

PEA 3110

Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade

Aula 7

Energia e Meio Ambiente: Fatos, Causas e Soluções



PEA 3110

Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade

Os Fatos



Energia e Meio Ambiente

- O meio ambiente no qual vivemos muda continuamente devido a:
 - causas naturais : erupções vulcânicas, inundações, terremotos etc. → Movimentam cerca de 50×10^6 toneladas de materiais
 - ação do homem (agressão antropogênica) → Movimentam cerca de 48×10^9 toneladas de materiais (~7 bilhões de pessoas)
- A agressão antropogênica tornou-se mais importante devido ao aumento populacional. O que caracteriza as mudanças ambientais causadas pelo homem é o fato de ocorrerem em curto período de tempo.

Principais problemas ambientais

Dimensão	Impacto Ambiental
Local	Poluição urbana do ar Poluição "ocupacional" do ar Poluição dos corpos d'água superficiais e subterrâneos Solo contaminado
Regional	Chuva ácida Poluição dos mares e corpos d'água de abrangência regional
Global	Efeito estufa Poluentes orgânicos persistentes (POPs) Rejeitos radioativos Perda de biodiversidade Modificações nos oceanos Desertificação

Poluição urbana do ar

- Existe desde o império romano
- A partir do sec XIX, leis começaram a controlar as emissões

A poluição urbana está relacionada com:

- Aumento populacional
- Alterações no padrão de consumo
- Êxodo rural
- Desenvolvimento industrial

Principais poluentes do ar

- Dióxido de enxofre (SO_2)
- Monóxido de carbono (CO)
- Óxido de nitrogênio (NO_x)
- Particulados (MP)
- Hidrocarbonetos (HCs)
- Ozônio troposférico (O_3)
- Metais pesados - (Pb e Hg)

Inventário de emissões

Importante ferramenta para o planejamento energético-ambiental

O conhecimento de intensidades de emissões ao longo do tempo e suas origens permite:

- Melhor controle de poluição
- Comparar diferentes combustíveis e tecnologias
- Estabelecer políticas sobre combustíveis
- Negociações internacionais sobre limites de emissões

Impactos Locais - Poluição do ar em Ambientes Fechados

- Tradicional - devido ao ato de cozinhar, o que produz fumaça, particulados, monóxido de carbono e outros gases
- Ocupacional - levando a doenças, tais como silicose, envenenamento por mercúrio e outros, vitimando mineiros e trabalhadores industriais.
- Moderno - afetando pessoas que vivem em prédios modernos, impermeáveis, ao ar devido ao radônio e ao asbesto dos materiais de construção.



Em todo o mundo, 1,6 milhões de pessoas morrem anualmente por conta da exposição à fumaça em ambiente doméstico. (Outubro, 2006)

Fonte: <http://www.ider.org.br/oktiva.net/1365/nota/20691/>

Poluentes Atmosféricos

Poluente	Características	Fontes Principais	Efeitos Gerais ao Meio Ambiente
Partículas Inaláveis Finas (MP _{2,5})	Partículas de material sólido ou líquido suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem etc, que podem permanecer no ar e percorrer longas distâncias. Faixa de tamanho < 2,5 micra.	Processos de combustão (industrial, veículos automotores), aerossol secundário (formado na atmosfera) como sulfato e nitrato, entre outros.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade, contaminação do solo e água.
Partículas Inaláveis (MP ₁₀) e Fumaça	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 10 micra.	Processos de combustão (indústria e veículos automotores), poeira ressuspena, aerossol secundário (formado na atmosfera).	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e água.
Partículas Totais em Suspensão (PTS)	Partículas de material sólido ou líquido que ficam suspensas no ar, na forma de poeira, neblina, aerossol, fumaça, fuligem, etc. Faixa de tamanho < 50 micra.	Processos industriais, veículos motorizados (exaustão), poeira de rua ressuspena, queima de biomassa. Fontes naturais: pólen, aerossol marinho e solo.	Danos à vegetação, deterioração da visibilidade e contaminação do solo e água.
Dióxido de Enxofre (SO ₂)	Gás incolor, com forte odor, semelhante ao gás produzido na queima de palitos de fósforos. Pode ser transformado a SO ₃ , que na presença de vapor de água, passa rapidamente a H ₂ SO ₄ . É um importante precursor dos sulfatos, um dos principais componentes das partículas inaláveis.	Processos que utilizam queima de óleo combustível, refinaria de petróleo, veículos a diesel, produção de polpa e papel, fertilizantes.	Pode levar à formação de chuva ácida, causar corrosão aos materiais e danos à vegetação: folhas e colheitas.
Dióxido de Nitrogênio (NO ₂)	Gás marrom avermelhado, com odor forte e muito irritante. Pode levar à formação de ácido nítrico, nitratos (o qual contribui para o aumento das partículas inaláveis na atmosfera) e compostos orgânicos tóxicos.	Processos de combustão envolvendo veículos automotores, processos industriais, usinas térmicas que utilizam óleo ou gás, incinerações.	Pode levar à formação de chuva ácida, danos à vegetação e à colheita.
Monóxido de Carbono (CO)	Gás incolor, inodoro e insípido.	Combustão incompleta em veículos automotores.	
Ozônio (O ₃)	Gás incolor, inodoro nas concentrações ambientais e o principal componente da névoa fotoquímica.	Não é emitido diretamente para a atmosfera. É produzido fotoquimicamente pela radiação solar sobre os óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis.	Danos às colheitas, à vegetação natural, plantações agrícolas; plantas ornamentais.

<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/qualidade-do-ar/31-publicacoes-e-relatorios> - acessado em 05 de março/2014



Padrões Nacionais de Qualidade (res. CONAMA No 03 de 28/06/90).

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Padrão Secundário $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Método de Medição
partículas totais em suspensão	24 horas ¹	240	150	amostrador de grandes volumes
	MGA ²	80	60	
partículas inaláveis	24 horas ¹	150	150	separação inercial/filtração
	MAA ³	50	50	
fumaça	24 horas ¹	150	100	refletância
	MAA ³	60	40	
dióxido de enxofre	24 horas ¹	365	100	pararosanilina
	MAA ³	80	40	
dióxido de nitrogênio	1 hora	320	190	quimiluminescência
	MAA ³	100	100	
monóxido de carbono	1 hora ¹	40.000	40.000	infravermelho não dispersivo
		35 ppm	35 ppm	
	8 horas ¹	10.000	10.000	
		9 ppm	9 ppm	
ozônio	1 hora ¹	160	160	quimiluminescência

1 - Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano.

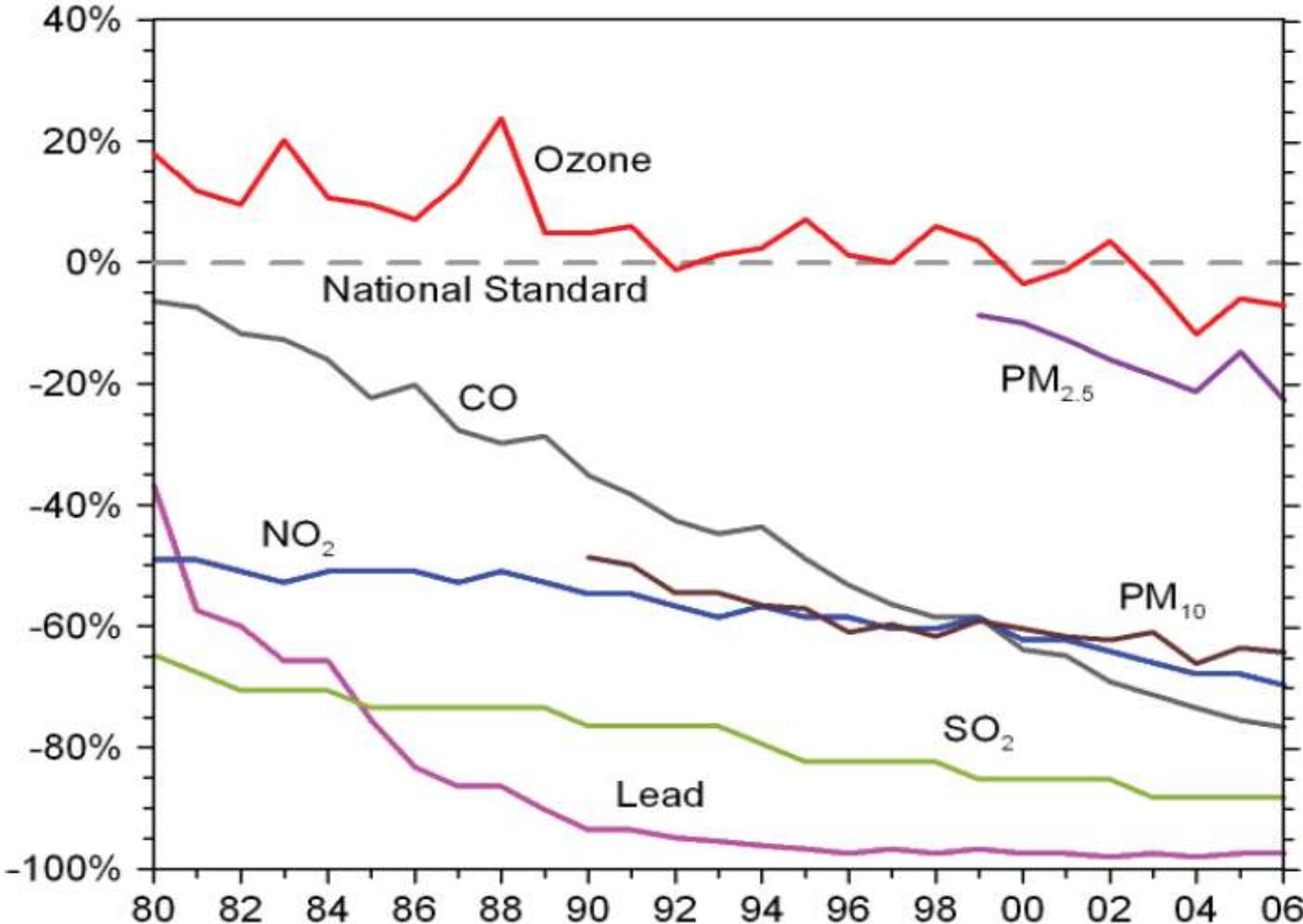
2 - Média geométrica anual.

3 - Média aritmética anual.

<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/qualidade-do-ar/31-publicacoes-e-relatorios> - acessado em 05 de março/2014



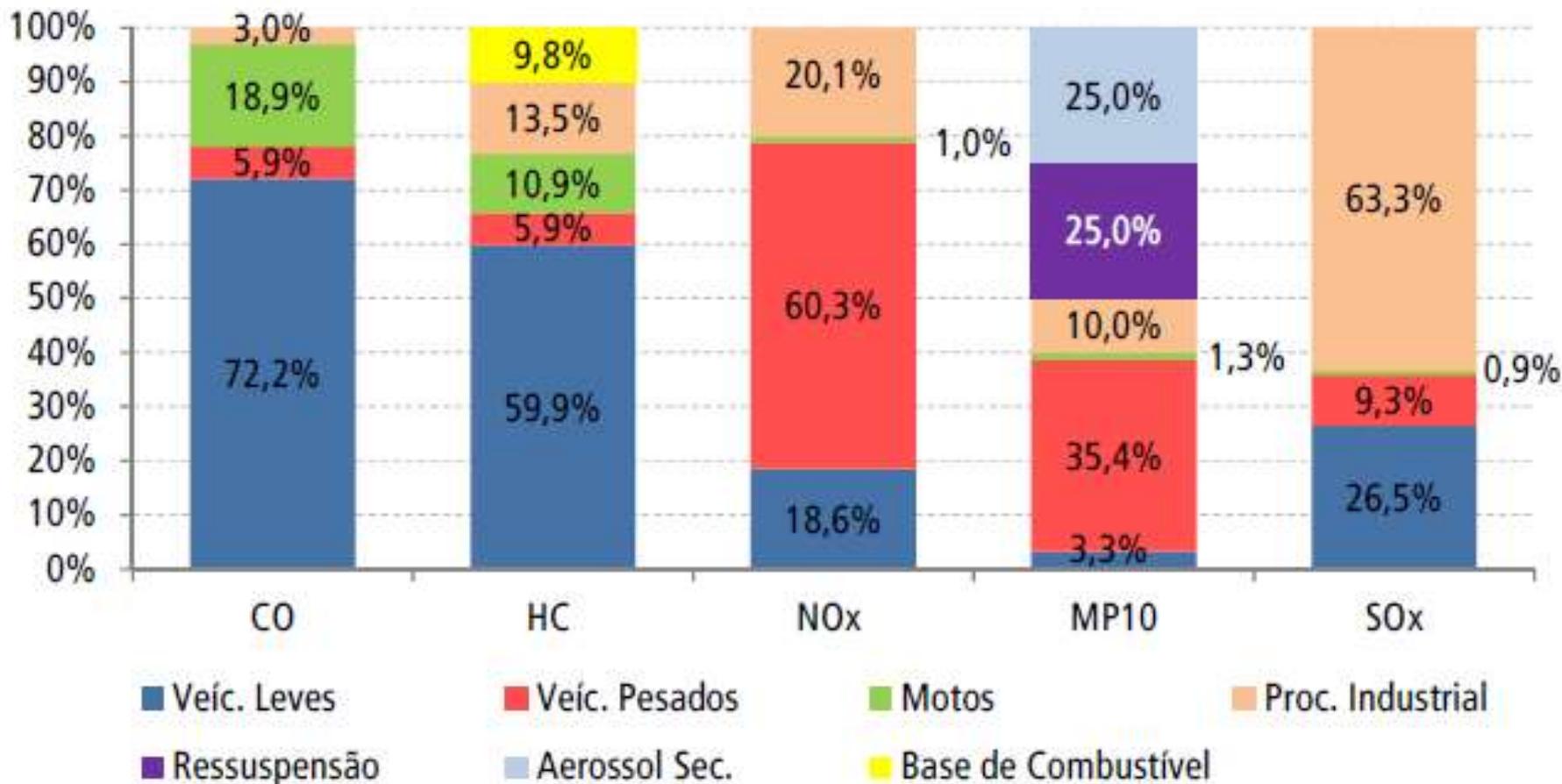
Impactos Locais - Poluição Atmosférica nos EUA 1980/2006



Fonte: <http://www.epa.gov/air/airtrends/2007/report/sixprincipalpollutants.pdf>



Impactos Locais - Emissões na RMSP - 2012

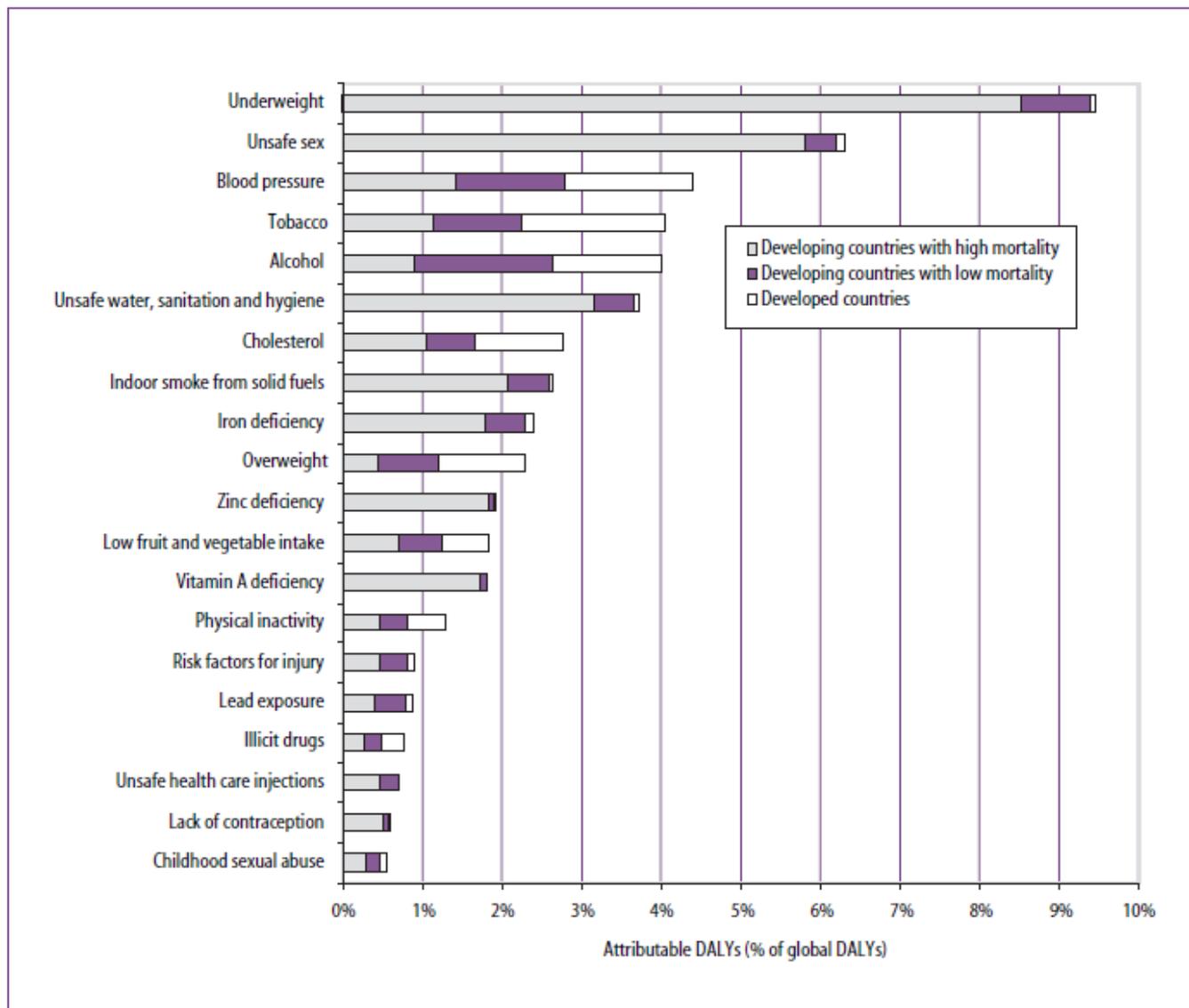


<http://www.cetesb.sp.gov.br/ar/qualidade-do-ar/31-publicacoes-e-relatorios> - acessado em 05 de março/2014



Impactos Locais - Fatores de Risco Pessoais e Ocupacionais

Global distribution of burden of disease attributable to 20 leading selected risk factors



Fonte - http://www.who.int/whr/2002/en/whr02_en.pdf - World Health Report - 2002



Impactos Regionais - Poluição de Fundo

O ar poluído pode conter vestígios de erupções vulcânicas, queimadas de florestas, areia de desertos a milhares de quilômetros. O ar também pode ser afetado por indústrias, termelétricas e veículos situados em outros estados ou países, cujas emissões não possuam o devido controle.

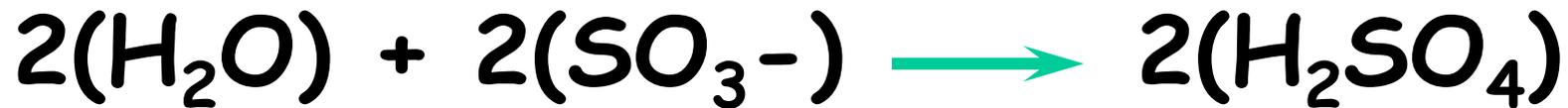
Impactos Regionais - Chuva Ácida

A acidez é medida pela concentração de H^+ (íons de hidrogênio) num meio, em unidades de pH, definido como logaritmo negativo (na base 10) da concentração de H^+ . O ponto neutro, i.e, o pH da água pura com íons positivos e negativos em igual concentração, é igual a 7.

Os dois principais ácidos na chuva ácida são o sulfúrico (H_2SO_4) e o nítrico (HNO_3), formados na atmosfera a partir de dióxido de enxofre (SO_2) e dos óxidos de nitrogênio (NO_x), que são produtos da queima de combustível fóssil.



Impactos Regionais - Chuva Ácida



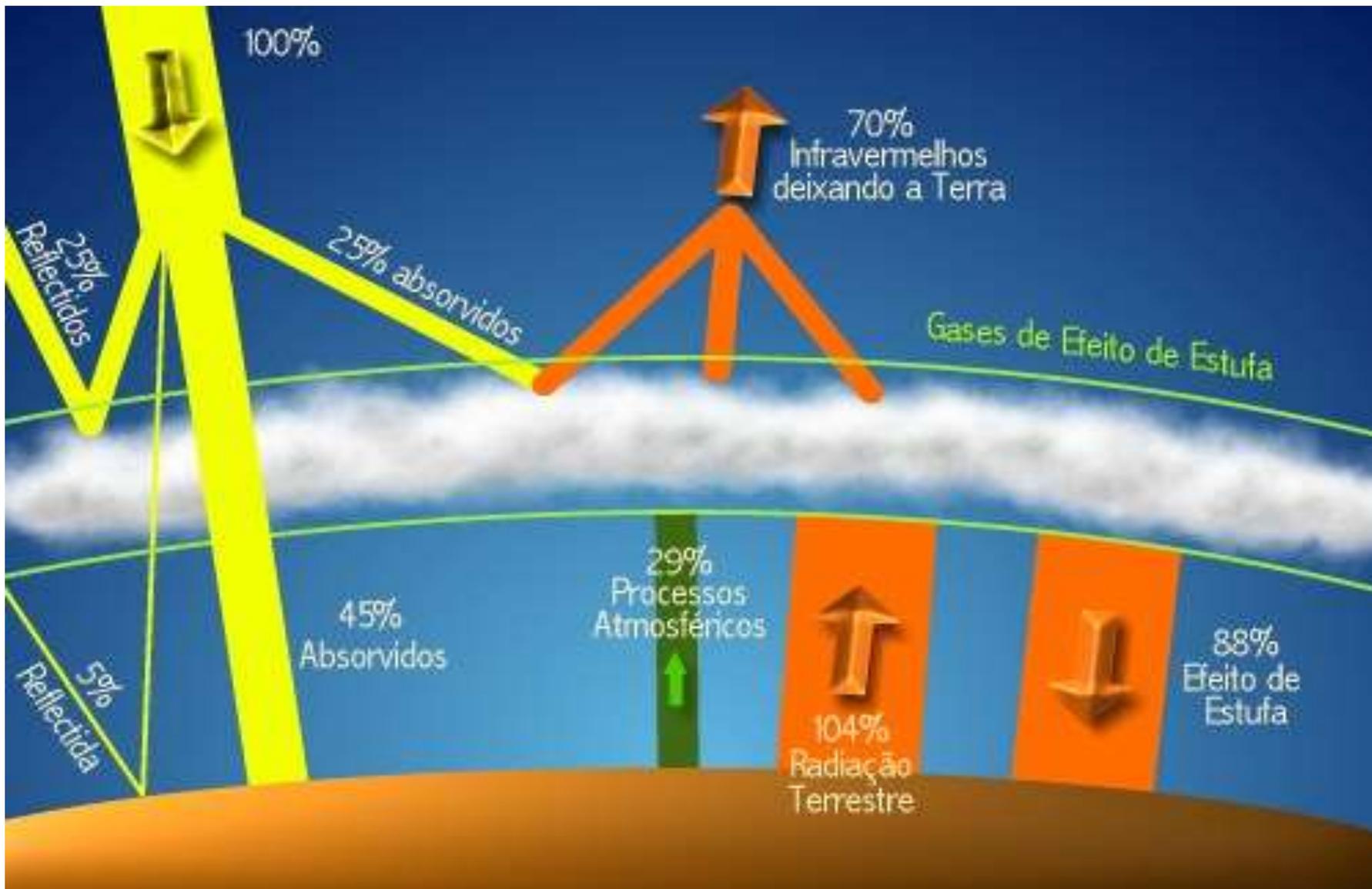
Impactos Regionais - Tipos de Chuva Ácida

- **PRECIPITAÇÃO SECA** - CAUSANDO DANOS A VEGETAÇÃO E AS ESTRUTURAS

- **PRECIPITAÇÃO ÚMIDA** - QUANDO DISSOLVIDOS NA CHUVA, EM VAPORES D'ÁGUA ATMOSFÉRICOS

Impactos Globais - Efeito Estufa e Mudança Climática

A atmosfera da Terra é quase totalmente transparente à radiação solar incidente. Uma pequena fração dessa radiação (principalmente luz visível) é refletida de volta para o espaço, mas a maior parte dela atinge a superfície da Terra, onde é absorvida e refletida em todas as direções como radiação térmica (infravermelho). Mas os gases de efeito estufa são opacos ao infravermelho, que aquece a atmosfera terrestre, deixando-a mais quente do que seria na ausência destes gases.



Fonte: http://educar.sc.usp.br/licenciatura/2003/ee/Efeito_Estufa.html



Impactos Globais - Gases mais Relevantes para o Efeito Estufa

CO₂ - 55%

CH₄ - 15%

N₂O - 6%

CFC-11 - CFC-12 - 17%

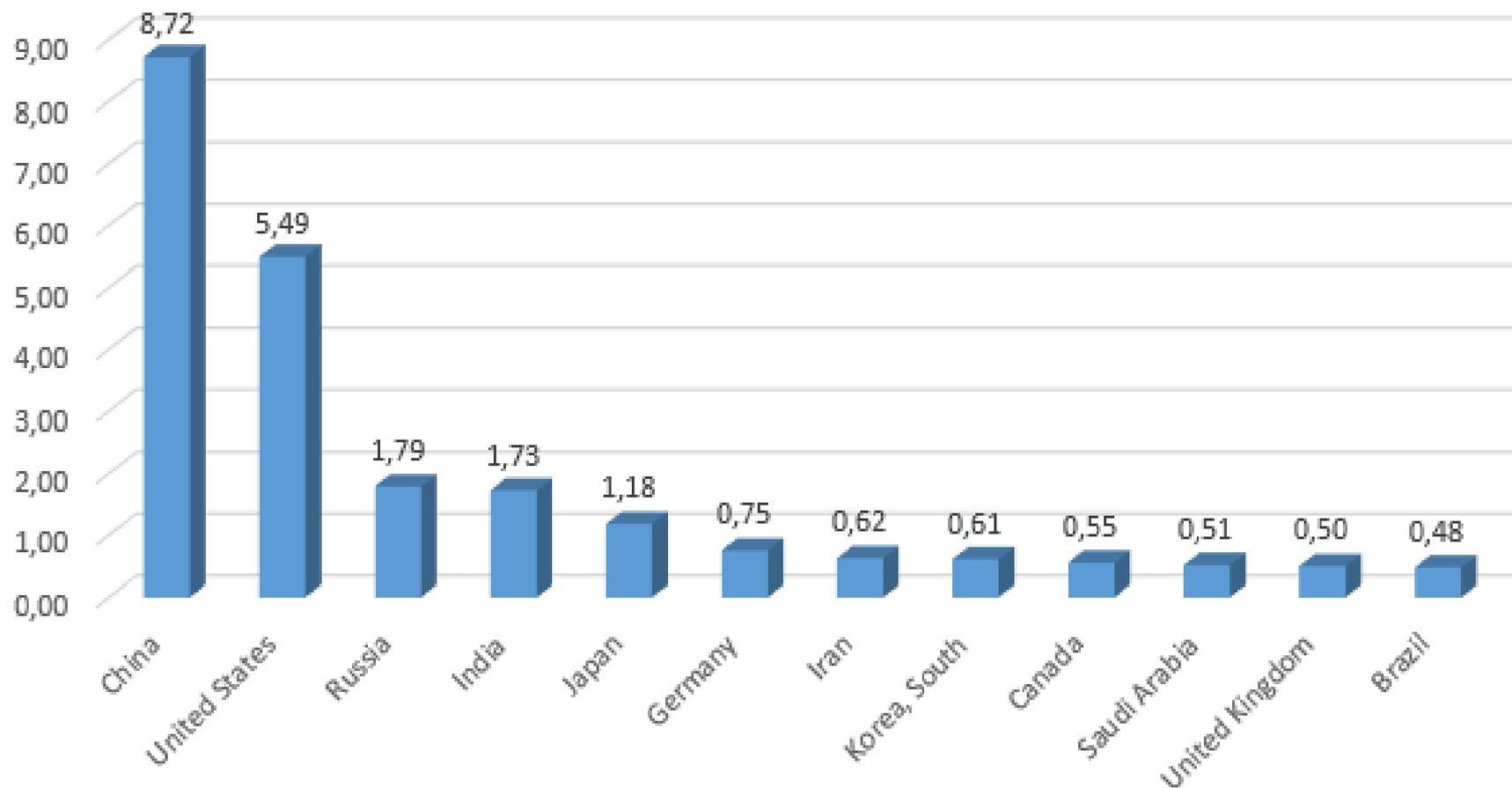
HCFC-22 - HFC-134a - 7%

A contribuição para o aquecimento global depende do tempo de vida na atmosfera e das interações com outros gases e vapor d'água, sendo sua intensidade relativa dada pelo Potencial de Aquecimento Global.

O desmatamento contribui consideravelmente para o aquecimento global, ao reduzir a capacidade de fixação de carbono do solo.

Impactos Globais - "Os 12 Mais" - Emissões de CO₂ (2013)

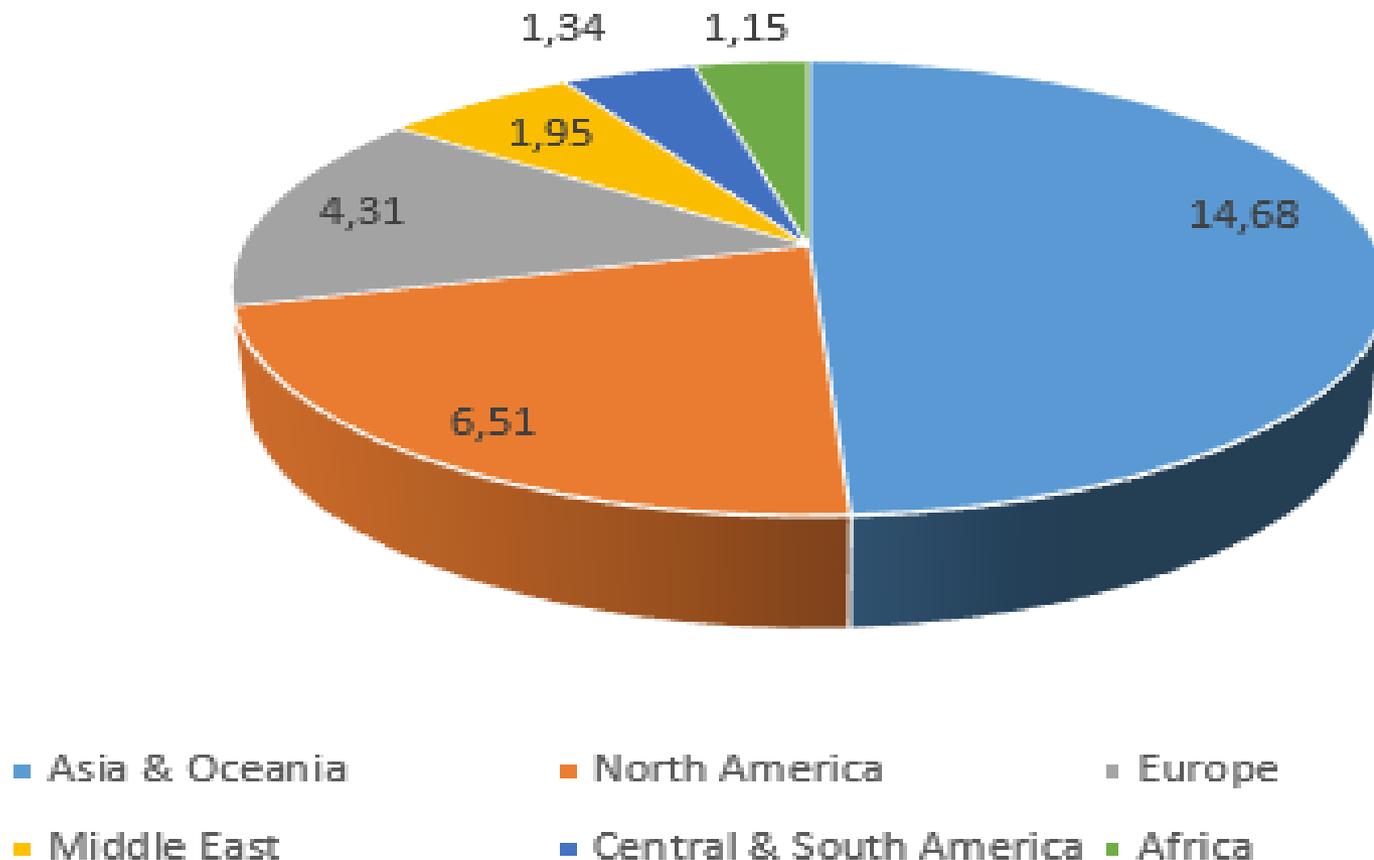
Emissões de CO₂ (10⁹ Ton Met)



Fonte: <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm> acessado em 5 de março de 2014

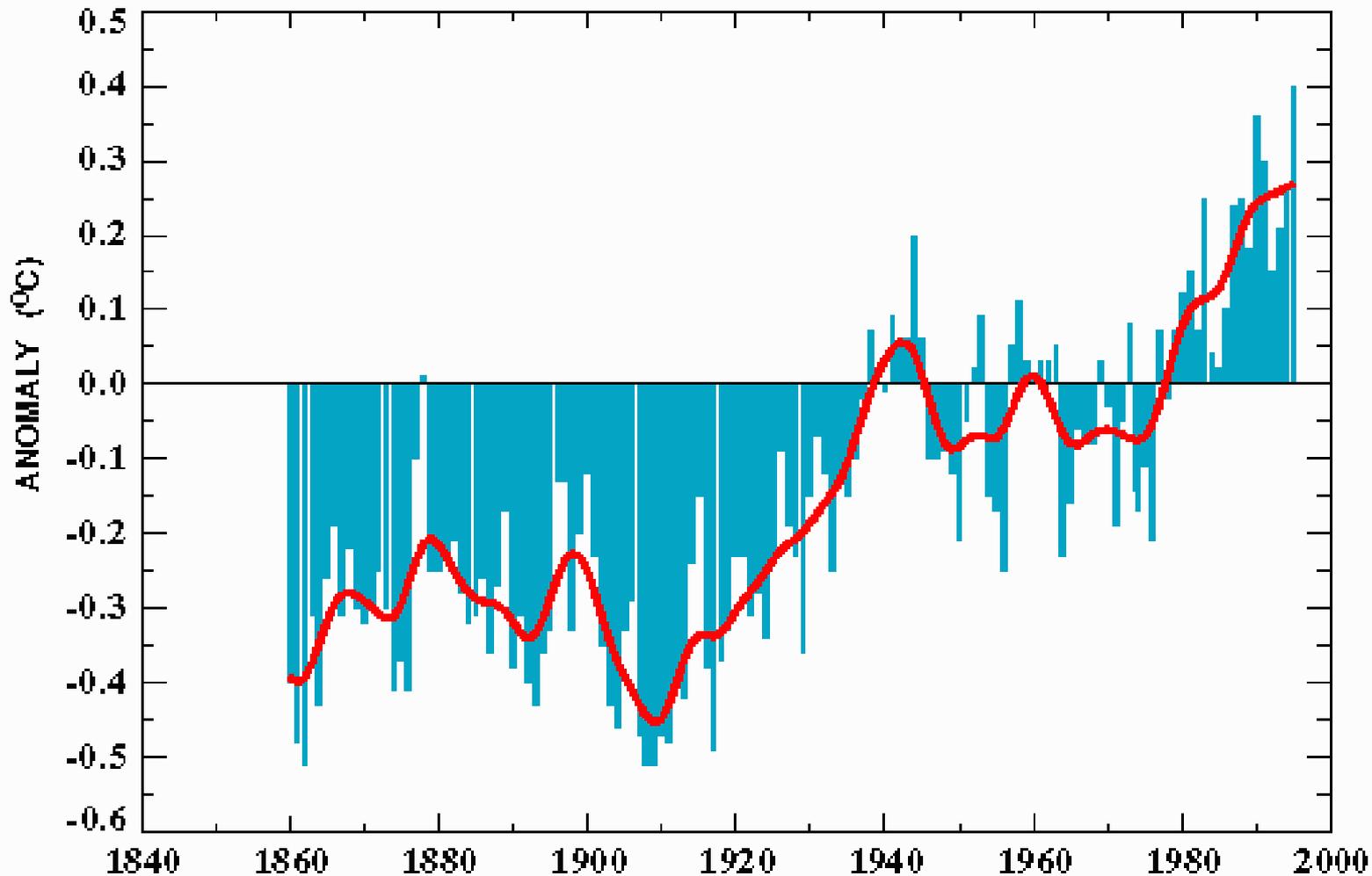
Impactos Globais - Participação das regiões na emissões de CO₂ em 2013

Emissões de CO₂ - Mundo (10⁶ Ton Met)



Fonte: <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/iedindex3.cfm> acessado em 5 de março de 2014

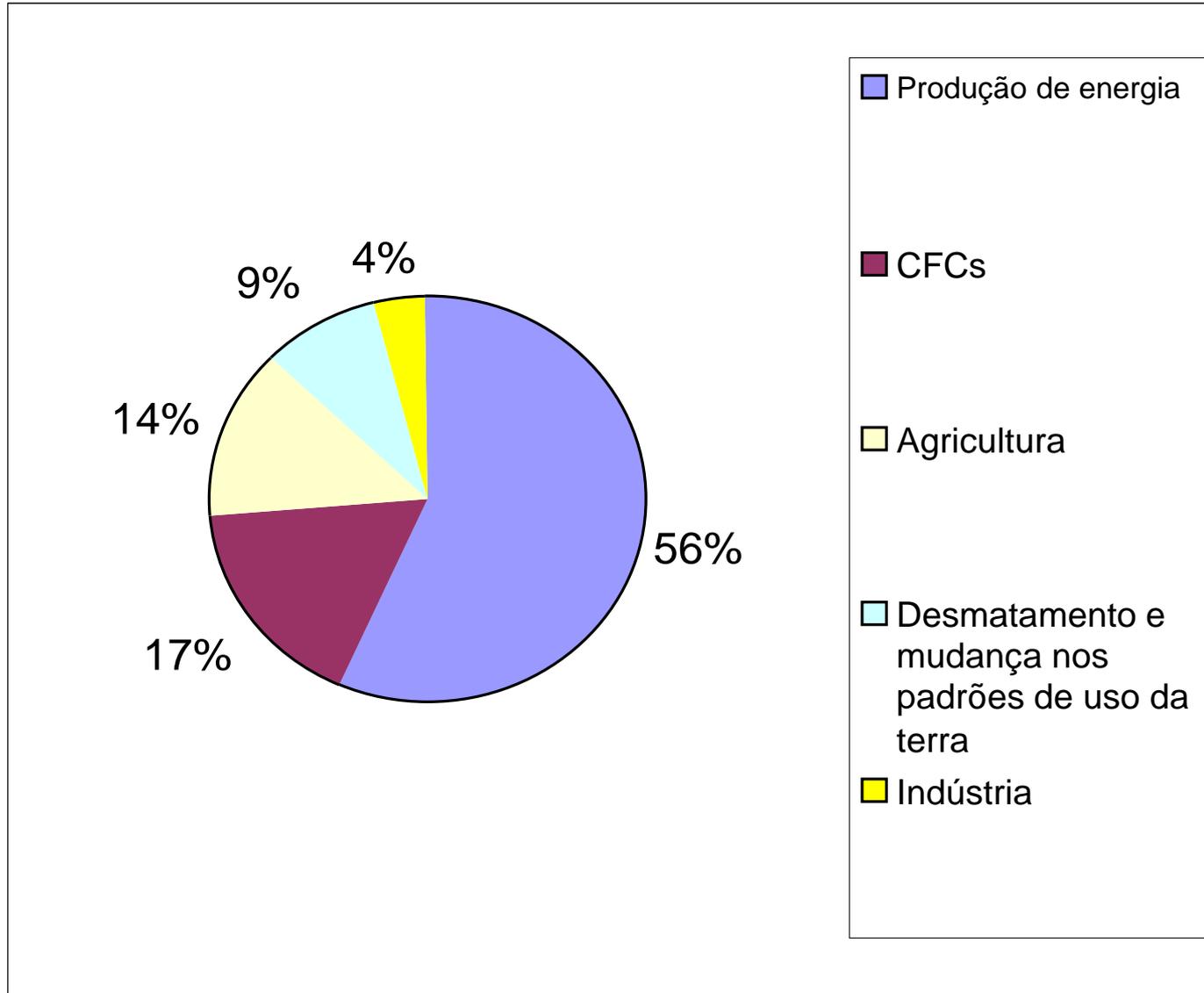
Impactos Globais - Aumento da Temperatura Média da Terra



Fonte: <http://vathena.arc.nasa.gov/curric/land/global/greenhou.html>, acessado em 30/05/2005.

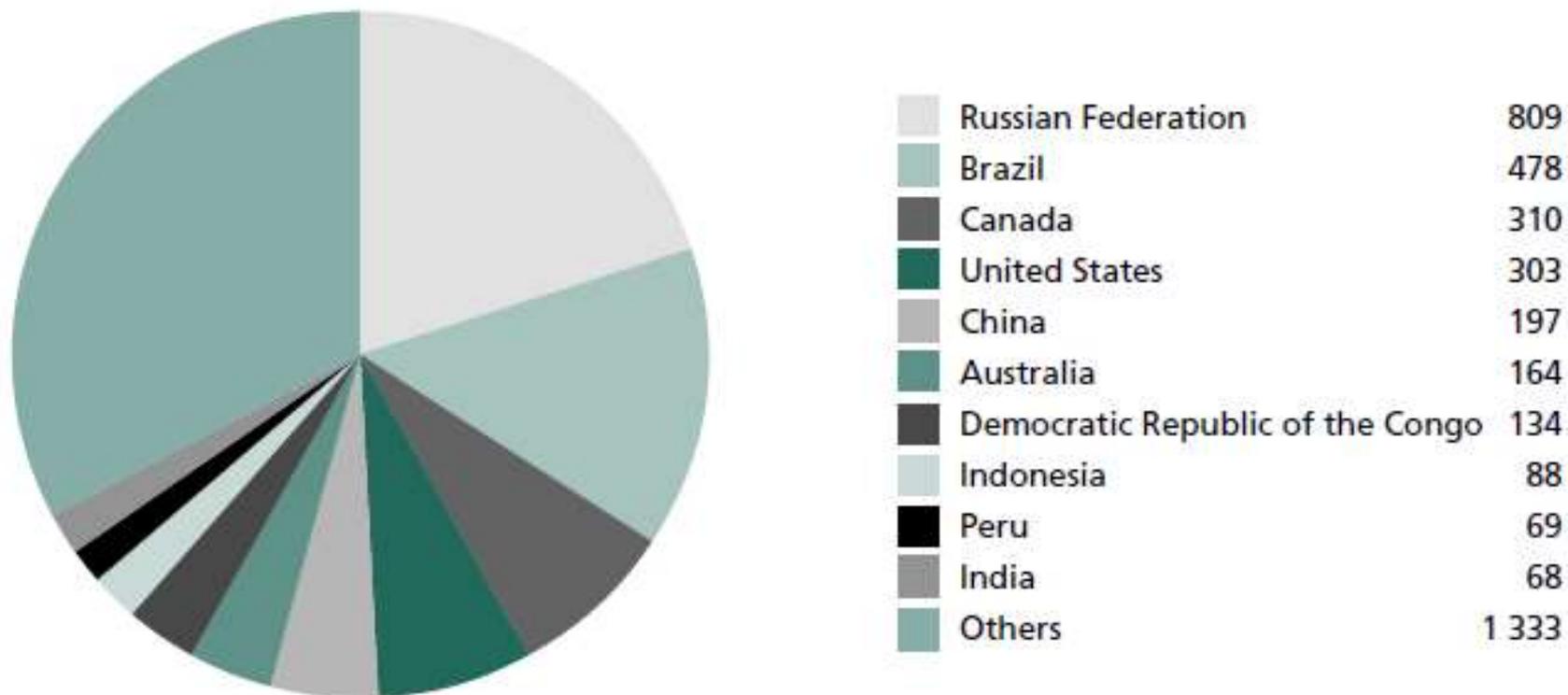


Impactos Globais - Contribuições para o Efeito Estufa



Impactos Globais - Mudança do Uso do Solo

Ten countries with largest forest area 2005
(million ha)

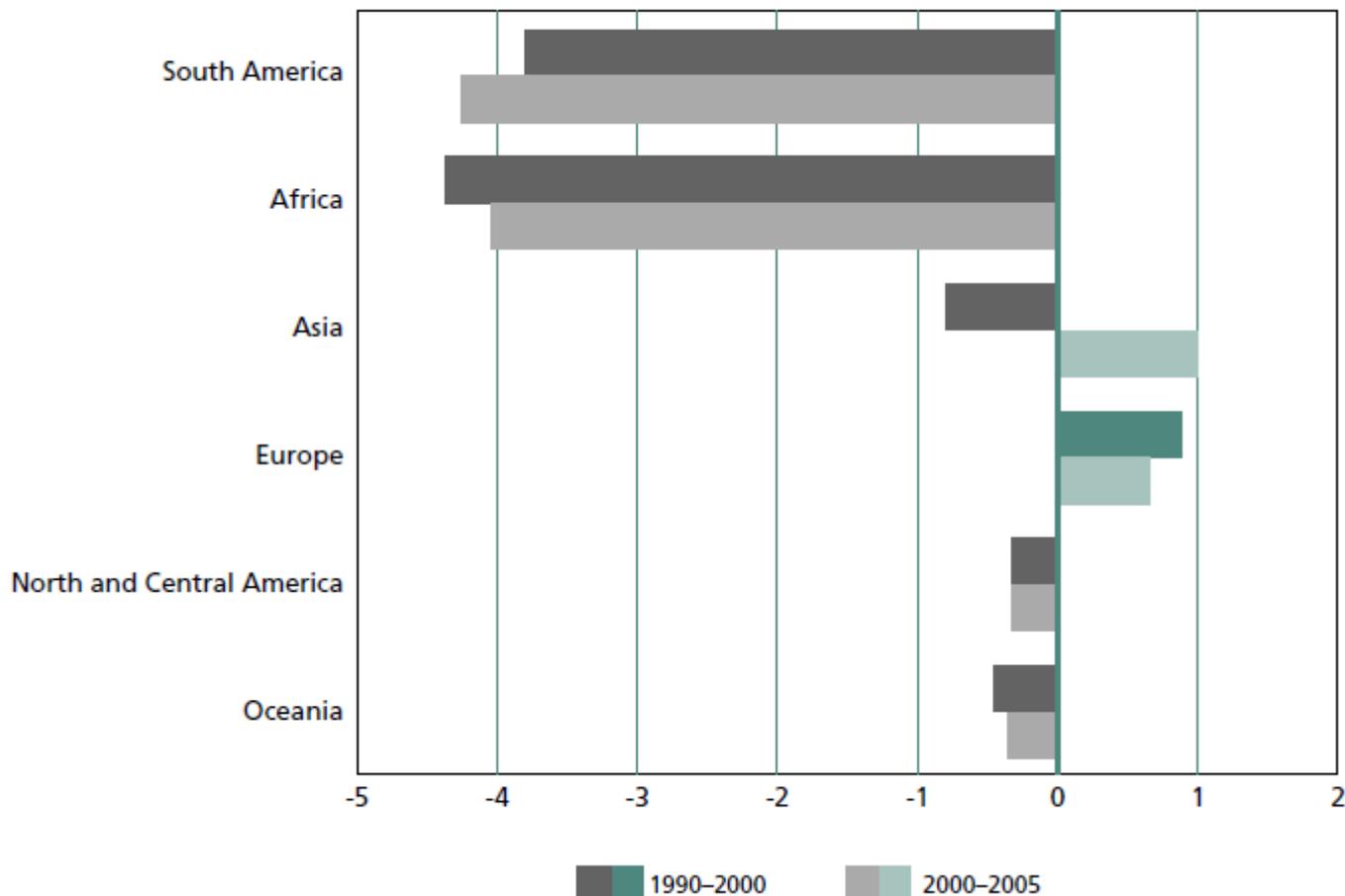


Fonte: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/A0400E/A0400E00.pdf>



Impactos Globais - Mudança do Uso do Solo

Annual net change in forest area by region 1990–2005
(million ha per year)



Fonte: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/A0400E/A0400E00.pdf>



Impactos Globais - Mudança do Uso do Solo

Ten countries with largest annual net loss in forest area 2000–2005

Country	Annual change (1 000 ha/yr)
Brazil	-3 103
Indonesia	-1 871
Sudan	-589
Myanmar	-466
Zambia	-445
United Republic of Tanzania	-412
Nigeria	-410
Democratic Republic of the Congo	-319
Zimbabwe	-313
Venezuela (Bolivarian Republic of)	-288
Total	-8 216

Ten countries with largest annual net gain in forest area 2000–2005

Country	Annual change (1 000 ha/yr)
China	4 058
Spain	296
Viet Nam	241
United States	159
Italy	106
Chile	57
Cuba	56
Bulgaria	50
France	41
Portugal	40
Total	5 104

Fonte: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/008/A0400E/A0400E00.pdf>



Impactos Globais - Desertificação e Desmatamento

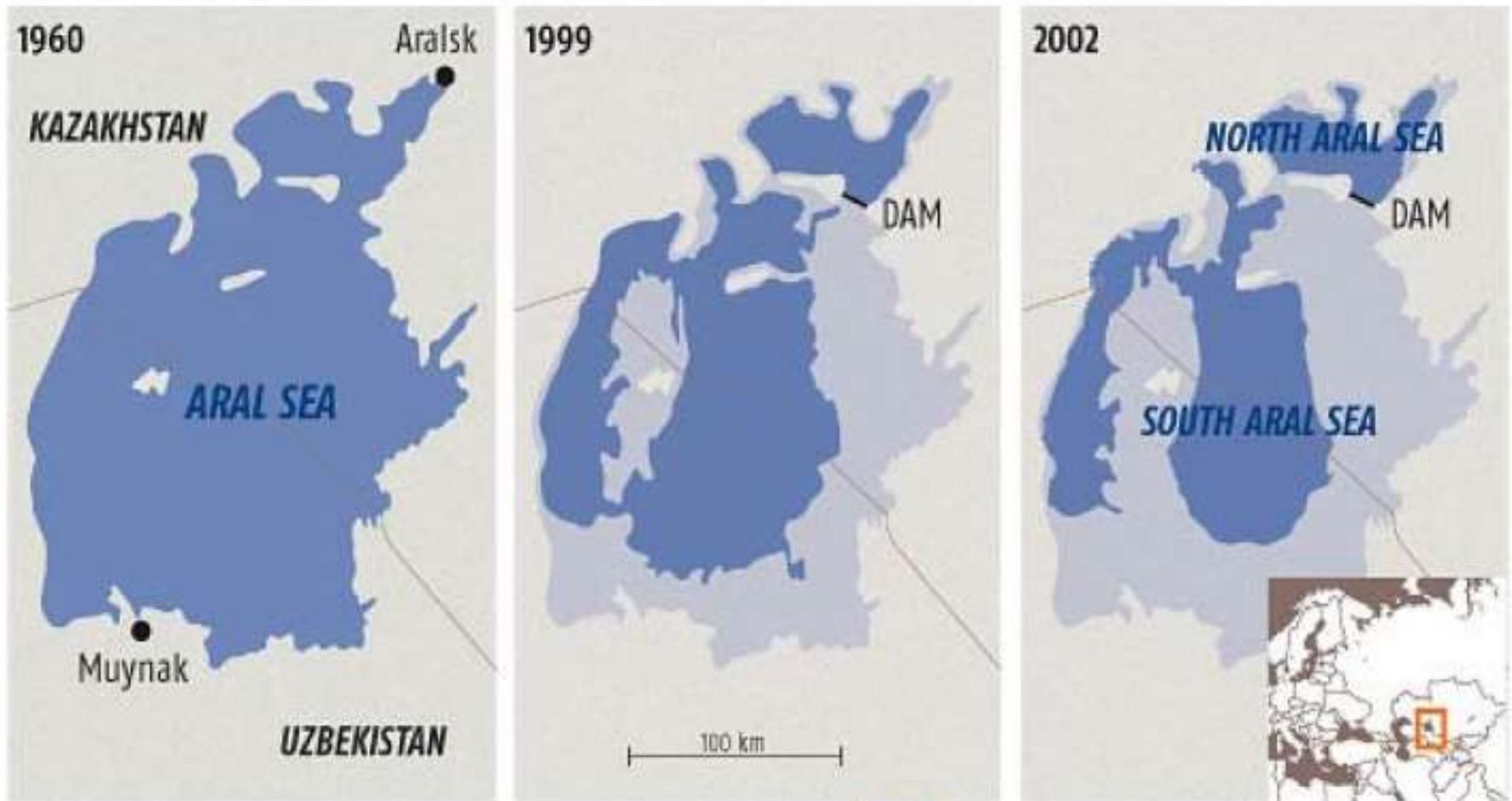
A desertificação é definida como a degradação da terra em áreas áridas, semi-áridas, secas e sub-úmidas, resultante do impacto humano prejudicial. É o principal problema ambiental das terras secas.

As florestas estão continuamente sendo perdidas em muito países em desenvolvimento devido ao excesso de colheita, regeneração inadequada, agricultura, urbanização e poluição do ar.

Impactos Globais - Desertificação e Desmatamento

Mar de Aral – a Chernobyl Silenciosa

The changed shape of the Aral Sea since 1960



Impactos Globais - Desertificação e Desmatamento

Mar de Aral – a Chernobyl Silenciosa



Impactos Globais - Desertificação e Desmatamento

Mar de Aral – a Chernobyl Silenciosa



Fonte: Samuel Giordano – www.pensa.org.br

Impactos Globais - Perda de Biodiversidade

UHE Balbina



Fonte: <http://www.transportes.gov.br/bit/barragens/uehbalbina.jpg>



Impactos Globais - Perda de Biodiversidade

UHE Balbina



<http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo2B/Hidreletricas/balbina.jpg>

http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo2B/Hidreletricas/balbina_localizacao.gif

Fonte geral: <http://www.cepa.if.usp.br/energia/energia1999/Grupo2B/Hidraulica/balbina.htm>

Impactos Globais - Perda de Biodiversidade

UHE Balbina

Áreas alagadas e potência gerada

Nome	Potência (MW)	Área alagada (km2)	Razão km2/MW
Tucuruí I e II	8370	3014.2	0.360119474
Itaipú (parte brasileira)	7000	1049.6	0.149942857
Ilha Solteira	3444	1357.6	0.394192799
Xingó	3162	58.9	0.018627451
Paulo Afonso IV	2462.4	15.9	0.006457115
Itumbiara	2280	749.1	0.328552632
São Simão	1710	716.2	0.418830409
Governador Bento Munhoz da Rocha Neto (Foz do Areia)	1676	138.5	0.082637232
Jupia (Eng. Sousa Dias)	1551.2	321.7	0.207387829
Porto Primavera (Eng. Sérgio Motta)	1540	2977	1.933116883
Luiz Gonzaga (Itaparica)	1479.6	839.4	0.567315491
Itá	1450	126.3	0.087103448
Marimbondo	1440	452.4	0.314166667
Salto Santiago	1420	213.6	0.150422535
Água Vermelha (José Ermírio de Moraes)	1396.2	673.6	0.482452371
Balbina	249.75	2360	9.449449449

Fontes: Base de Informações de Geração (ANEEL) e wikipédia.



Impactos Globais - Degradação Costeira e Marinha

As fontes remanescentes de poluição marinha são navegação, a mineração no fundo do oceano e a produção de petróleo que estão relacionadas com a energia. O petróleo que eventualmente aparece no mar pode ser dividido em cinco categorias.

- fontes naturais
- poluição atmosférica
- transporte marítimo
- produção costeira e
- resíduos municipais e industriais e vazamentos

Impactos Globais - Degradação Costeira e Marinha



PEA 2200

Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade

As Causas



Contribuições por Fontes

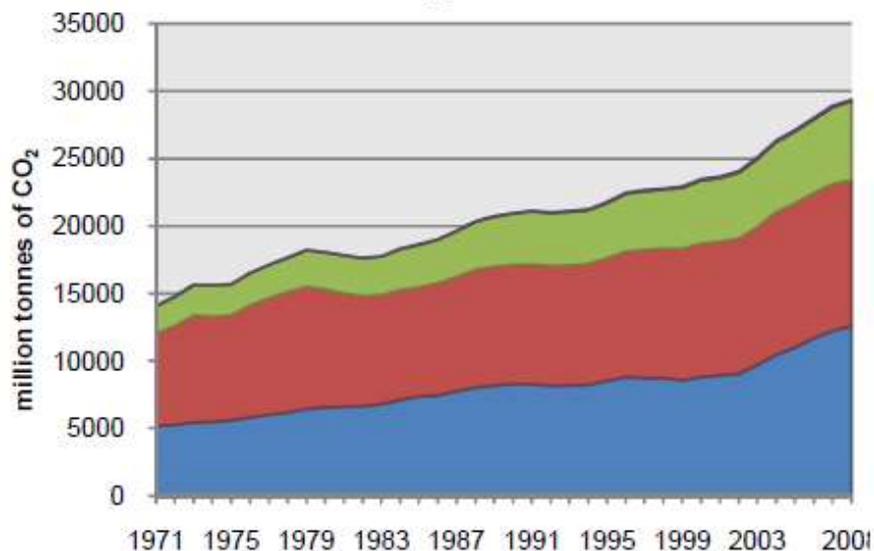
Uma melhor compreensão das fontes de poluição e suas emissões é essencial para a formulação de políticas capazes de reduzi-las ou de melhorar os meios para eliminá-las. As principais fontes são a produção de eletricidade, o transporte, a indústria, as construções e o desmatamento.

A energia também é parcialmente responsável pelo desmatamento e uso de solo.

Produção de Eletricidade

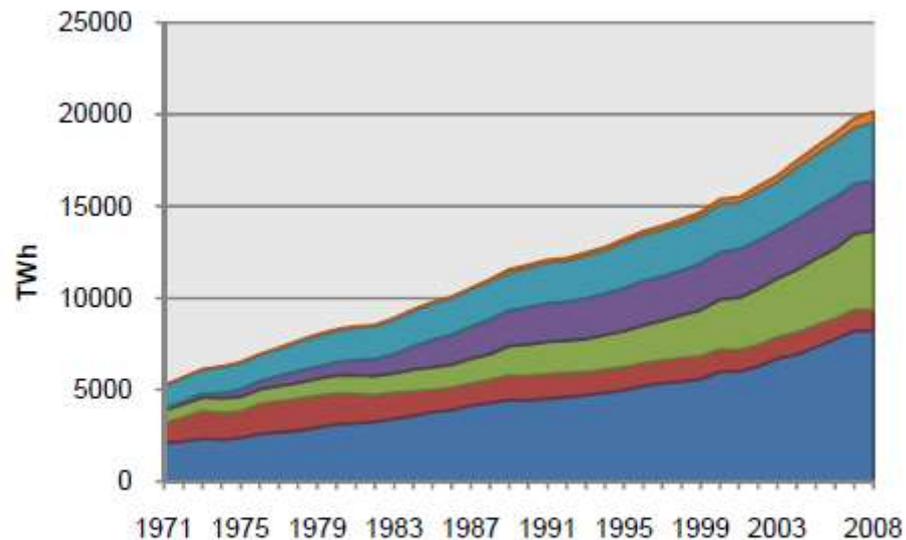
A produção de eletricidade, a partir da queima dos combustíveis fósseis, é a principal fonte de poluentes.

CO₂ emissions by fuel



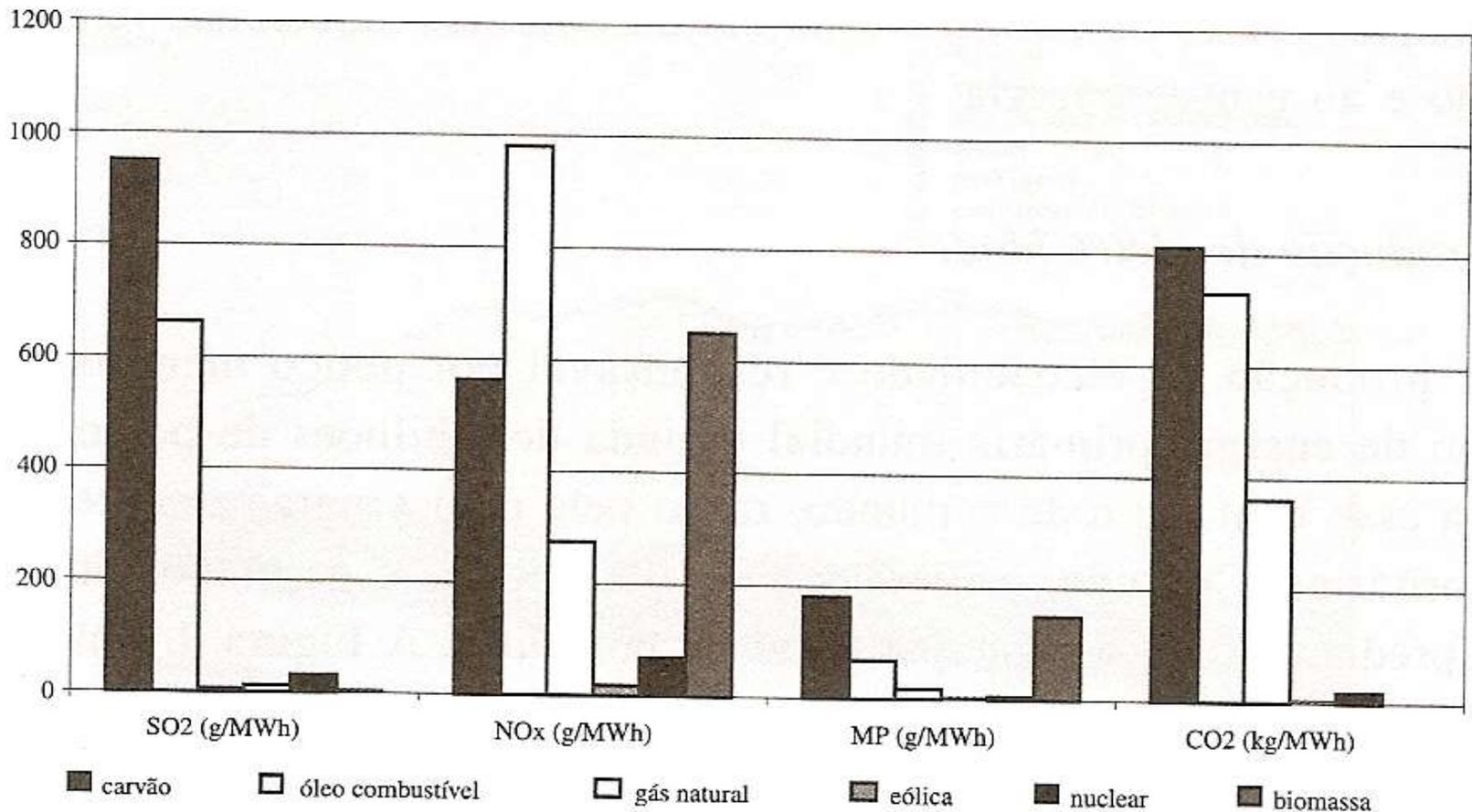
Coal/peat Oil Gas Other

Electricity generation by fuel



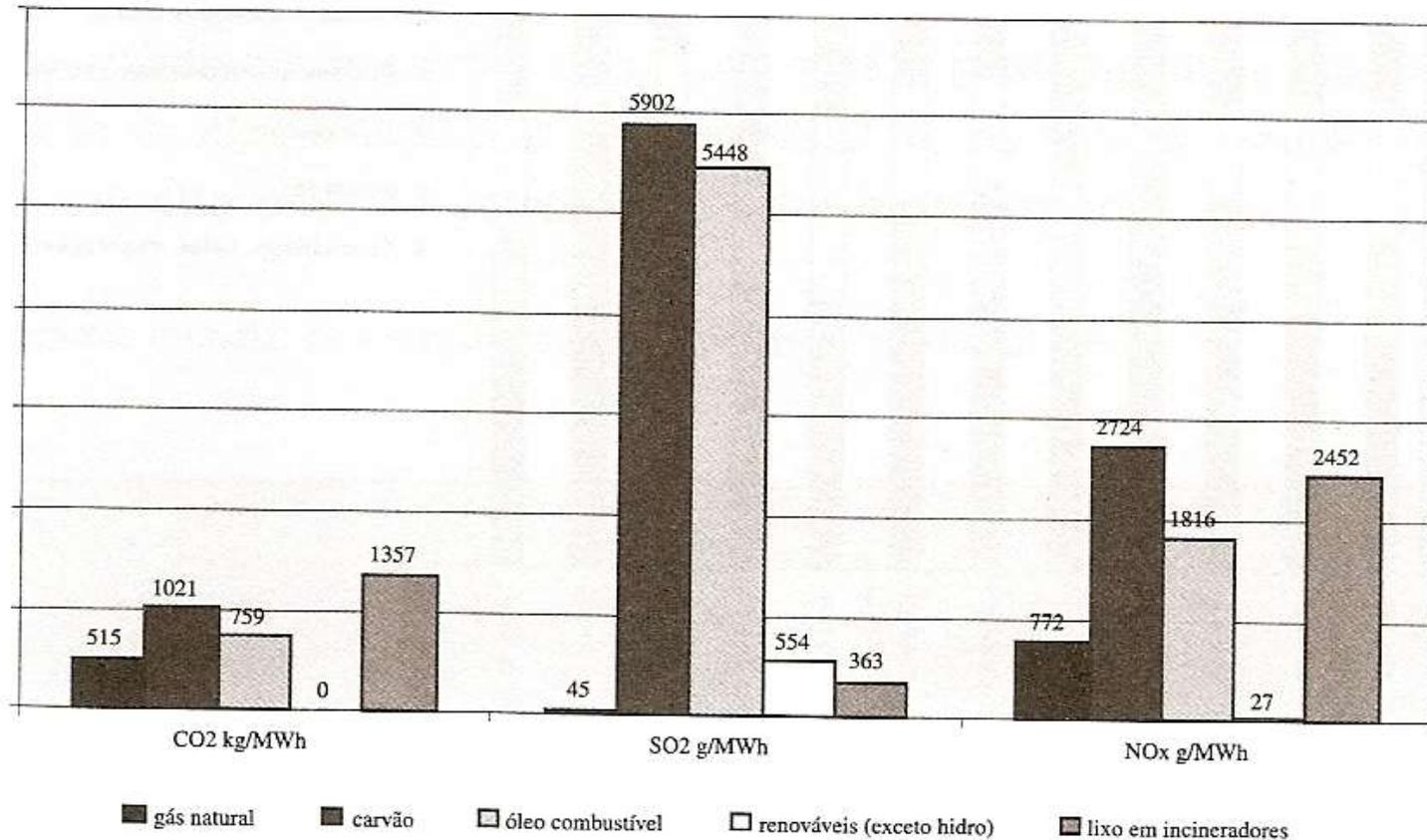
Coal/peat Oil Gas Nuclear Hydro Other

Produção de eletricidade



Emissão de poluentes lançados na atmosfera pela geração de termoelétricas europeias.

Produção de eletricidade



Emissão de poluentes lançados na atmosfera pela geração de termoelétricas dos EUA.

Fontes Fósseis

- O carvão e o óleo combustível são as fontes primárias de energia mais poluentes produzindo particulados, CO_2 , CH_4 , outros HCs e SO_x e O_3 ;
- O gás natural emite CO_2 , CH_4 , outros HCs e NO_x .

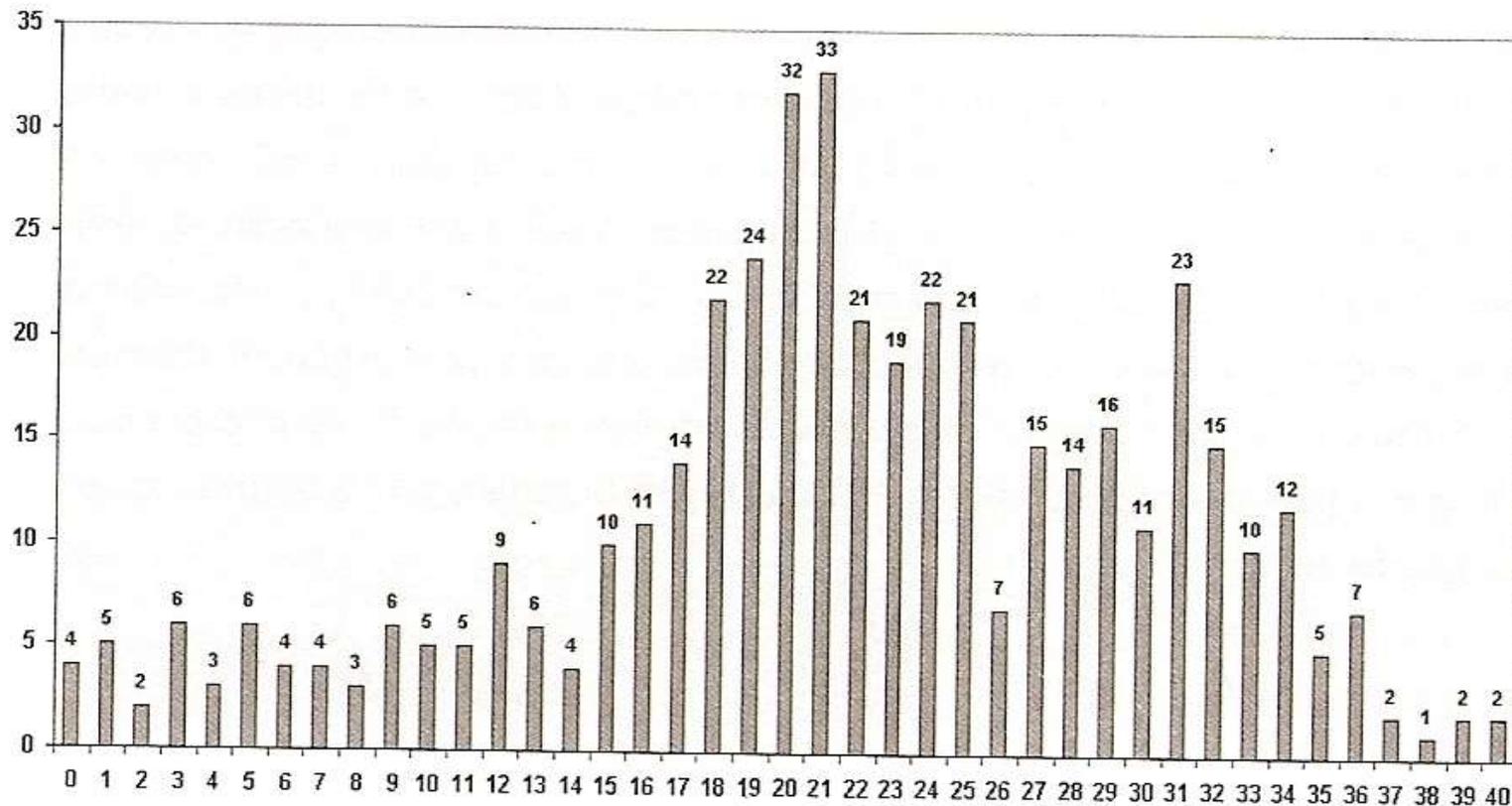
Fontes Renováveis

<i>Fonte de energia</i>	<i>Causa do impacto</i>	<i>Impacto ambiental</i>
Todas	uso de combustíveis fósseis durante o ciclo de vida	poluição, aquecimento global
Biomassa moderna	monocultura, uso de pesticidas desmatamento e queimadas uso excessivo de água lançamento de efluentes líquidos	perda de biodiversidade poluição atmosférica, perda de biodiversidade falta do recurso para outros fins mortandade de peixes e vida aquática em geral, contaminação de aquíferos freáticos por nitratos e outras substâncias tóxicas
Eólica	uso de fertilizantes ruído dos equipamentos instalação de sistemas funcionamento das pás	eutrofização (algas) nos cursos d'água incômodos poluição estética morte de pássaros
Solar	uso de cobre nos coletores e chumbo nas baterias	acúmulo de resíduos tóxicos no ambiente
Pequenas hidrelétricas	formação de reservatórios	interferências na fauna e flora local, conflitos com turismo

Hidrelétricas

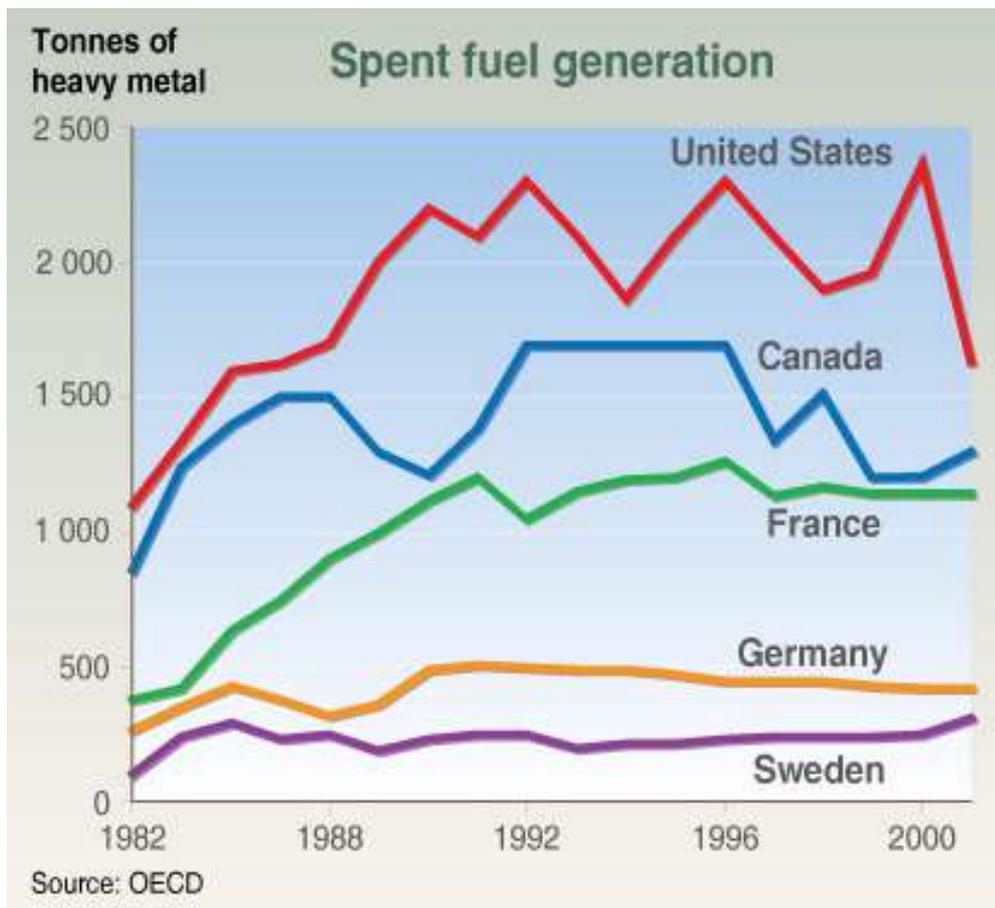
- Inundação de vastas áreas;
- Interferência geral sobre o fluxo dos rios e migração de peixes;
- Realocação das populações;
- Destruição da micro-fauna;
- Proliferação de algas e eutrofização;
- Extinção de espécies endêmicas;
- Perda de patrimônio histórico, arqueológico e turístico;
- Riscos associados ao rompimento de barragens;
- Produção de CH_4 em função da decomposição de matéria orgânica;
- Emissões de CO_2 na construção.

Termelétricas Nucleares



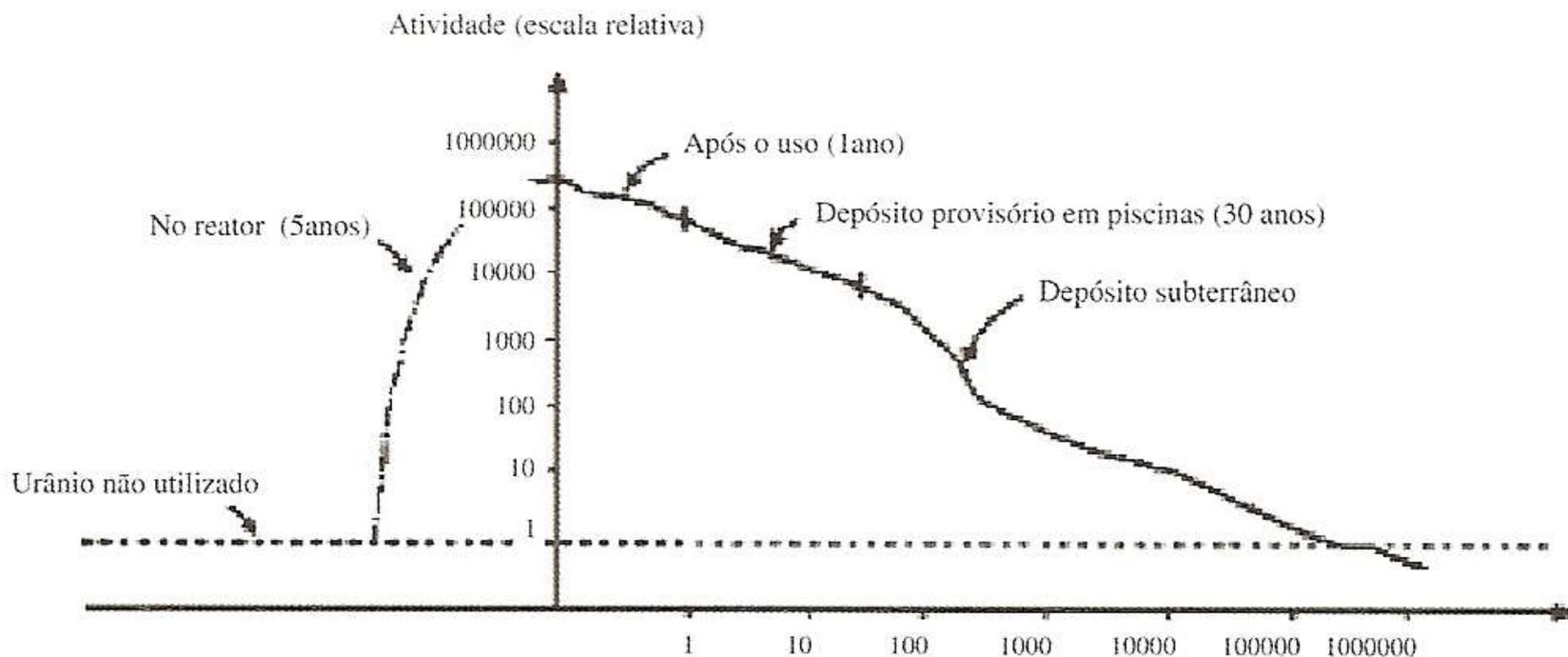
Idade média dos reatores em anos.

Termelétricas Nucleares



Resíduos radioativos gerados em reatores na OCDE.

Termelétricas Nucleares



Radioatividade do combustível nuclear ao longo do tempo (anos).

Termelétricas Nucleares - Desastre de Fukushima Dai-ichi

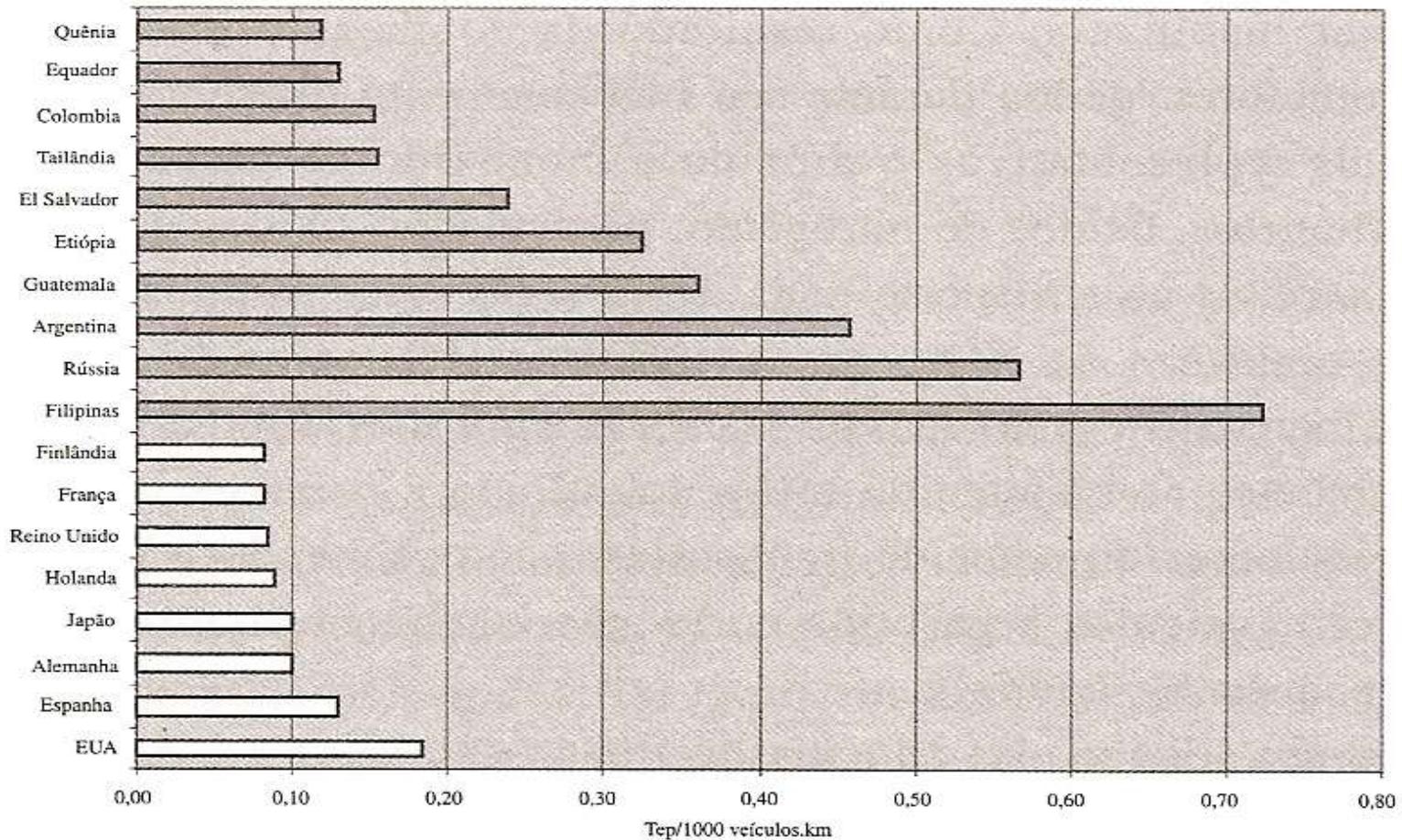


Transportes

- A globalização das economias e a urbanização são fatores que influenciam em muito o setor de transportes;
- Avaliando-se pela participação e pelo consumo, os países em desenvolvimento estão muito aquém dos níveis dos industrializados há mais de trinta anos;
- O nivelamento “por cima” desses padrões é insustentável sob o ponto de vista ambiental;
- O setor de transportes consome mais de 60% de todos os derivados de petróleo produzidos no mundo e cresce de forma mais rápida que os outros setores de consumo final.

Transportes

Intensidade Energética: Energia utilizada/distância percorrida



Transportes

Pode-se atribuir aos transportes:

- 70 % das emissões de CO
- 42 % das emissões de NOx
- 50 % das emissões dos HC
- 80 % das emissões de benzeno
- 50 % das emissões atmosféricas de Pb
- Mais de 20 % das emissões de CO₂ (com níveis muito crescentes)



Indústria

- A indústria consome 27 % de toda energia utilizada no mundo - 23 % nos países desenvolvidos e 31 % nos países em desenvolvimento;
- A indústria de manufatura e construção é a terceira maior fonte de emissões de carbono pela queima de combustíveis, com um total de 4,5 Gt CO₂ em 2003 (18 % das emissões);
- As atividades industriais contribuem indiretamente para uma série de danos ambientais nas fases de extração de recursos (principalmente mineração), estocagem e na geração de substâncias potencialmente perigosas;
- Na indústria de alumínio (eletro intensiva) a produção de 1 Tonelada consome cerca de 16 MWh, 308 m³ de gás natural, 238 kg de óleo pesado, 13 kg de diesel e 186 kg de carvão.

Indústria

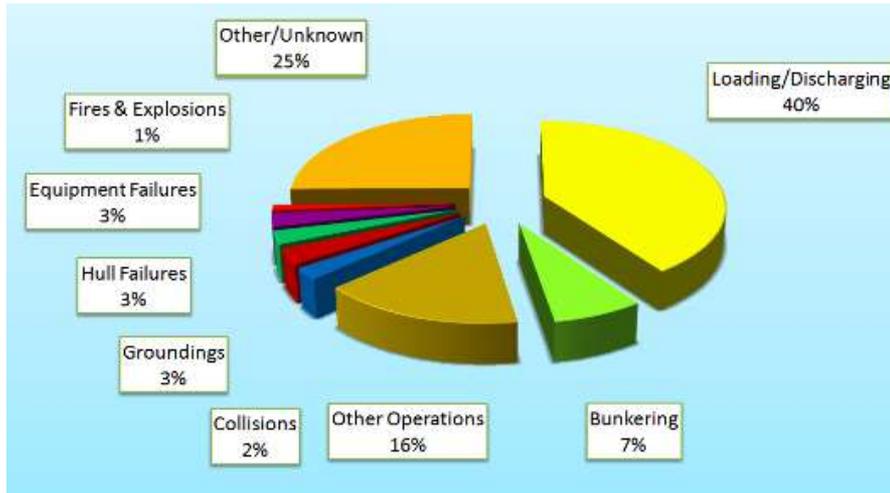
As indústrias emitem:

- Grandes quantidades de SO_x e NO_x
- Grandes quantidades de metais pesados altamente tóxicos:
 - Arsênico
 - Cádmio
 - Mercúrio
 - Chumbo
- Outros particulados
- Quantidades razoáveis de CO e CO_2

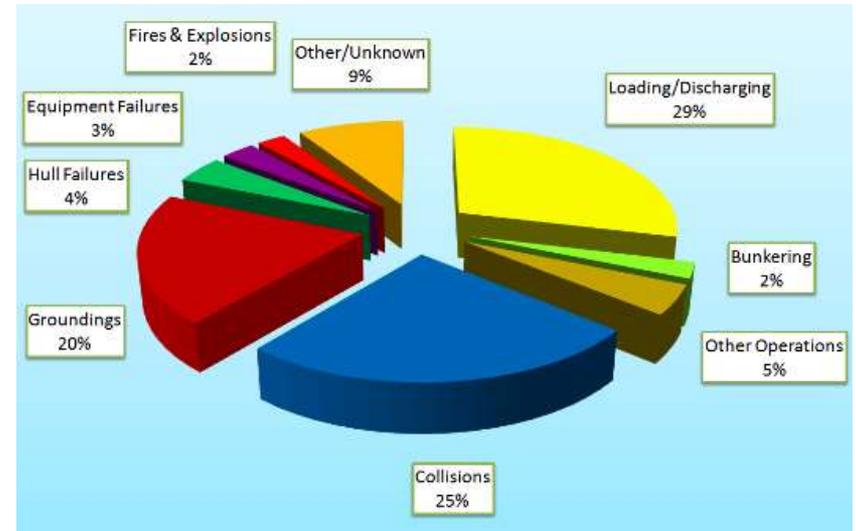
Degradação Costeira e Marinha

Position	Shipname	Year	Location	Spill Size (tonnes)
1	Atlantic Empress	1979	Off Tobago, West Indies	287,000
2	ABT Summer	1991	700 nautical miles off Angola	260,000
3	Castillo de Belver	1983	Off Saldanha Bay, South Africa	252,000
4	Amoco Cadiz	1978	Off Brittany, France	223,000
5	Haven	1991	Genoa, Italy	144,000
6	Odyssey	1988	700 nautical miles off Nova Scotia, Canada	132,000
7	Torrey Canyon	1967	Scilly Isles, UK	119,000
8	Sea Star	1972	Gulf of Oman	115,000
9	Irenes Serenade	1980	Navarino Bay, Greece	100,000
10	Urquiola	1976	La Coruna, Spain	100,000
11	Hawaiian Patriot	1977	300 nautical miles off Honolulu	95,000
12	Independenta	1979	Bosphorus, Turkey	95,000
13	Jakob Maersk	1975	Oporto, Portugal	88,000
14	Braer	1993	Shetland Islands, UK	85,000
15	Khark 5	1989	120 nautical miles off Atlantic coast of Morocco	80,000
16	Aegean Sea	1992	La Coruna, Spain	74,000
17	Sea Empress	1996	Milford Haven, UK	72,000
18	Nova	1985	Off Kharg Island, Gulf of Iran	70,000
19	Katina P	1992	Off Maputo, Mozambique	66,700
20	Prestige	2002	Off Galicia, Spain	63,000
35	Exxon Valdez	1989	Prince William Sound, Alaska, USA	37,000

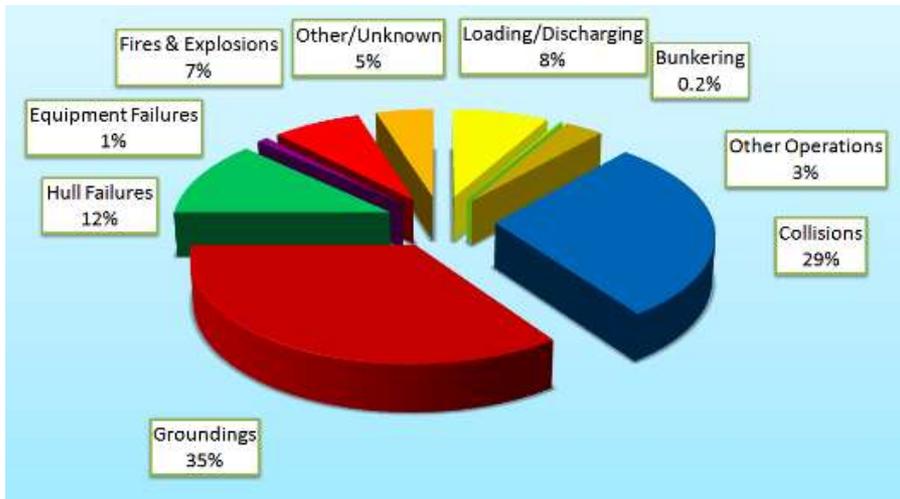
Degradação Costeira e Marinha



< 7 toneladas



7 toneladas <
< 700 toneladas



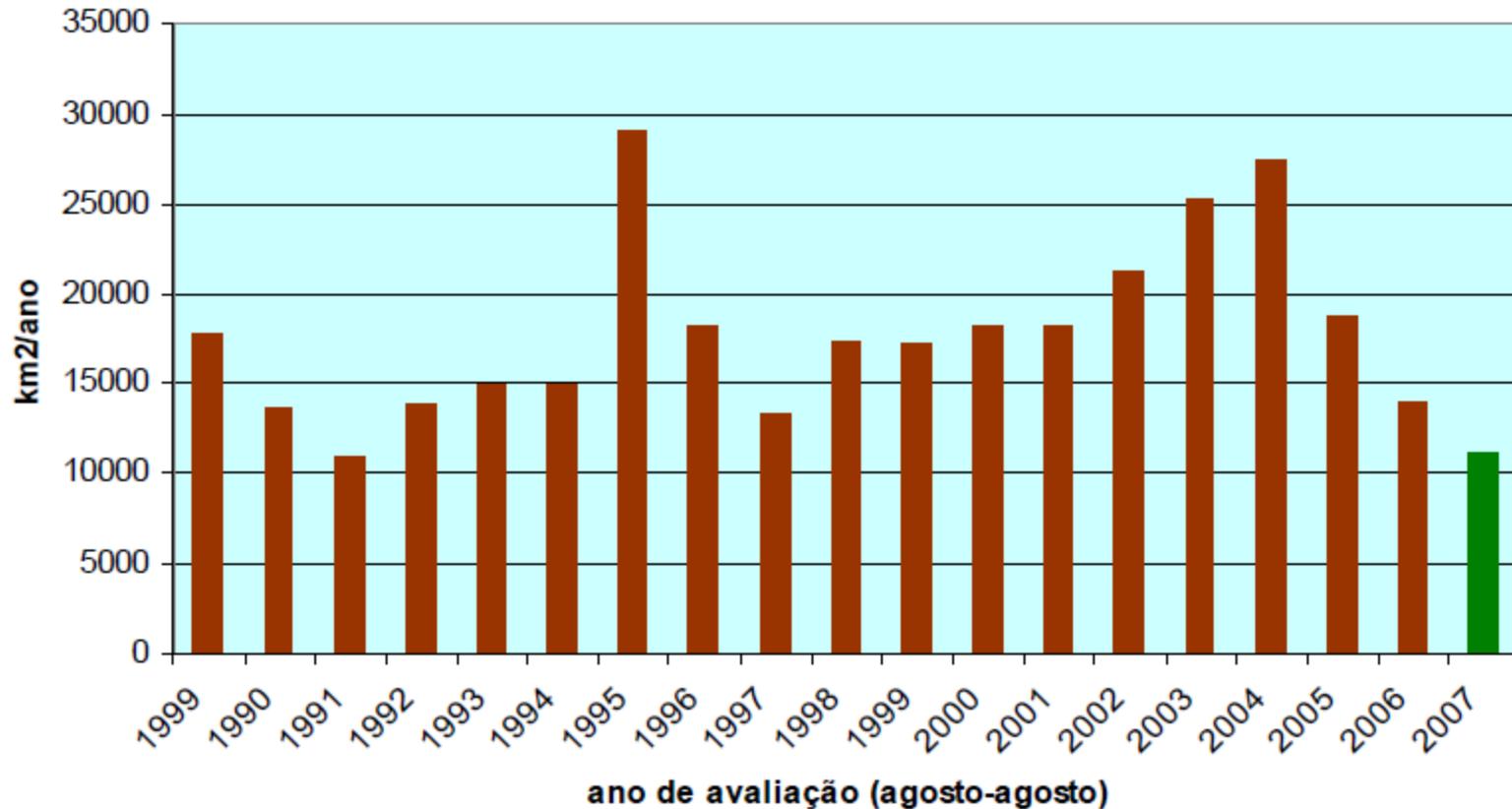
> 700 toneladas

Uso da Terra e Desmatamento

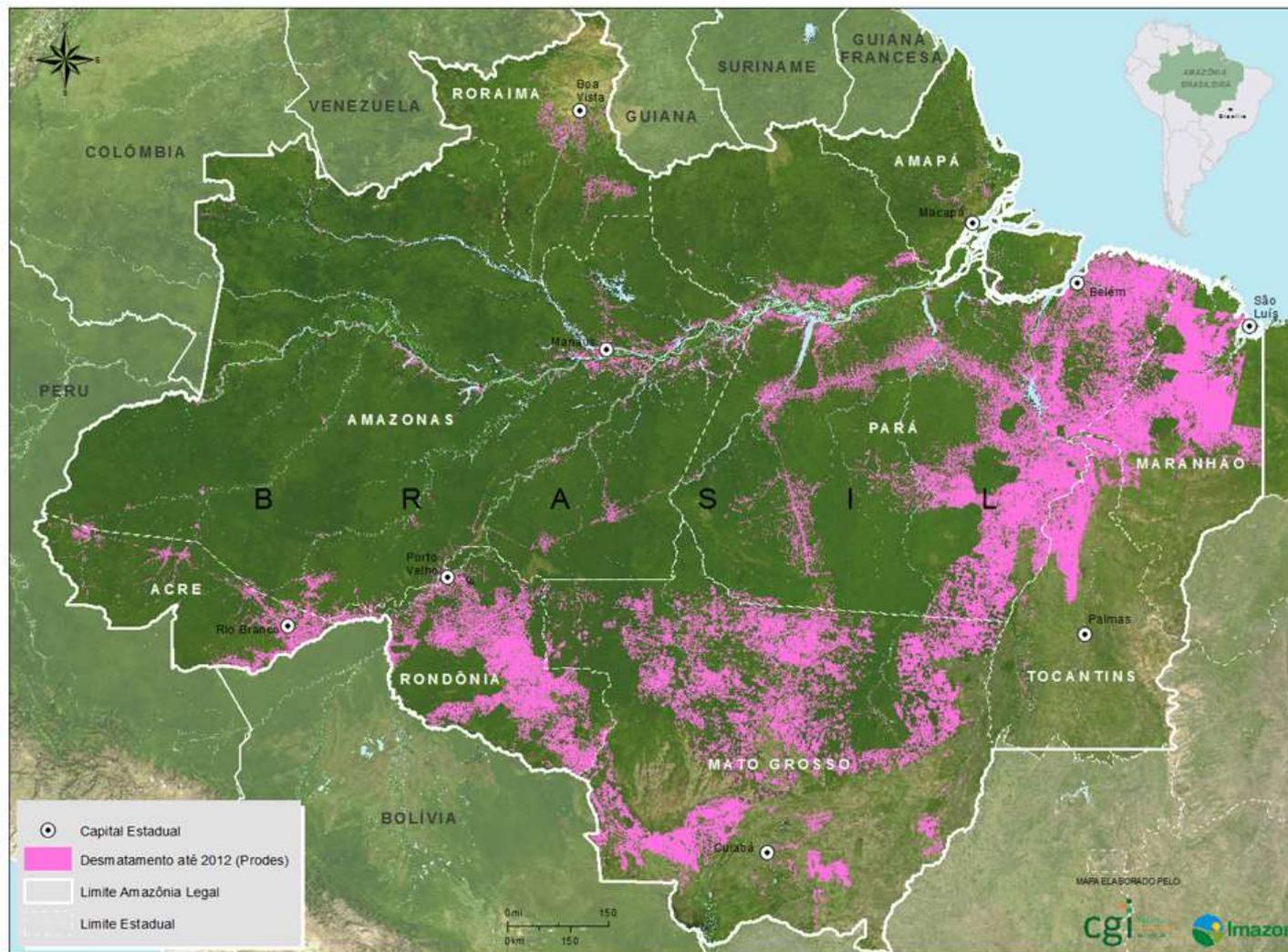
- A produção de carvão vegetal também pode causar a degradação de vastas áreas de floresta. Este é o caso dos estados do Pará e Maranhão, para alimentar a indústria do aço;
- Muitas vezes a indústria consome "resíduos de biomassa" que provêm de serrarias que desmatam, como ocorre ainda em muitas carvoarias e siderúrgicas brasileiras. Outras indústrias que frequentemente utilizam lenha **sem analisar a procedência** são a cerâmica, as fábricas de gesso e a de alimentos;
- Além da desertificação, o desmatamento contribui muito para o aquecimento global pela emissão de CO_2 - cada ha de floresta tropical detém 500 toneladas de CO_2 estocado;
- O desmatamento também é responsável pela perda da biodiversidade e pela perda da água doce que abastece o planeta.

Uso da Terra e Desmatamento

Taxa de desmatamento anual na Amazônia Legal



Desmatamento na Amazônia - até 2012



PEA 2200

Energia, Meio Ambiente e Sustentabilidade

Soluções Técnicas



FONTES DE ENERGIA

Recapitulação

A principal causa dos problemas ambientais decorrentes do uso da energia é

Uso de combustíveis fósseis:

- Na produção de eletricidade
- No setor de transportes
- Na indústria
- Nos edifícios

Na área de energia existem três formas possíveis de solução dos problemas

- **A eficiência energética ou conservação de energia**, ou uma maneira de se obter um bem estar equivalente com menos recursos naturais
- **As energias renováveis**, que preservam os combustíveis fósseis de seu esgotamento
- **Novas descobertas tecnológicas** que consigam atingir utilização em escala comercial

Essas categorias são complementares, pois é possível se desenvolver uma nova tecnologia de obtenção de energia renovável com simultâneos ganhos de eficiência