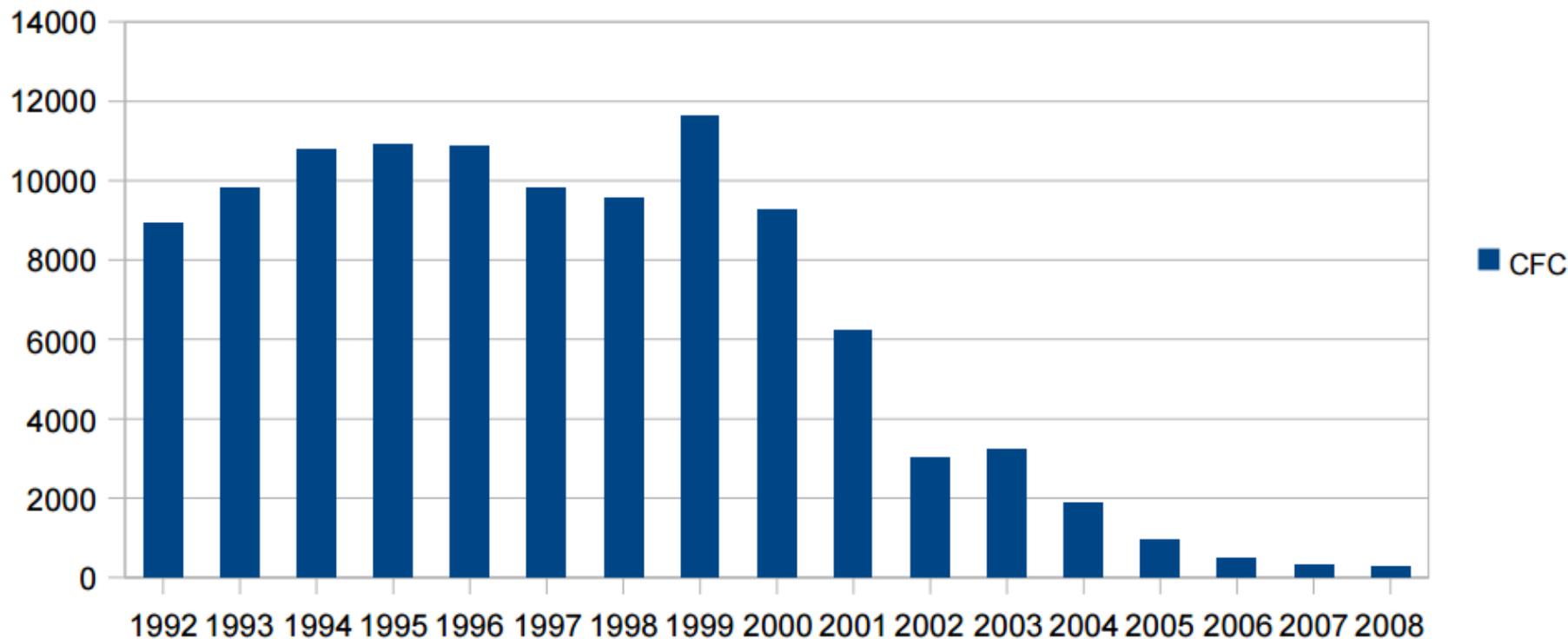
- **Compostos de Nitrogênio e Ozônio:** Também contribui para chuva ácida e danos respiratórios, gerados também por combustão. Na presença da luz solar, pode produzir ozônio, que é bom para evitar que raios ultravioletas cheguem à superfície, mas que se inalados são prejudiciais. Também são produzidos por processos biológicos.

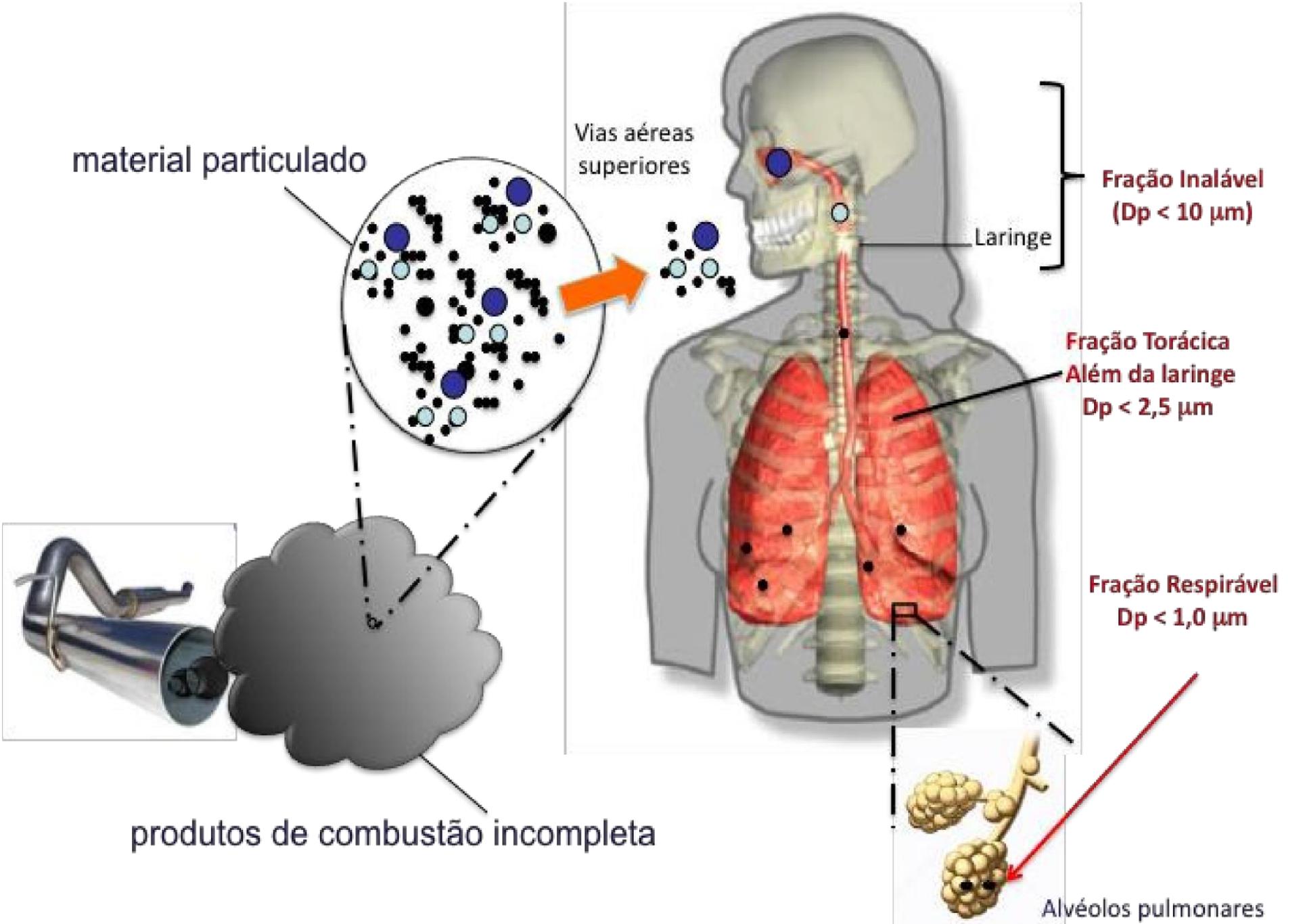
Exemplos de Poluentes

- **Gases CFCs:** Foram muito utilizados em equipamentos de refrigeração, aerossóis e extintores de incêndio. Responsáveis por destruir a camada de ozônio que evita a infiltração de raios ultravioletas na superfície da Terra. Os raios ultravioletas podem alterar a estrutura genética de várias formas de vida, podendo causar câncer para o ser humano. Também contribuem para o efeito estufa.

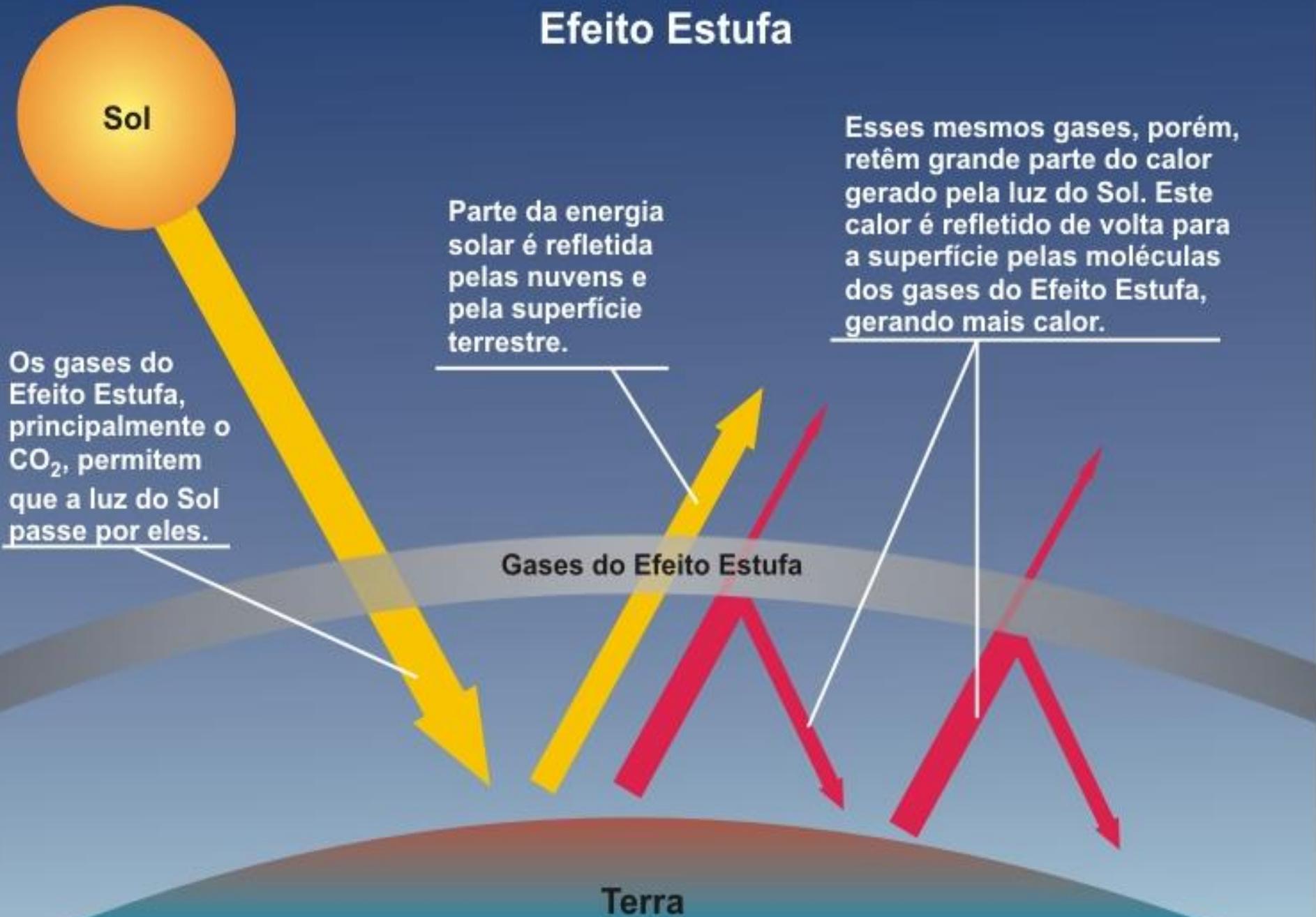
Acordos Internacionais para diminuição e eliminação do uso de CFCs. O Protocolo de Montreal procura eliminar o uso de substâncias nocivas à atmosfera, adotando medidas com base nos avanços obtidos pelos conhecimentos científicos, tendo em consideração os aspectos técnicos e econômicos e, considerando as necessidades em matéria de desenvolvimento que os países em desenvolvimento possuem.

CONSUMO ANUAL DE CFC (toneladas PDO)





Efeito Estufa



Sol

Os gases do Efeito Estufa, principalmente o CO_2 , permitem que a luz do Sol passe por eles.

Parte da energia solar é refletida pelas nuvens e pela superfície terrestre.

Gases do Efeito Estufa

Terra

Esses mesmos gases, porém, retêm grande parte do calor gerado pela luz do Sol. Este calor é refletido de volta para a superfície pelas moléculas dos gases do Efeito Estufa, gerando mais calor.

Como o ozônio é destruído

CFCs

Átomos de cloro são liberados quando o CFC é quebrado pela radiação ultravioleta na camada de ozônio

Cloro

Ataca o ozônio roubando um átomo de oxigênio para formar monóxido de cloro

Ozônio

Moléculas feitas de três átomos de oxigênio - protegem a Terra bloqueando a radiação ultravioleta

Monóxido de Cloro

Moléculas se dividem, liberando átomos de cloro que destroem mais ozônio

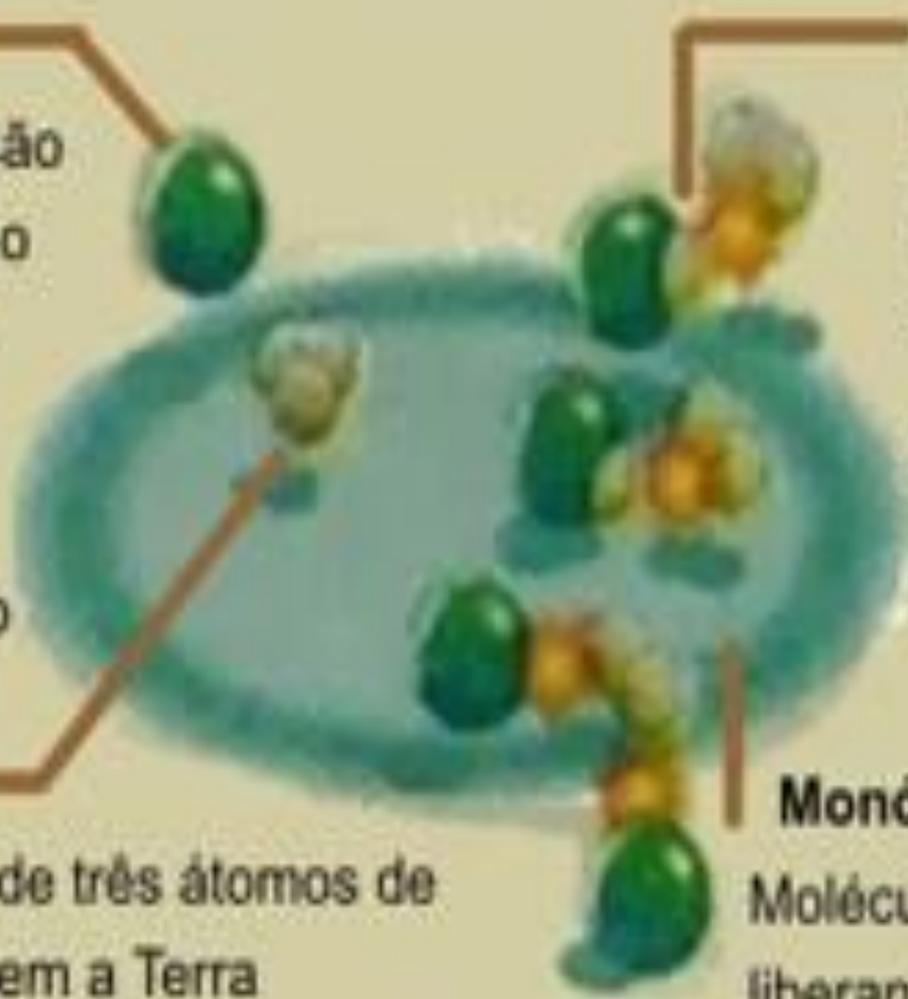
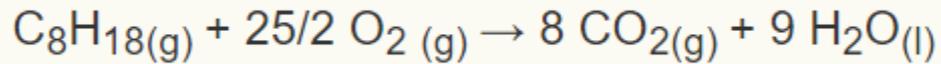


Tabela 2. 2: Fontes de poluição atmosférica

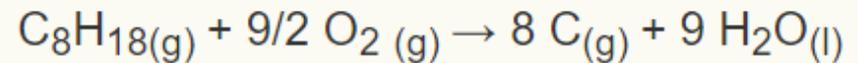
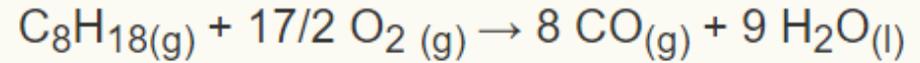
DENOMINAÇÃO	CARACTERÍSTICAS	FONTES PRINCIPAIS
SO₂ Dióxido de enxofre(anidrido sulfuroso)	Poluente mais característico dos aglomerados industriais. É proveniente essencialmente da combustão dos fluidos-óleos e do carvão; quando queimado estes combustíveis liberam o enxofre que eles contem, o qual se combina com oxigênio do ar na forma de SO ₂	Atividades industriais Queima de óleos combustíveis Veículos automotores
Nox óxidos	Gas emitido principalmente por motores de veículos automobilísticos, as instalações de combustão e nas fábricas de ácido nítrico.	Atividades industriais Veículos automotores
P – FN Poeiras Fumaças negras	Partículas sólidas em suspensão no ar provenientes da combustão ou de certos processos industriais (cimentos, adubos...). Na zona urbana, a circulação de automóveis representa um importante emissor de poeiras. Os veículos diesel respondem pela emissão da fumaça negra	Atividades industriais Veículos automotores
HC Hidrocarbonetos	A combustão incompleta dos carburetos dos motores dos veículos é a origem de emissões de vapores de hidrocarbonetos. Rejeitos importantes são igualmente devido a estocagem de petróleo (refinarias, postos de serviços)	Postos de gasolina Veículos automotores
CO Monóxido de carbono	É proveniente essencialmente do funcionamento de veículos motores à explosão.	Veículos automotores

HCL Ácido clorídrico	Resulta da combustão por parte das usinas de incineração de materiais plásticos contidos nos dejetos domiciliares (PVC)	Incineração do lixo
Pb Chumbo	Metal tóxico emitido principalmente pela circulação de automóveis: o chumbo entra em ação na composição de um aditivo para a gasolina.	Veículos automotores
F Fluor	Emitido essencialmente pela indústria de alumínio, mas também durante a fabricação de adubos, de vidro e da combustão de carvão.	Atividades industriais
H₂S (gás sulfídrico) Mercaptana	Gás mal cheiroso, cujas emissões são relacionadas à certas atividades industriais: fabricação de pasta de papel, refinamento de petróleo, graxarias, rejeitos de carvão mineral, etc..	Atividades industriais
Odores	Este vocábulo designa a percepção de substâncias muito variadas emitidas por numerosas indústrias e por estações de tratamento de efluentes. Fortemente percebidas pela população, estas substâncias correspondem raramente à emissões tóxicas	Atividades industriais

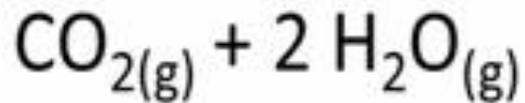
Combustão Completa



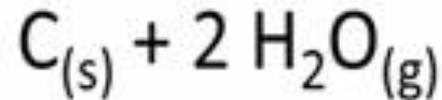
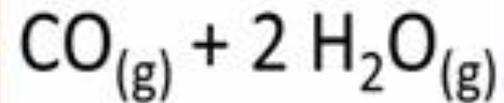
Combustão Incompleta



Produtos da
Combustão
Completa



Produtos da
Combustão
Incompleta



Emissões Brutas de GEE no Setor de Energia (kt)Sistemas de Estimativa de Emissão de Gases de Efeito Estufa. Disponível em: <http://seeg.eco.br/panorama-energia/>.
Acesso em: 14 de Agosto de 2016

Emissões (kt)	1970	1980	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
CO2 (kt)	91.695	191.211	206.801	281.866	291.950	346.160	360.903	395.968	428.771	454.960
CH4 (kt)	897	791	545	495	664	607	556	572	616	644
N2O (kt)	12	14	15	19	24	30	30	32	33	34
CO (kt)	7.437	8.861	9.139	6.669	6.718	6.266	6.049	5.996	5.921	6.064
NOx (kt)	585	1.322	1.633	2.287	2.335	2.479	2.485	2.588	2.689	2.764
COVNM (kt)	1.239	1.549	1.574	1.002	1.001	837	818	801	750	747

Emissões brutas de GEE no Setor de Energia (kt CO2e)

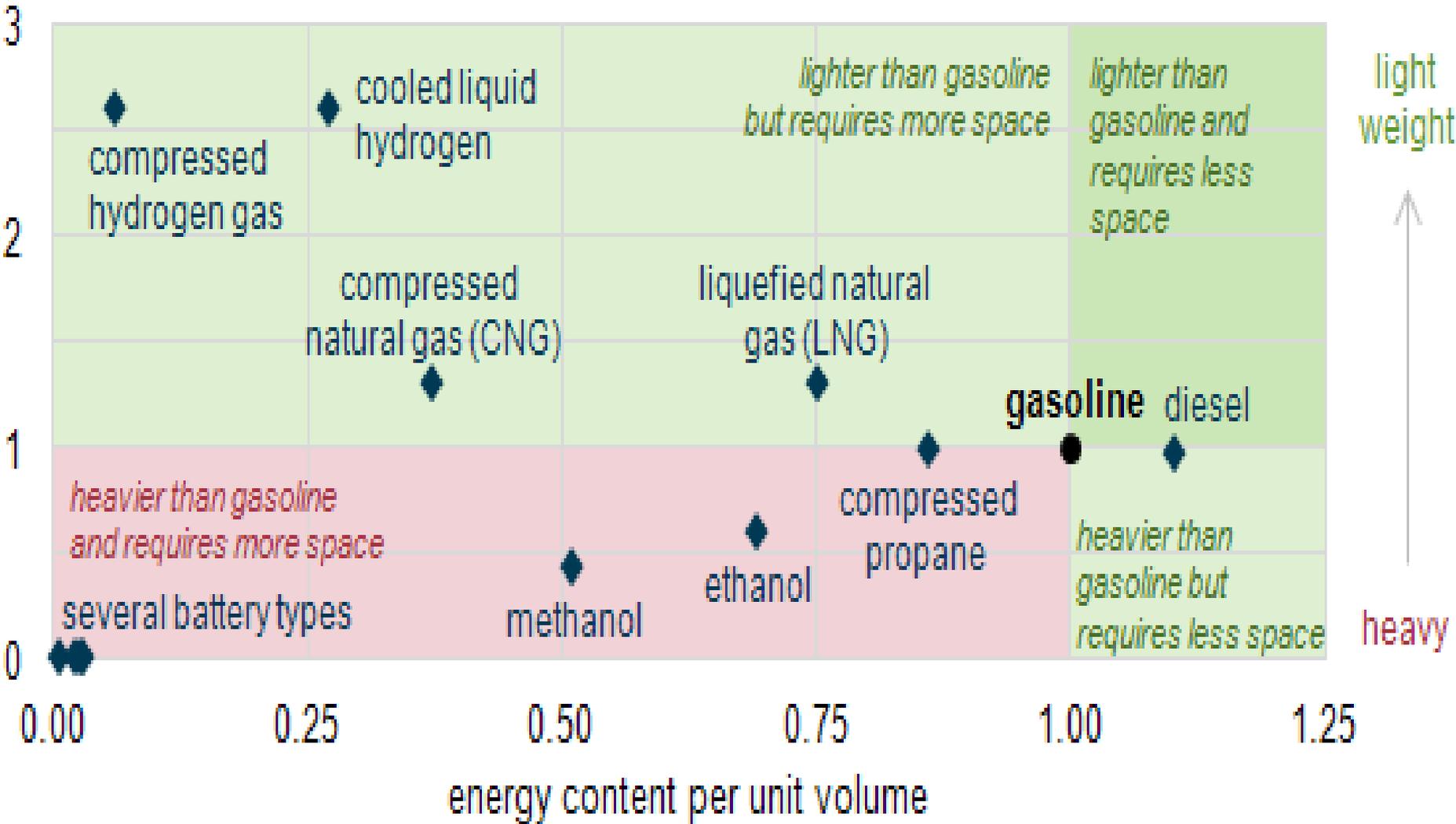
Setores	1970	1980	1990	2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014
Transportes	40.123	75.612	84.950	129.387	140.985	173.611	190.057	208.380	214.255	220.499
Industrial	20.507	58.258	45.591	60.914	61.950	70.555	75.118	74.671	75.037	75.954
Geração de Eletricidade	5.867	7.506	8.649	24.447	26.723	35.932	30.247	45.494	66.507	81.974
Produção de Combustíveis	6.388	18.079	23.923	31.176	40.849	43.706	43.219	45.403	51.698	55.221
Residencial	35.395	37.907	38.727	30.642	23.548	24.317	23.827	23.906	23.600	23.972
Agropecuário	2.821	8.374	10.809	14.720	15.606	17.292	16.678	17.332	18.327	19.059
Comercial	2.503	5.233	8.667	4.412	1.980	1.533	1.553	1.797	1.697	1.634
Público	659	1.223	1.429	2.537	1.750	1.194	1.254	835	838	824

Relação Combustível x Energia

COMBUSTÍVEL	ENERGIA (kcal/kg)
Gás natural	4.300
GLP	12.000
Gasolina	11.200
Hidrogênio	29.000
Lenha	2.500
Óleo diesel	10.700
Carvão mineral	6.800
Álcool etílico	6.500

Energy density comparison of several transportation fuels (indexed to gasoline = 1)

energy content per unit weight



Ações Possíveis

1. Centros urbanos cercados por pequenos produtores agrícolas para abastecê-las.
2. Medidas que possam valorizar o uso de veículos coletivos, como ônibus, ao invés de veículos particulares
3. Ações governamentais exigindo uma maior eficiência no uso dos recursos energéticos, e ampliando, para além da hidroeletricidade, a participação de fontes limpas, como a solar e eólica.

Ações Possíveis

4. Manutenção de uma rede de controle da qualidade do ar, águas e solo, monitorando os parâmetros indicadores de qualidade do meio ambiente e preparada para acionar as medidas de controle necessárias

Exemplos: Gerência de Qualidade do Ar
(GQA); PRONAR; PROCONVE; PROMOT

Referências

- Henrique de Melo Lisboa. Controle da Poluição Atmosférica: Notas de Aula. UFSC, 2007
- Américo Sansigolo Kerr. Notas sobre Poluição do Ar - 1: Notas de Aula, USP, SP, 2014
- John H. Seinfeld and Spyros N. Pandis, Atmospheric Chemistry and Physics - From Air Pollution to Climate Change, , John Willey & Sons, Inc., 1998