

Mudanças Climáticas Globais

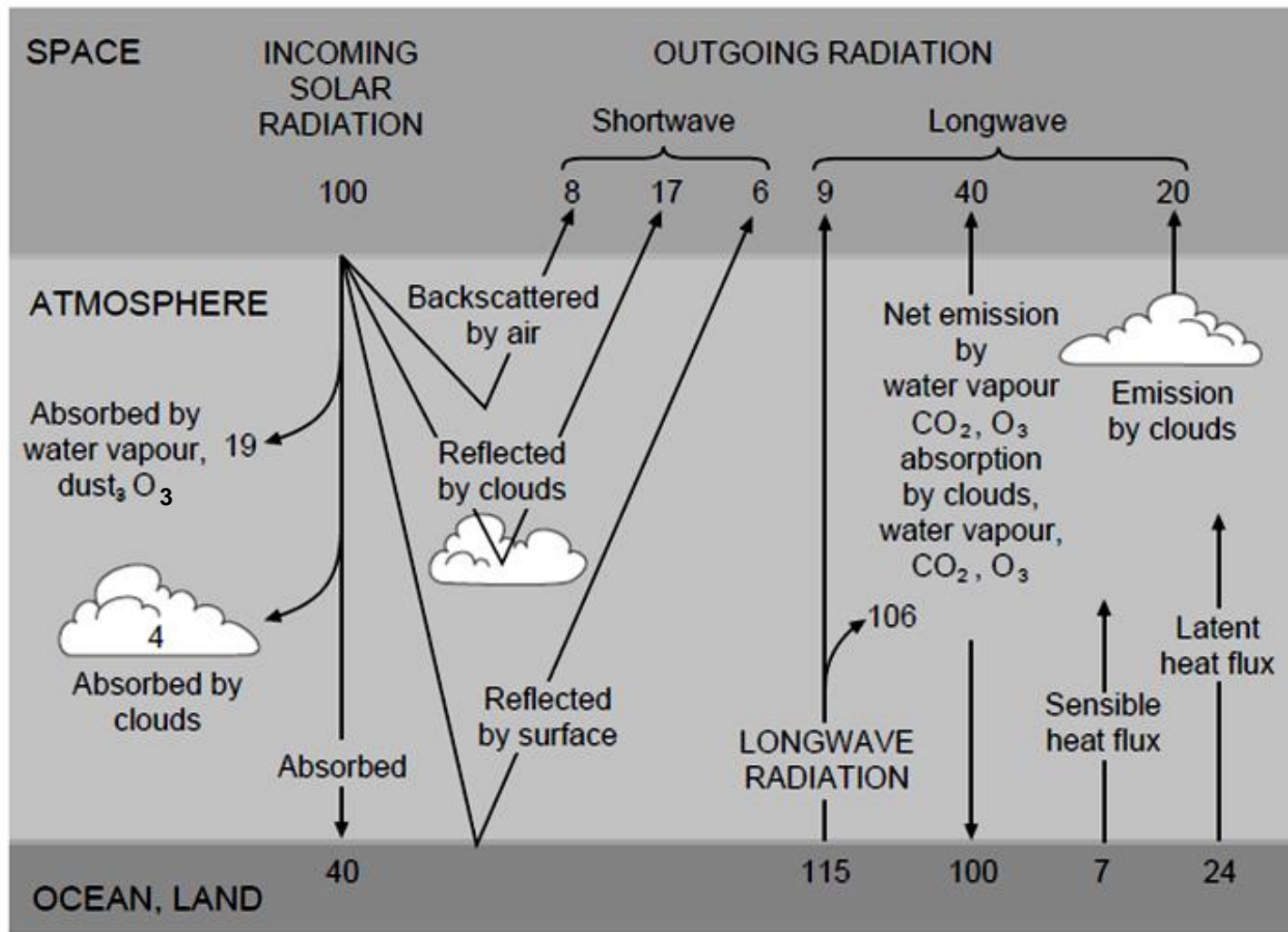
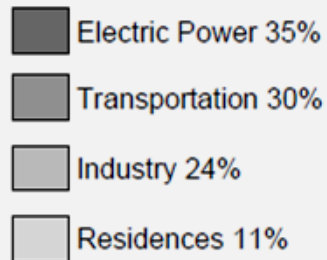
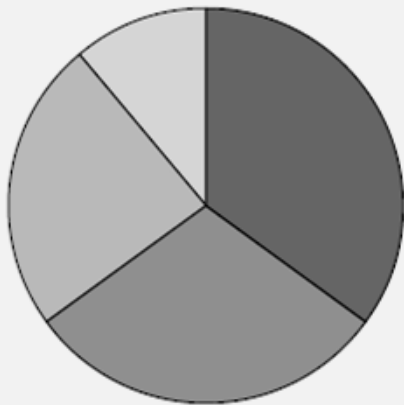
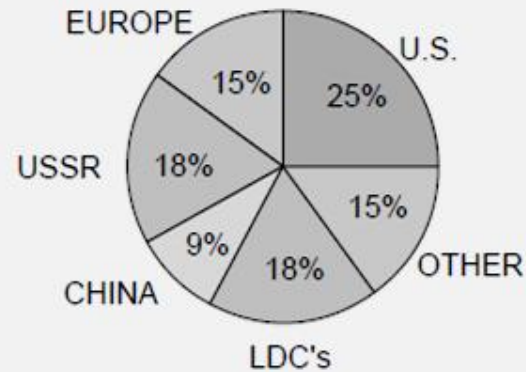


Fig. 7.2 The atmospheric heat balance. The units are percentages of incoming solar radiation. The solar fluxes are shown on the left, and the longwave (thermal infra-red) fluxes are on the right (after MacCracken and Luther, 1985).

Emission of CO₂, from fossil fuels, by source

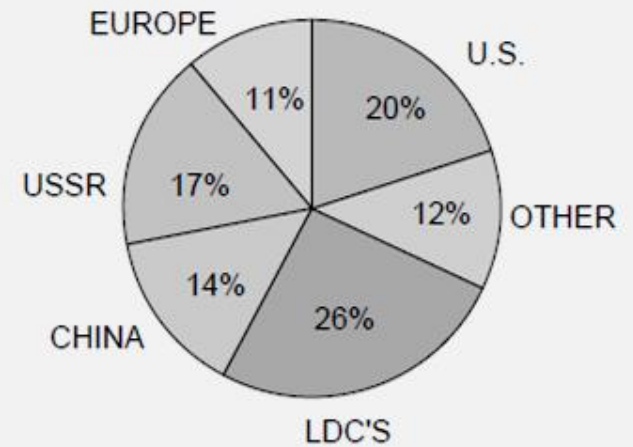


5.0 G TONS



1986

6.8 G TONS



2010

Fig. 7.6 World carbon emissions from fossil fuels.

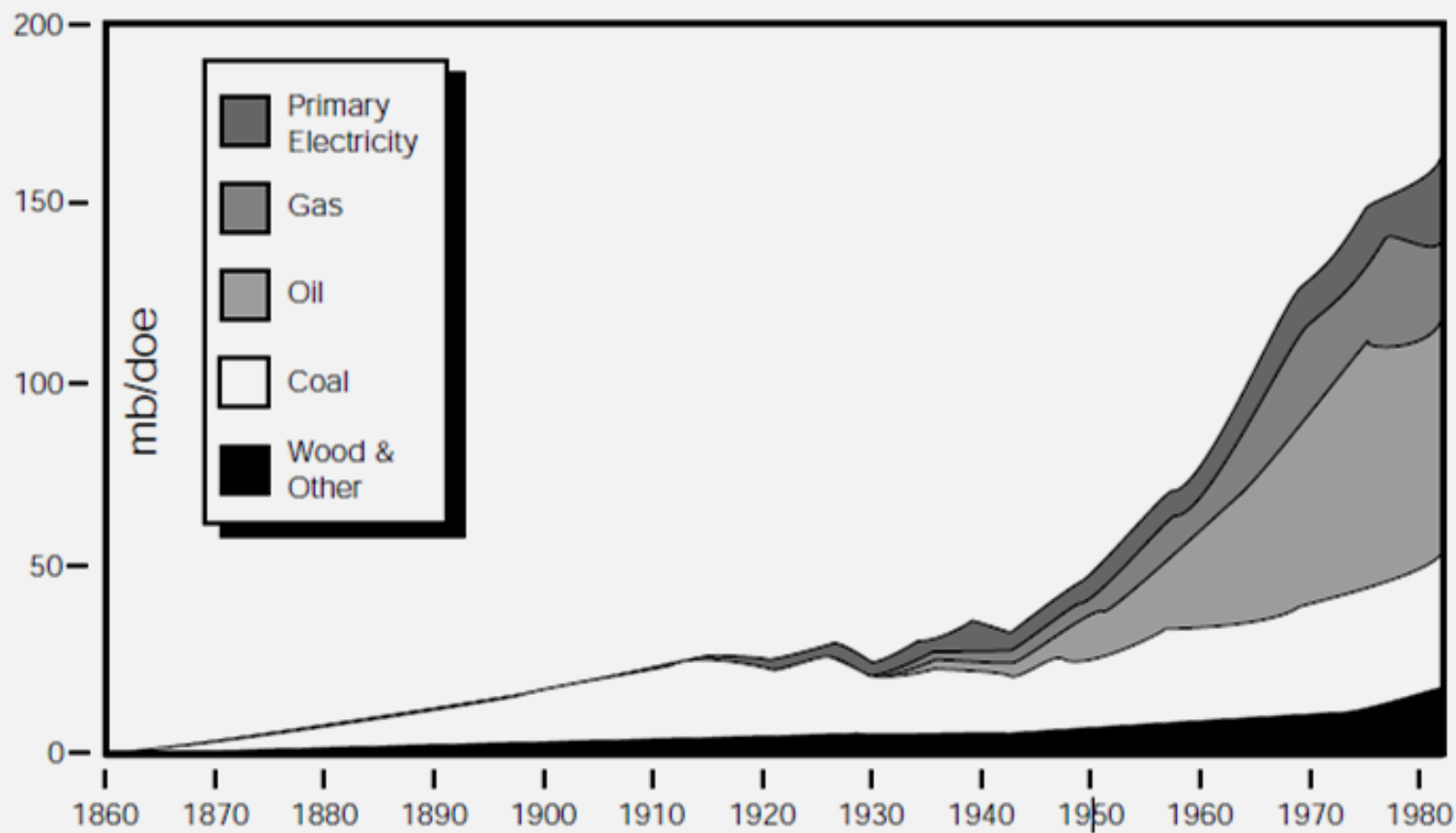


Fig. 7.8 World primary energy consumption 1860 - 1985.

Table 7.1

<i>Per Capita Carbon Dioxide Emissions (Tonnes)*</i>		
	1950	1988
Canada	3.1	4.6
France	1.3	1.6
Italy	0.2	1.7
Japan	0.3	2.2
United Kingdom	2.7	2.7
United States	4.6	5.3
West Germany	1.9	3.0
Czechoslovakia	1.7	4.1
German Dem. Repub.	2.4	5.4
Poland	1.2	3.3
Romania	0.3	2.6
Soviet Union	1.0	3.8
Brazil	0.1	0.4
China	0.04	0.56
India	0.1	0.2
Korea	"zero"	1.3
Mexico	0.3	1.0

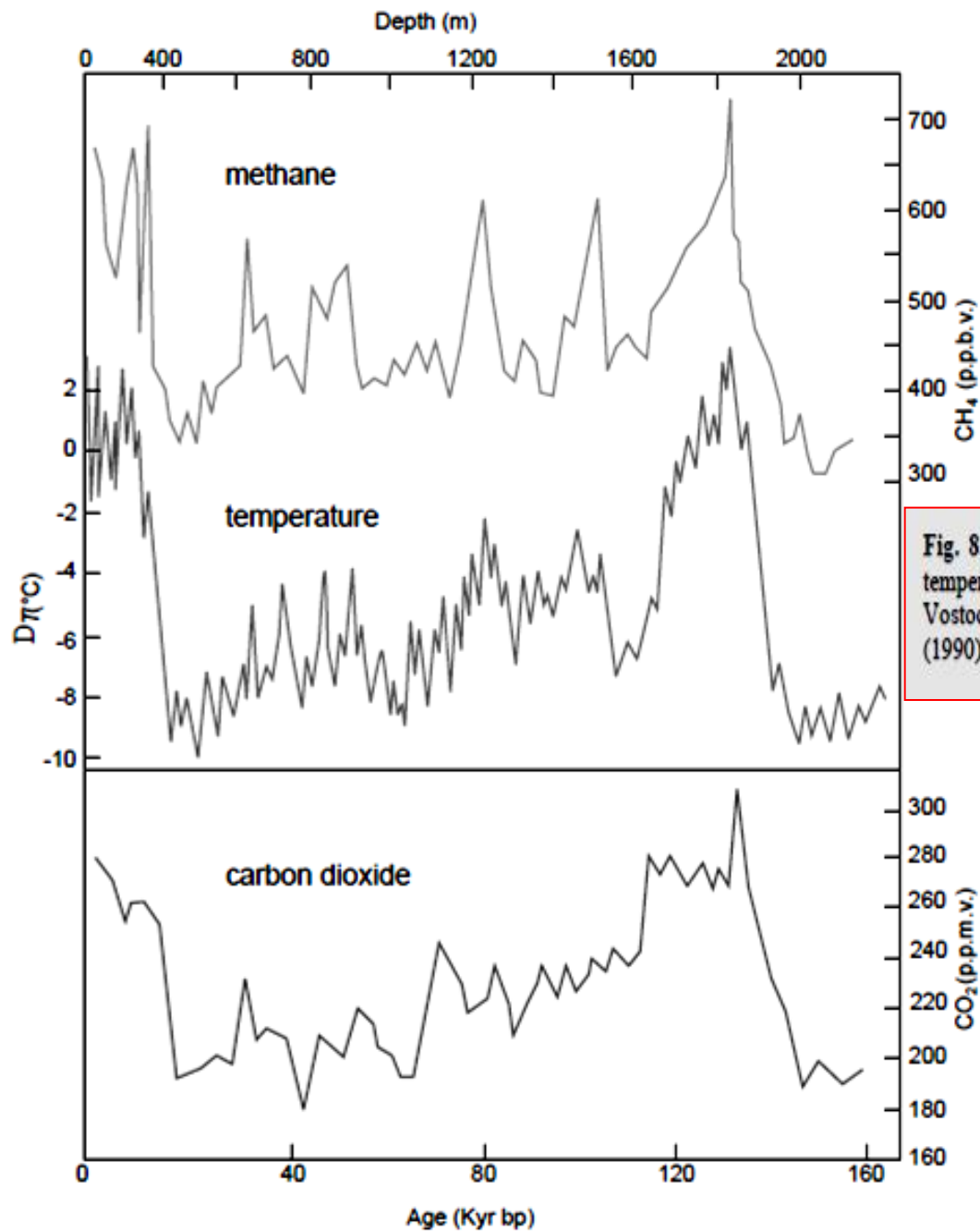


Fig. 8.7 Greenhouse gases and surface temperature. Changes in methane (top), temperature (middle) and carbon dioxide (bottom) over the last 160,000 years. Based on Vostock ice-core records. [After Chappellaz, Barnola, Raynaud, Korotkevich and Lorius (1990)]. An age of (e.g.) 80K yr BP means 80,000 years before the present time.

Table 8.3

Distribution of Carbon dioxide between atmosphere, biosphere and ocean

Atmosphere	1.5%
Oceans	94.5%
Warm surface	1.5%
Deep Ocean	70.0%
Biosphere	4.0%

Table 9.1 The stocks of carbon and rates of formation of carbon as net primary productivity (Saugier *et al.*, 2001)

Biome	NPP (t C ha ⁻¹ year ⁻¹)	Area (million km ²)	Total carbon pool (Pg C)	Total NPP (Pg C year ⁻¹)
Tropical forests	12.5	17.5	553	21.9
Temperate forests	7.7	10.4	292	8.1
Boreal forests	1.9	13.7	395	2.6
Arctic tundra	0.9	5.6	117	0.5
Mediterranean Shrublands	5.0	2.8	88	1.4
Crops	3.1	13.5	15	4.1
Tropical savanna and grasslands	5.4	27.6	326	14.9
Temperate grasslands	3.7	15	182	5.6
Deserts	1.2	27.7	169	3.5
Ice		15.3		
Total		149.3		62.6

Table 2.2 Summary of studies examining whether weed or crops were 'favoured' as a function of elevated [CO₂]*

Crop	Weed	Increasing [CO ₂] favours?	Environment	Reference
A. C₄ crops/C₄ weeds				
Sorghum	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Weed	Field	Ziska (2003b)
B. C₄ crops/C₃ weeds				
Sorghum	<i>Xanthium strumarium</i>	Weed	Glasshouse	Ziska (2001b)
Sorghum	<i>Albutilon theophrasti</i>	Weed	Field	Ziska (2003b)
C. C₃ crops/C₃ weeds				
Soybean	<i>Chenopodium album</i>	Weed	Field	Ziska (2000)
Lucerne	<i>Taraxacum officinale</i>	Weed	Field	Bunce (1995b)
Pasture	<i>Taraxacum and Plantago</i>	Weed	Field	Potvin and Vasseur (1997)
Pasture	<i>Plantago lanceolatae</i>	Weed	Chamber	Newton <i>et al.</i> (1996)
D. C₃ crops/C₄ weeds				
Fescue	<i>Sorghum halapense</i>	Crop	Glasshouse	Carter and Peterson (1983)
Soybean	<i>Sorghum halapense</i>	Crop	Chamber	Patterson <i>et al.</i> (1984)
Rice	<i>Echinochloa glabrescens</i>	Crop	Glasshouse	Alberto <i>et al.</i> (1996)
Pasture	<i>Paspalum dilatatum</i>	Crop	Chamber	Newton <i>et al.</i> (1996)
Lucerne	Various grasses	Crop	Field	Bunce (1993)
Soybean	<i>Amaranthus retroflexus</i>	Crop	Field	Ziska (2000)

*'Favoured' indicates whether elevated [CO₂] produced significantly more crop or weed biomass. 'Pasture' refers to a mix of C₃ grass species.

RENEWABLE RESOURCES

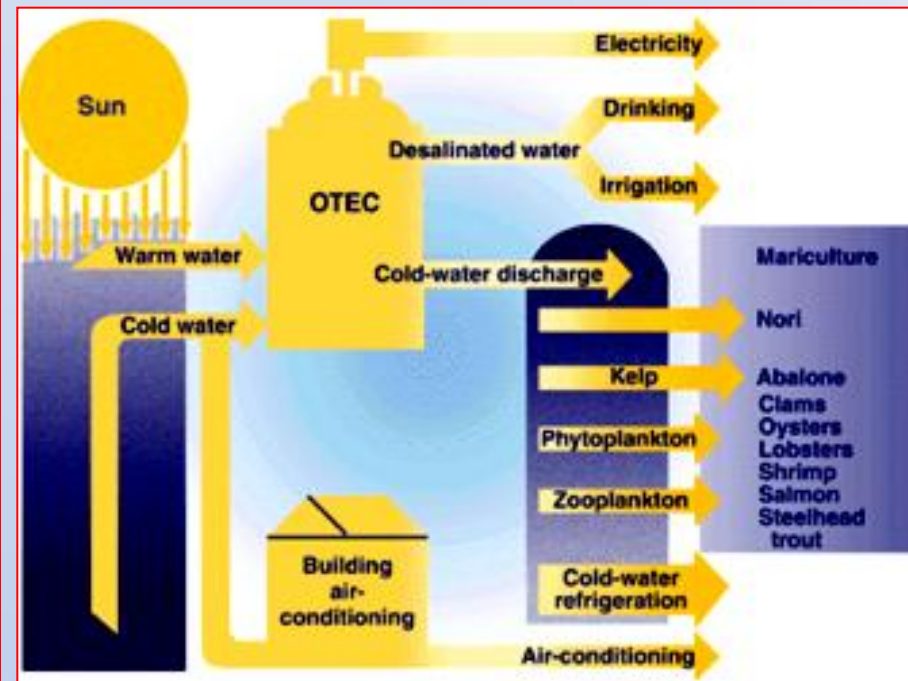
9.7 Looking at Alternatives

There are also other ways:-

Table 9.1
Renewable Resources

Solar	Geothermal
Photovoltaics	Hydrothermal
Active Solar	Electricity
Passive Solar	Direct Heat
Solar Thermal	Binary Cycle
	Hot Dry Rock
Biomass	Geopressed
Direct Combustion	Magma
Biogas	
Ethanol	Ocean
Gasification	Tidal
Liquefaction	Wave
	OTEC (p. 237)

From Renewable Sources of Energy OECD



Ocean thermal energy conversion (OTEC)



Spain's Gemasolar Array

Table 9.2

WIND ENERGY PRODUCED IN 1985 BY LOCATION

CALIFORNIA INVESTOR OWNED UTILITIES ¹	
- Pacific Gas & Electric Co.	50.0%
- Southern Californian Edison Co.	38.0%
DENMARK	5.3%
CALIFORNIA DEPT. OF WATER RESOURCE	1.6%
OTHER EUROPEAN COUNTRIES	1.3%
OTHER UNITED STATES LOCATIONS	1.3%
REST OF THE WORLD	2.8%

¹. Interconnected to, but not owned by three utilities.

Source: American Wind Energy Association

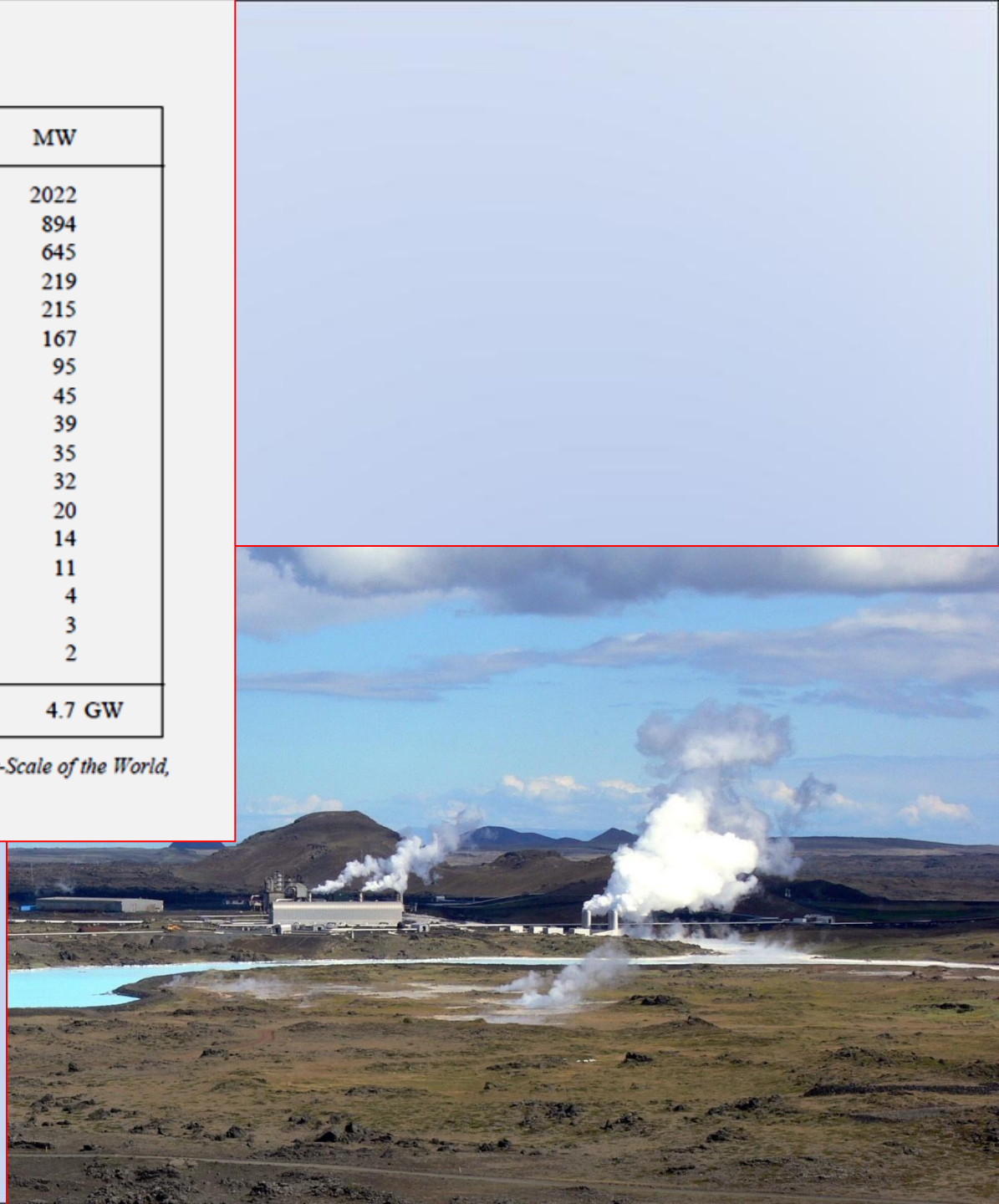
A **energia eólica no Brasil** tem capacidade instalada atual de 12.763 GW distribuídos por 458 parques **eólicos**, o equivalente a 8,4% da potência energética instalada no país, ocupando a 8ª posição no ranking mundial em 2017.



Table 9.3
Hydrothermal Electric Power Plants

Country	No. Units	MW
United States	56	2022
Philippines	21	894
Mexico	16	645
Italy	43	219
Japan	9	215
New Zealand	10	167
El Salvador	3	95
Kenya	3	45
Iceland	5	39
Nicaragua	1	35
Indonesia	3	32
Turkey	2	20
China	12	14
Soviet Union	1	11
France (Guadeloupe)	1	4
Portugal (Azores)	1	3
Greece (Milos)	1	2
Totals	188	4.7 GW

[Data for 1985 after Ronald DiPippo, *Geothermal Electric Power-Scale of the World*, International Symposium on Geothermal Energy.]



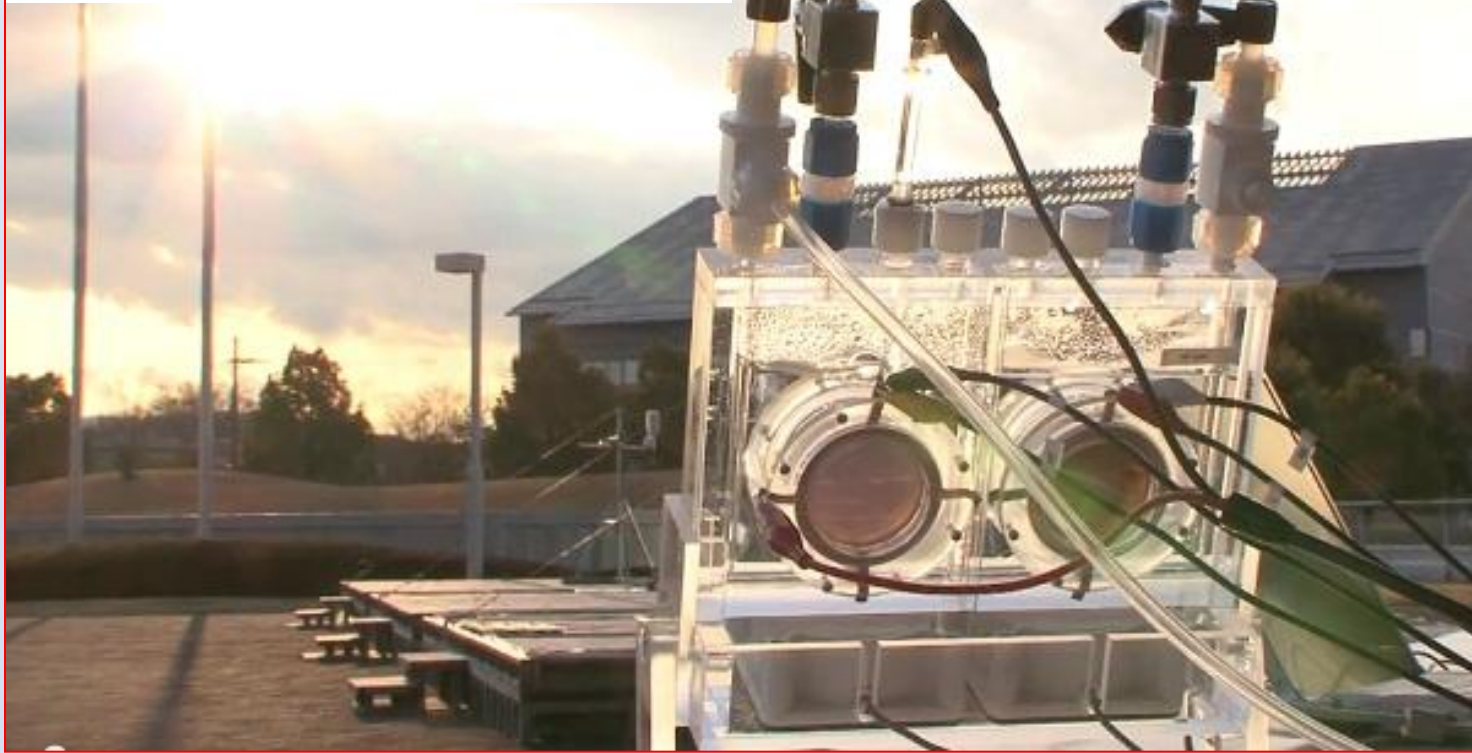
Termoelétricas

(Carvão mineral, Diesel ou Gás Natural)



Manaus, AM

Artificial Photosynthesis System

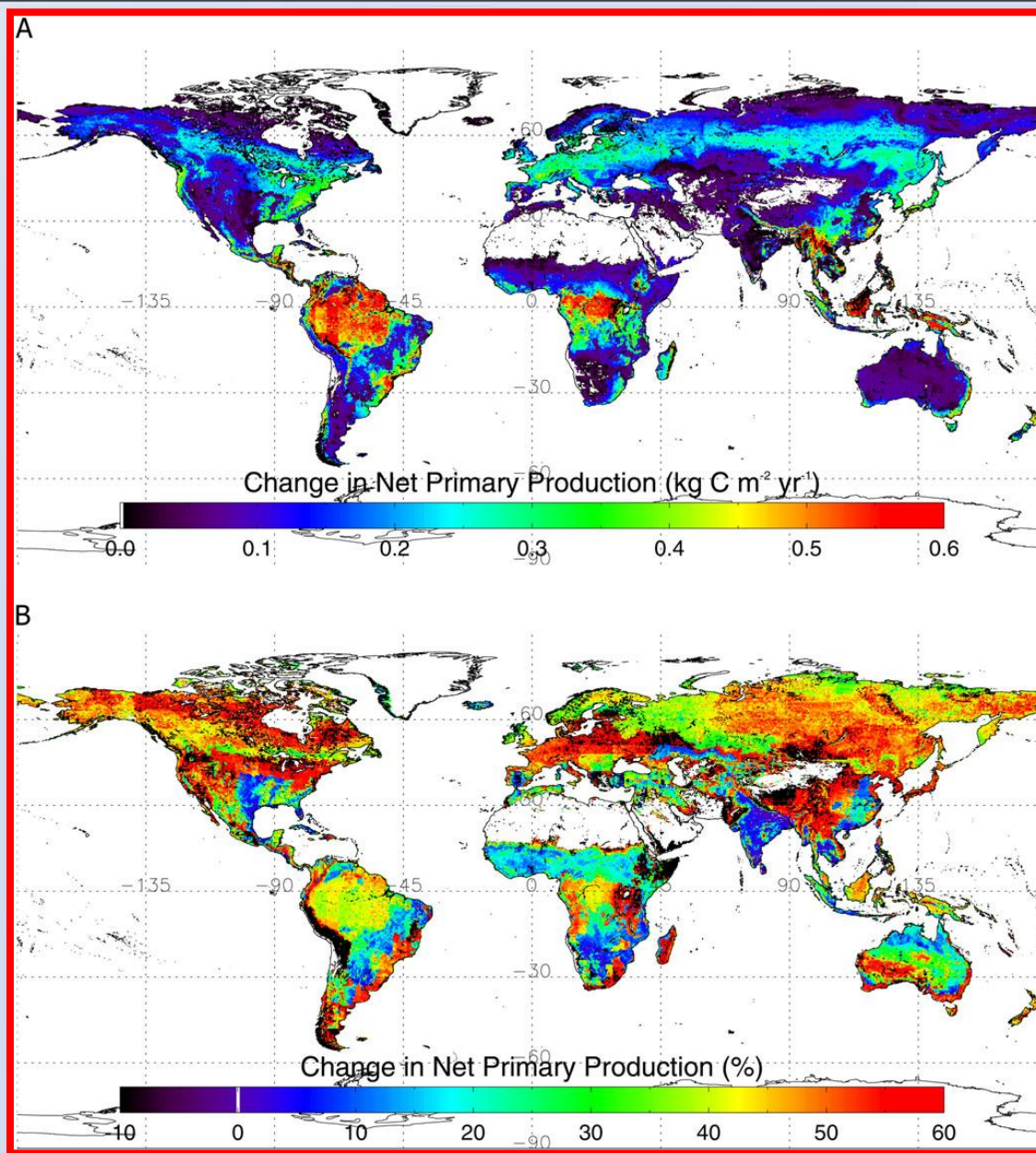


A tecnologia desenvolvida pela Panasonic permite reduzir os níveis de dióxido de carbono da atmosfera através de um sistema de fotossíntese com o mesmo nível de eficiência das plantas.

O nível de eficiência anunciado de 0,2% parece ser um valor muito baixo, mas, segundo a informação da Panasonic, é um valor ao nível de eficiência semelhante ao conseguido pelas plantas.

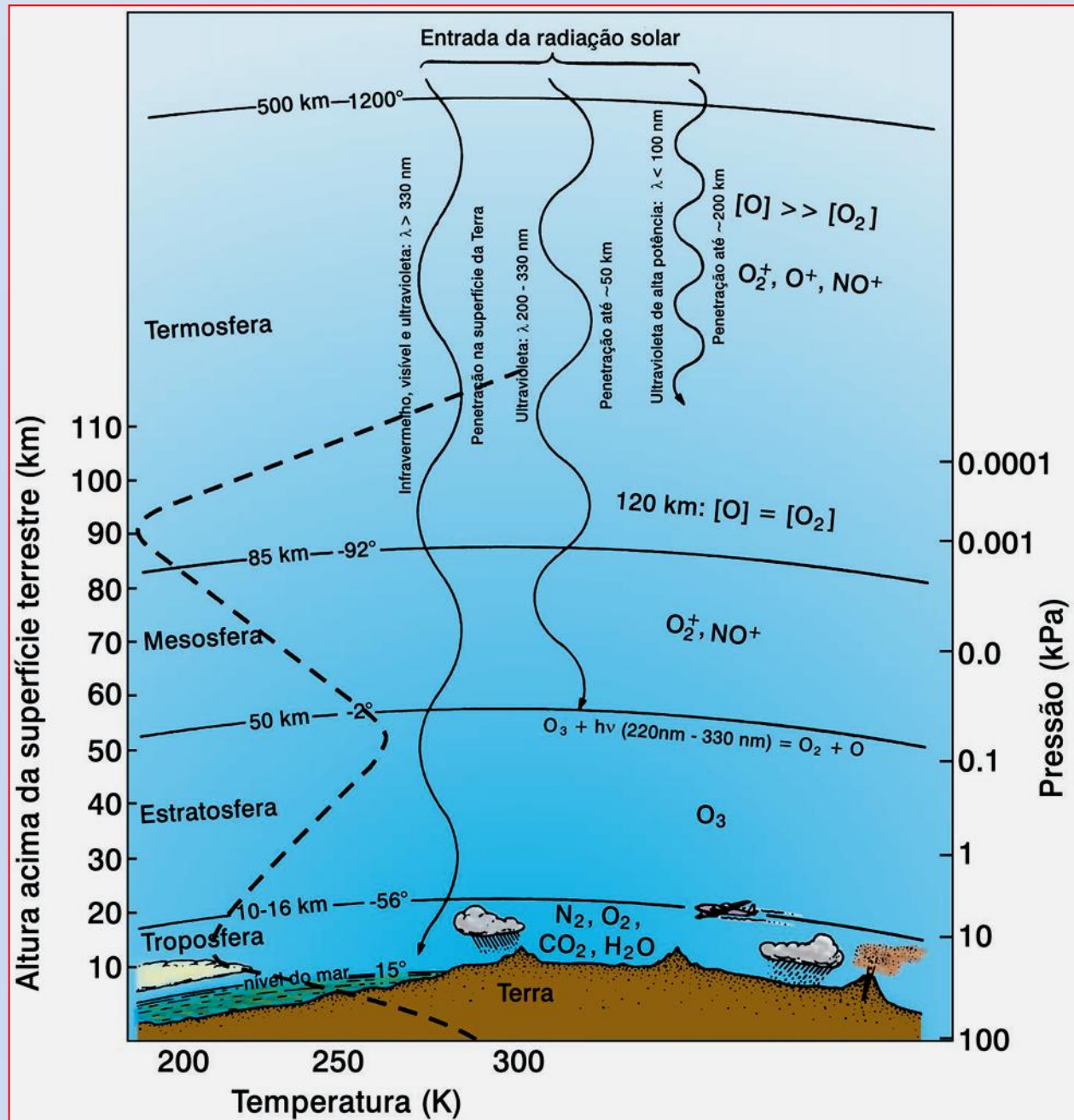
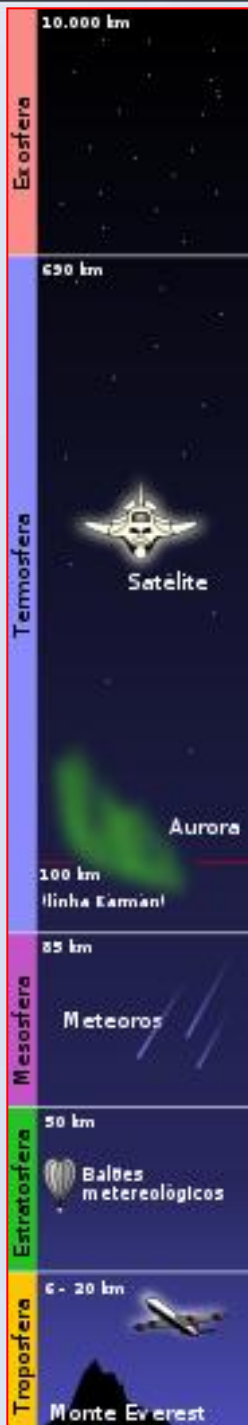
O sistema, batizado de *Artificial Photosynthesis System*, imita as plantas na medida em que produz oxigénio e substâncias orgânicas a partir da água e dióxido de carbono. Por enquanto, o produto orgânico resultante é, sobretudo, ácido fórmico, mas a Panasonic pretende desenvolver a tecnologia de modo a ser aplicada em fábricas para transformar dióxido de carbono em etanol.

(http://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=q2IPQWL3o0U)



Efeitos simulados na **Produtividade Primária Líquida (NPP)** absoluta (A) e relativa (B) das mudanças climáticas prevista sob o cenário de emissões e em resposta ao aumento do CO₂ de 375,7 para 720 ppm, entre os anos de 2001-2010 e de 2091-2100.

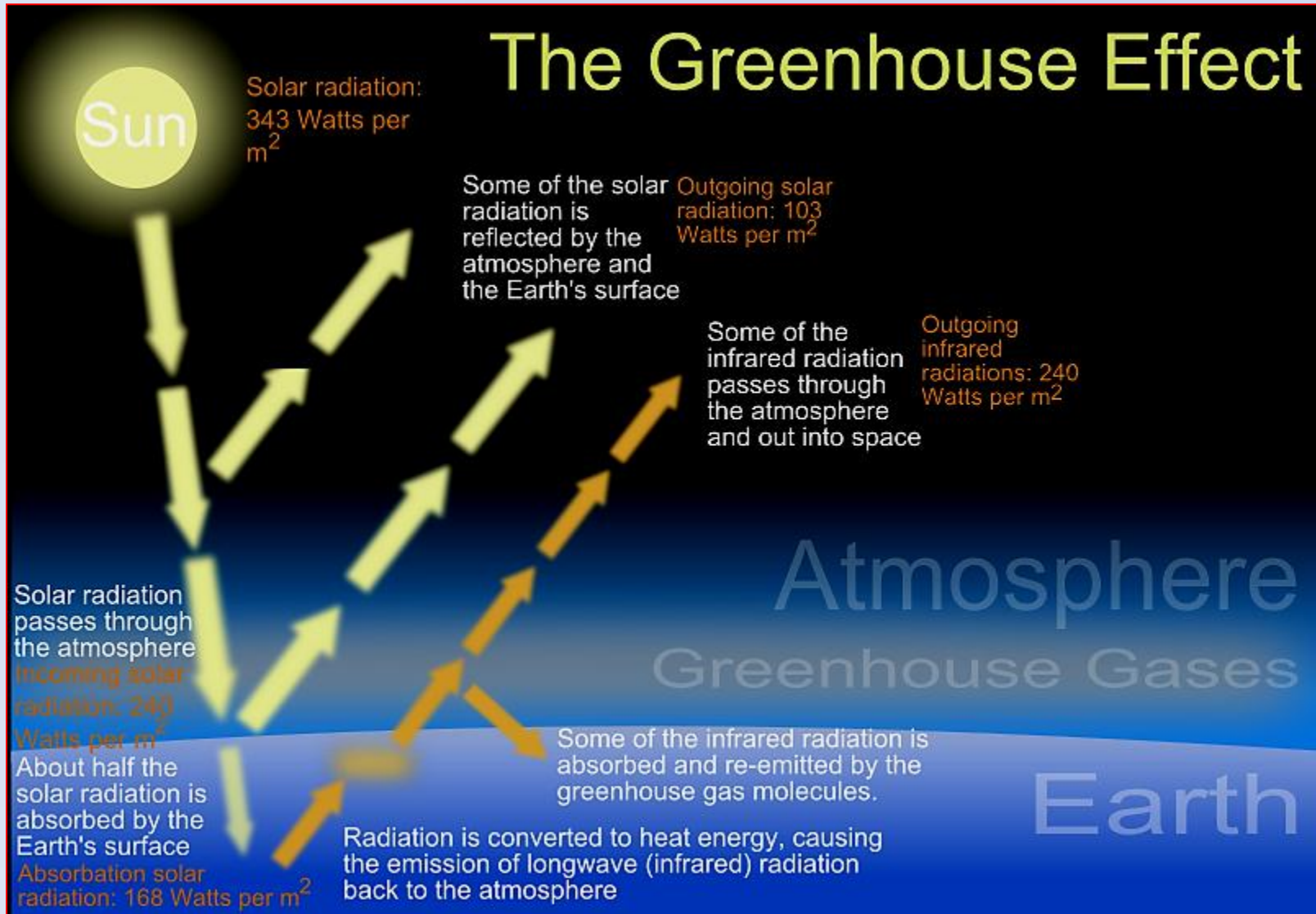
Camadas da Atmosfera Terrestre

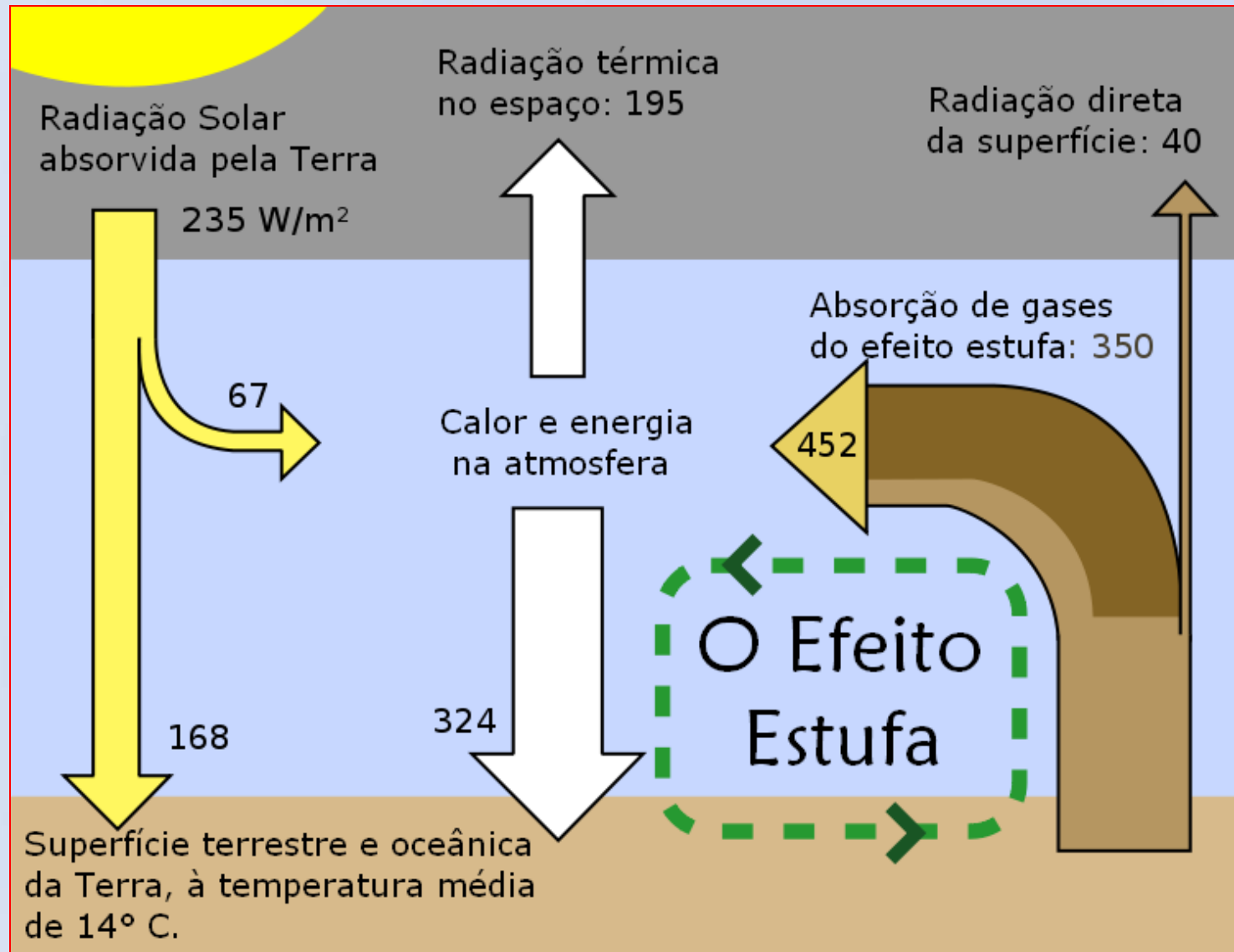


Quadro 02. Alguns constituintes da atmosfera, peso molecular e atômico e importância na sua composição.

CONSTITUINTE	PESO MOLECULAR	PESO ATÔMICO	Volume (%) Atmosfera
Nitrogênio (N ₂)	28,02	14,1	78,08%
Oxigênio (O ₂)	32	16	20,95%
Hélio (He)	8	4	0,0005%
Hidrogênio (H ₂)	2,016	1,08	0,00005%
Ozônio (O ₃)	48	-	0,000004%
Ferro (Fe)	-	55,08	-
Cloro (Cl)	-	35,5	-
Carbono (C)	-	12	-
Fluor (F)	-	19	-
Dióxido de carbono (CO ₂)	44,01	-	0,0360%
Oxido nitroso (N ₂ O)	44,02	-	0,00003%
Metano (CH ₄)	16,032	-	0,00017%
FREON 11 (Cl ₃ FC)	137,51	-	
FREON 12 (Cl ₂ F ₂ C)	121,01	-	
PESO MOLECULAR MÉDIO DA ATMOSFERA =			29,01

O Efeito Estufa: é um processo pelo qual a radiação térmica a partir de uma superfície da Terra é absorvida por gases de efeito estufa na atmosfera, e é re-irradiada em todas as direções.





Emissões de CO₂ per capita

Toneladas de CO₂ anuais per capita:^[156]

Pais

10

Austrália

8.2

Estados Unidos

3.2

Reino Unido

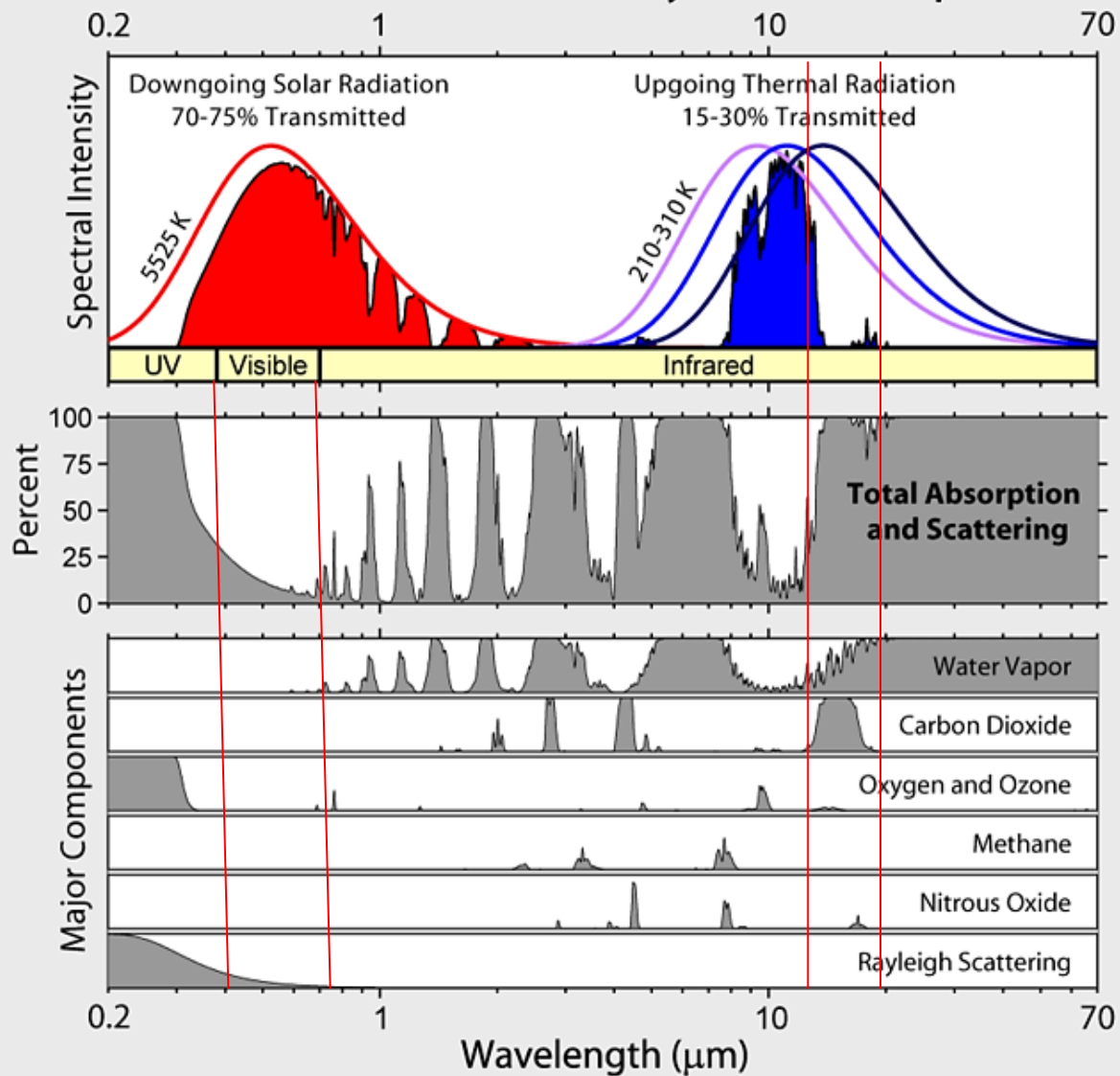
1.8

China

0.5

Índia

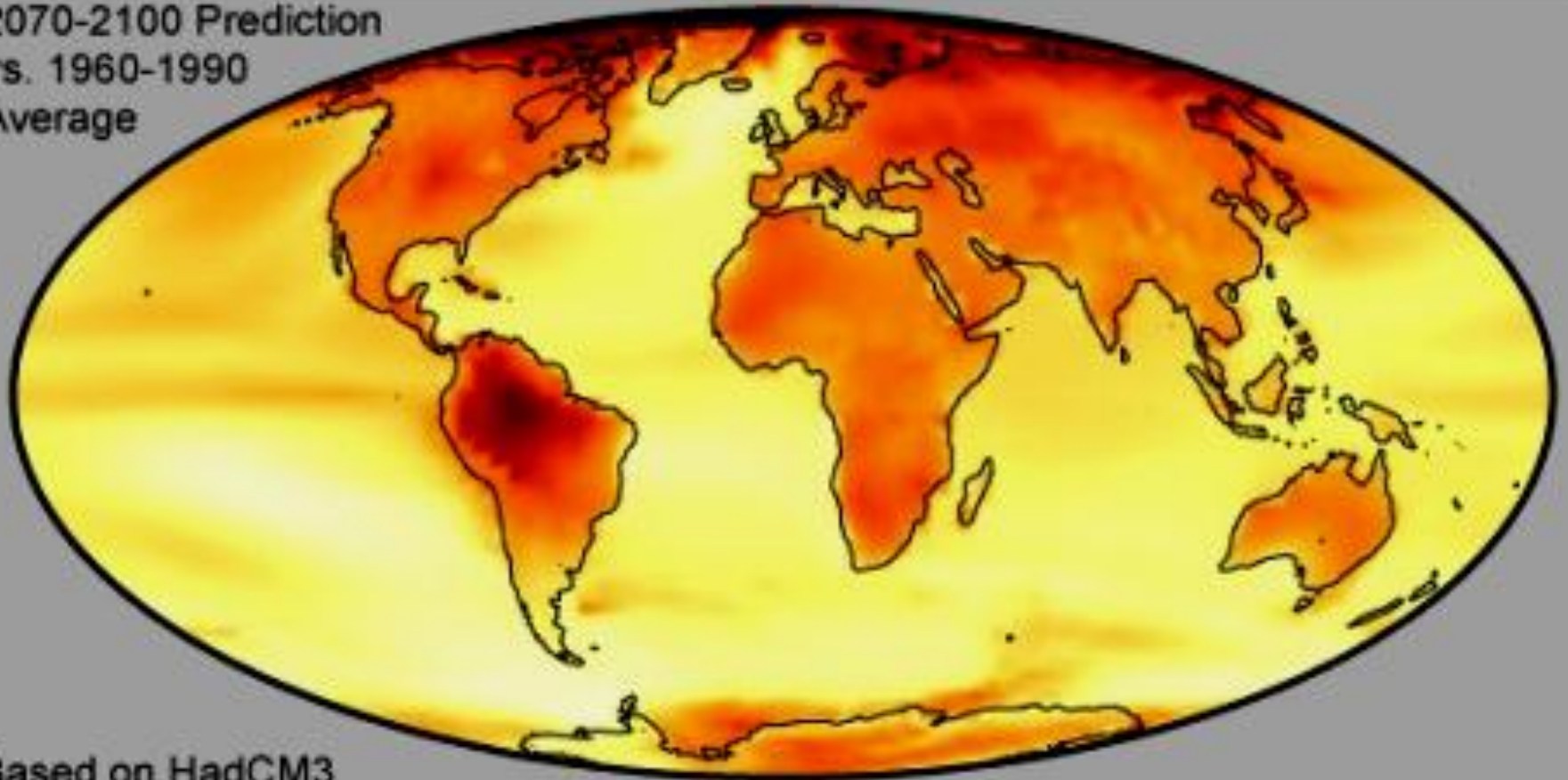
Radiation Transmitted by the Atmosphere



Sem os gases de efeito estufa, a temperatura média da superfície da Terra seria $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$!

Absorção e espalhamento atmosféricos em diferentes comprimentos de ondas eletromagnéticas. A maior banda de absorção do dióxido de carbono é no infravermelho.

2070-2100 Prediction
vs. 1960-1990
Average

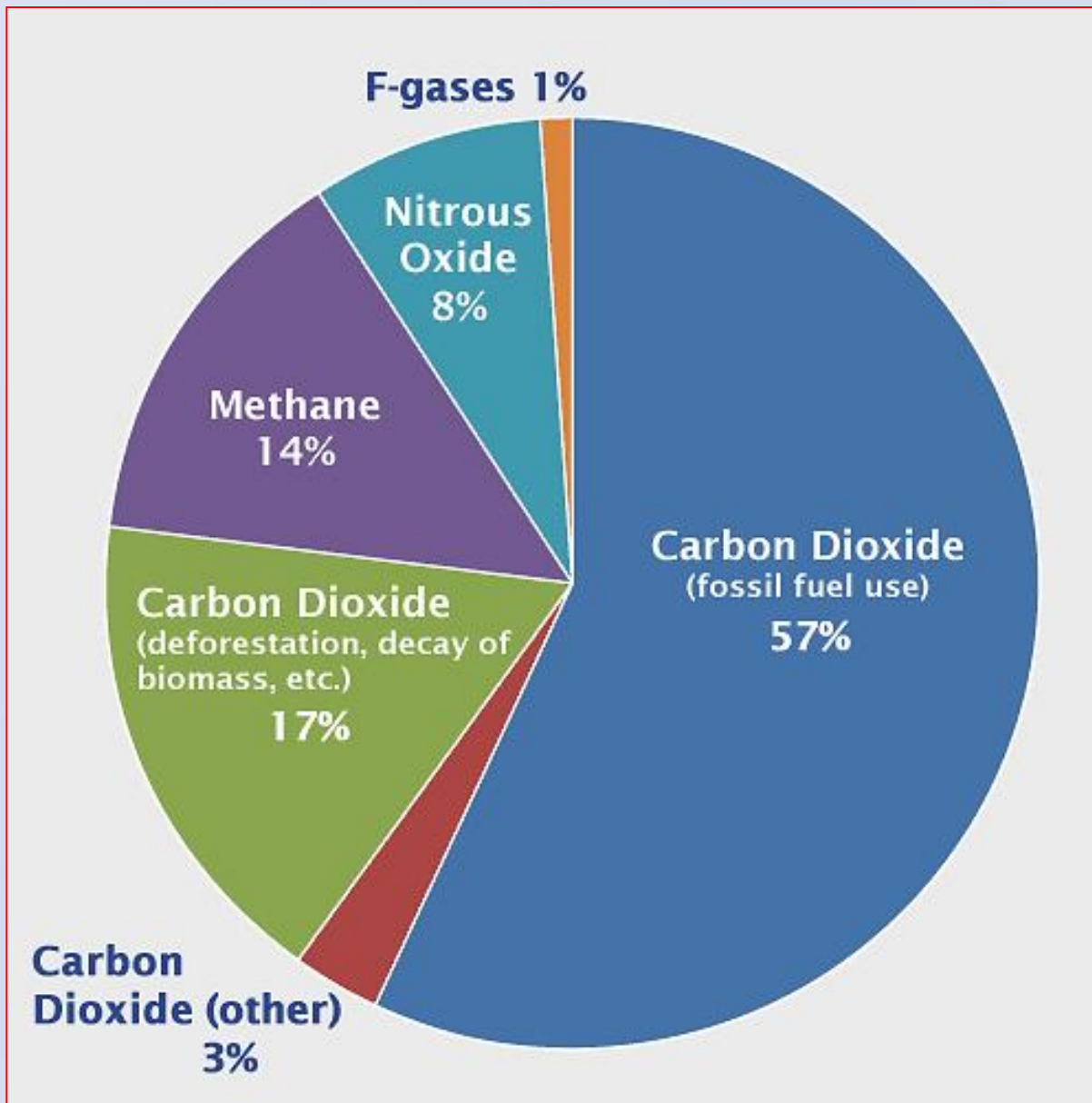


Based on HadCM3



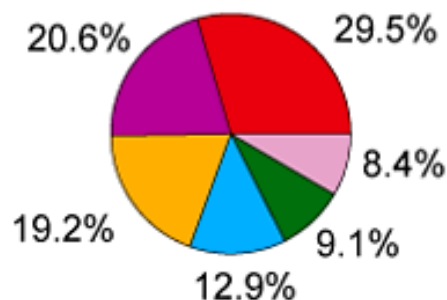
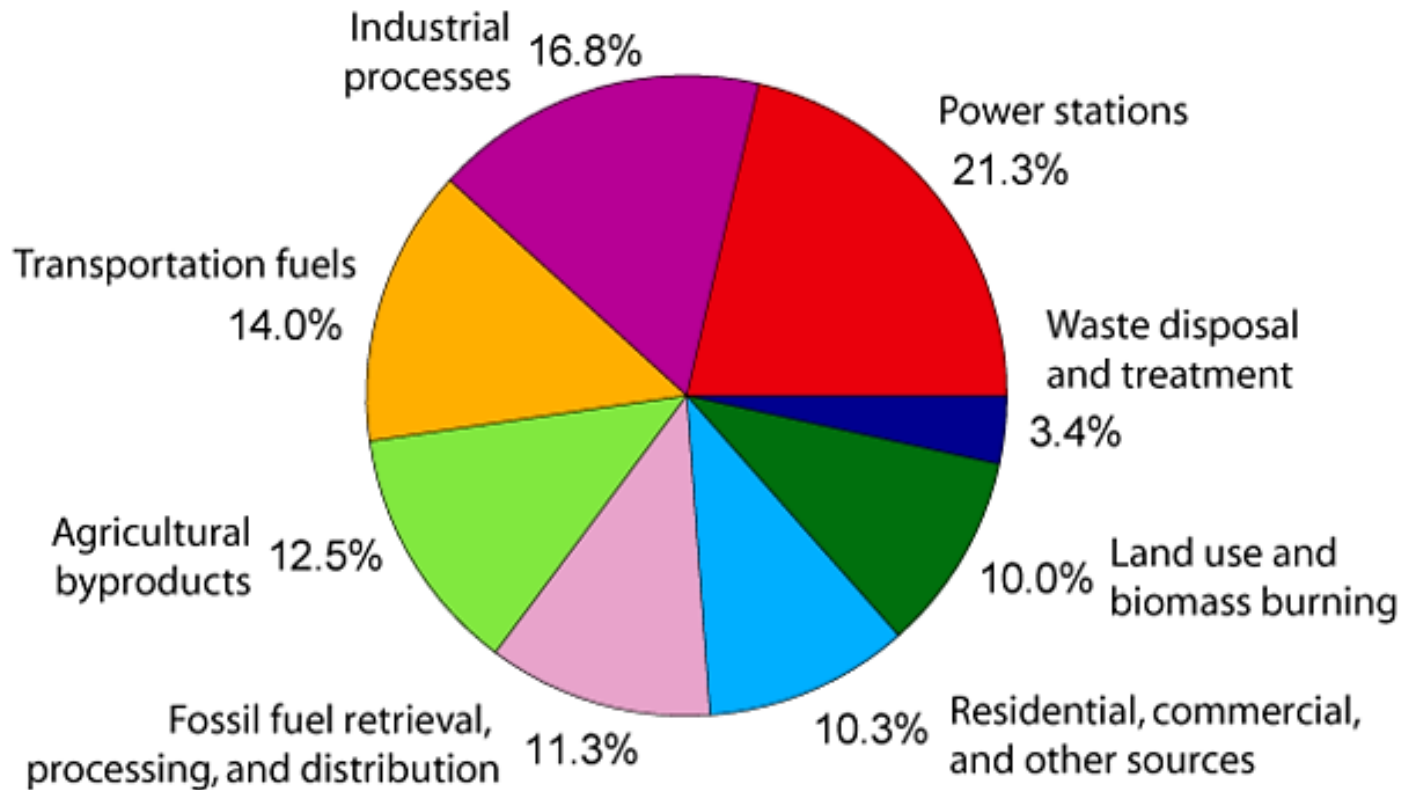
0 1 2 3 4 5 6 7 8

Temperature Increase (°C)

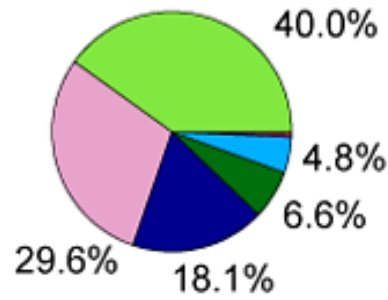


Gases de Efeito Estufa mais Importantes:

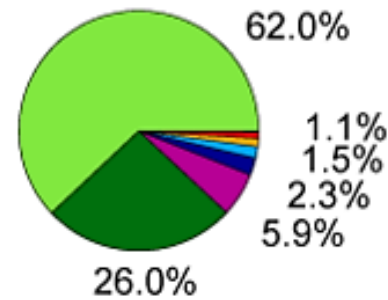
Annual Greenhouse Gas Emissions by Sector



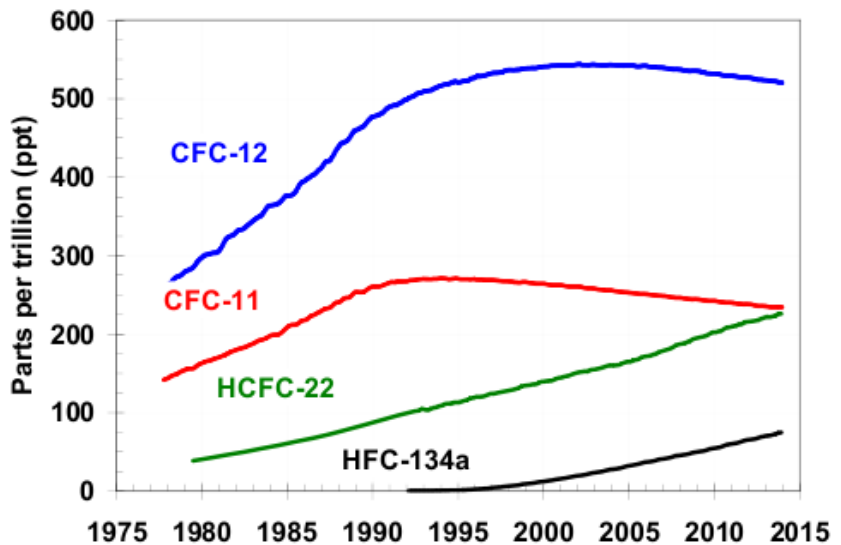
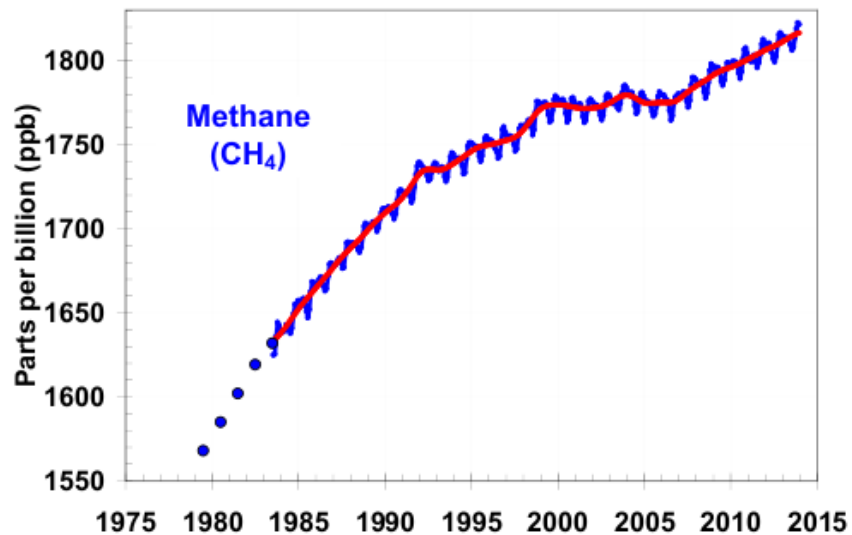
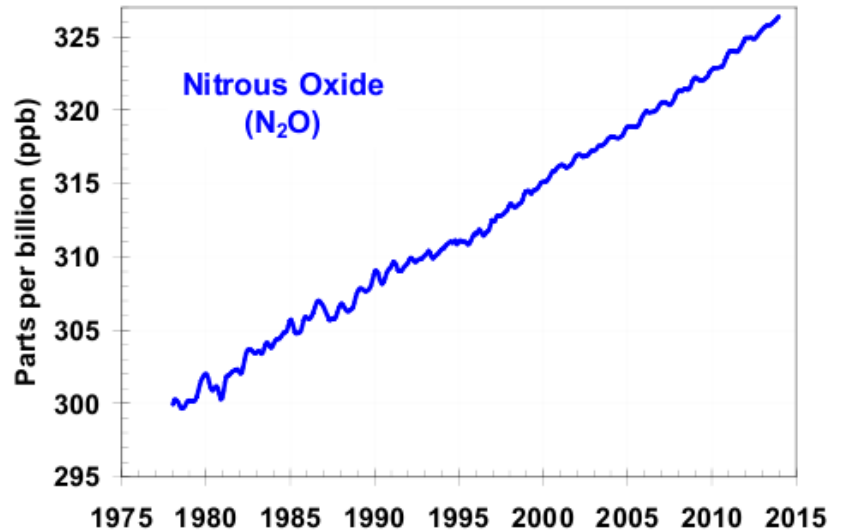
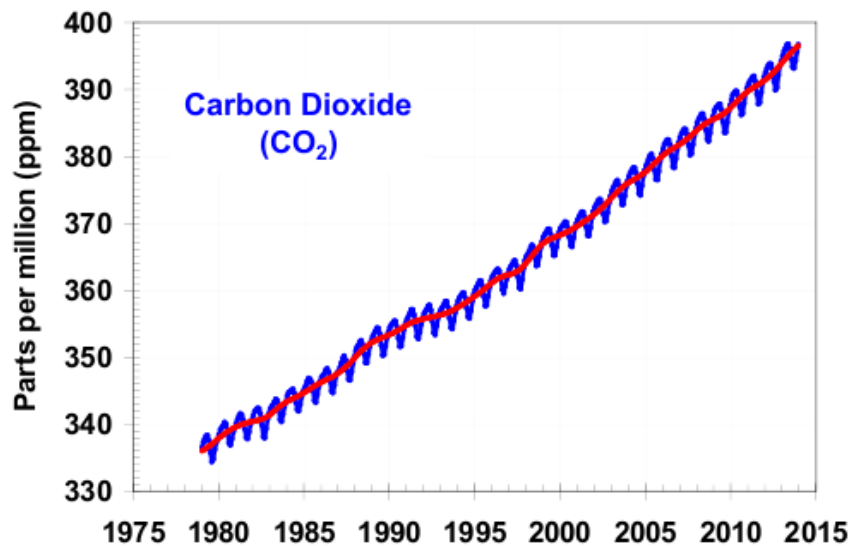
Carbon Dioxide
(72% of total)



Methane
(18% of total)



Nitrous Oxide
(9% of total)



As tendências dos gases de efeito estufa mais importantes (aumenta quase linearmente):

Mauna Loa Observatory, Hawaii



Em 9 de maio de 2013, a média da concentração diária de dióxido de carbono (CO₂) na atmosfera ultrapassou 400 partes por milhão (ppm), pela primeira vez, no Observatório Mauna Loa, no Havaí, onde os registros modernos de observações começaram em 1958.

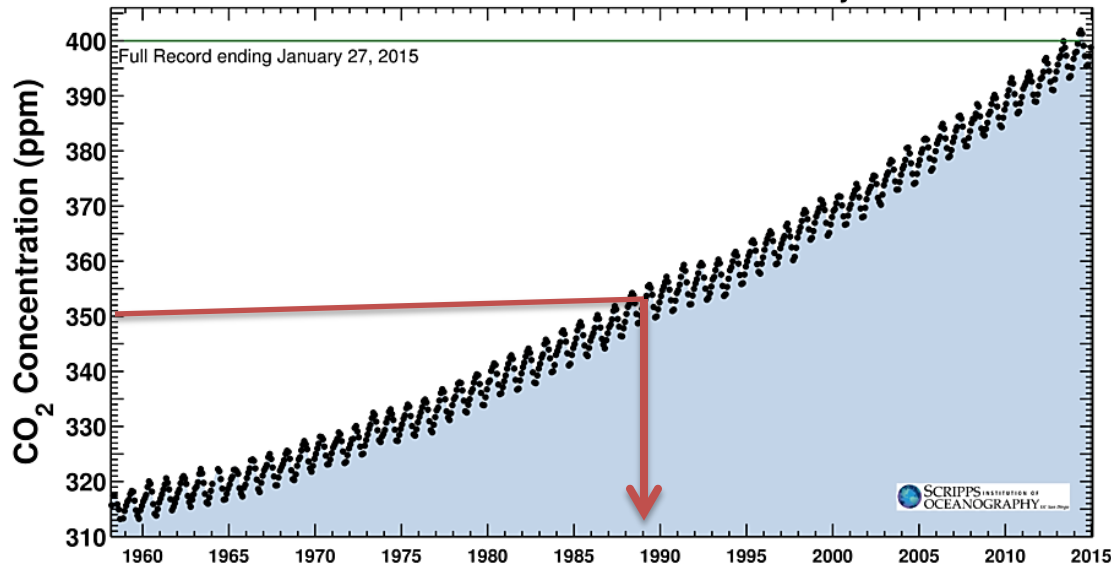
<https://www.climate.gov/>



Latest CO₂ reading
January 27, 2015

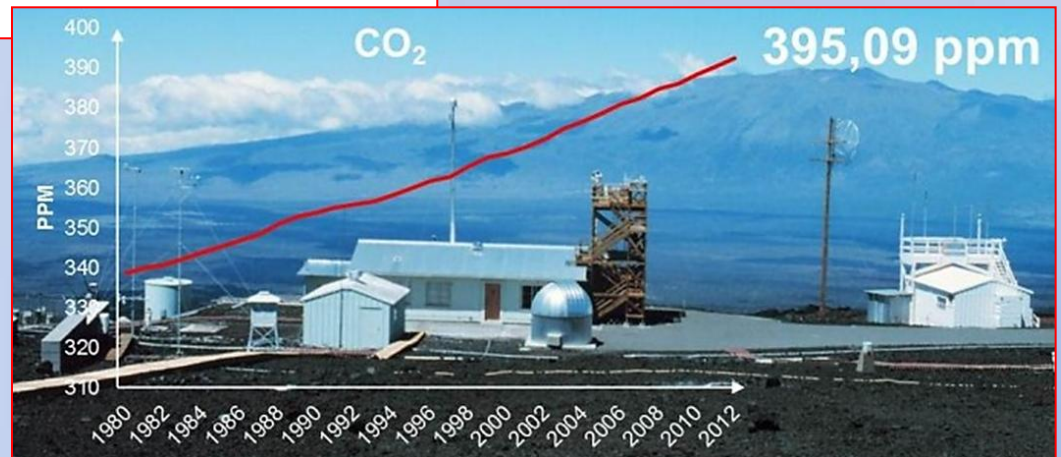
399.92 ppm

Carbon dioxide concentration at Mauna Loa Observatory



Em 2013, os níveis de CO₂ na atmosfera atingiram o nível limiar (400 ppm), considerado por cientistas limítrofe para evitar os piores cenários climáticos.

O nível seguro de CO₂ na atmosfera é de 350 ppm!



A Soaring Curve:

Undoubtedly we will pass 400 ppm of CO₂ in the atmosphere this year – an all-time high, a World Record that no one will salute! A record and a curve, that our children and their children will show us and ask – WHY?

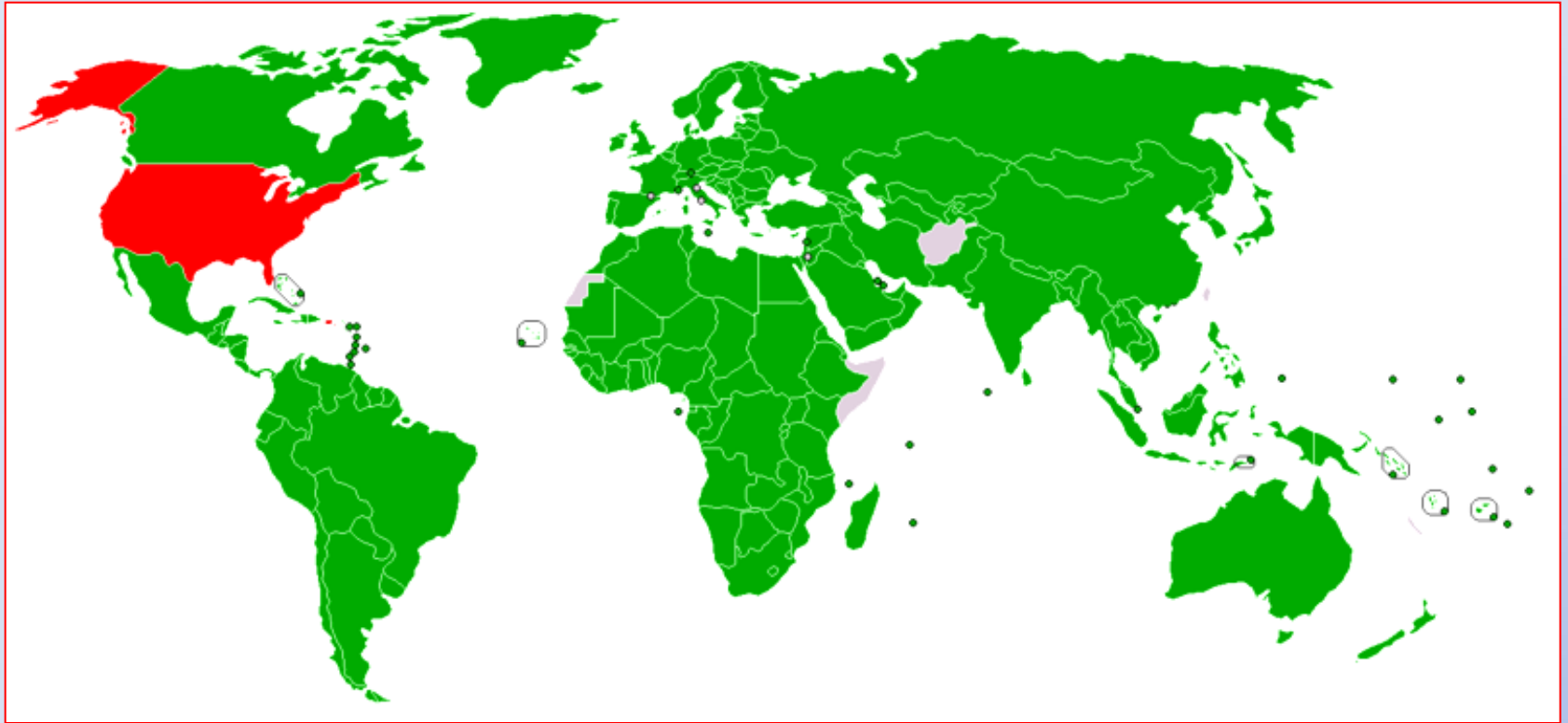
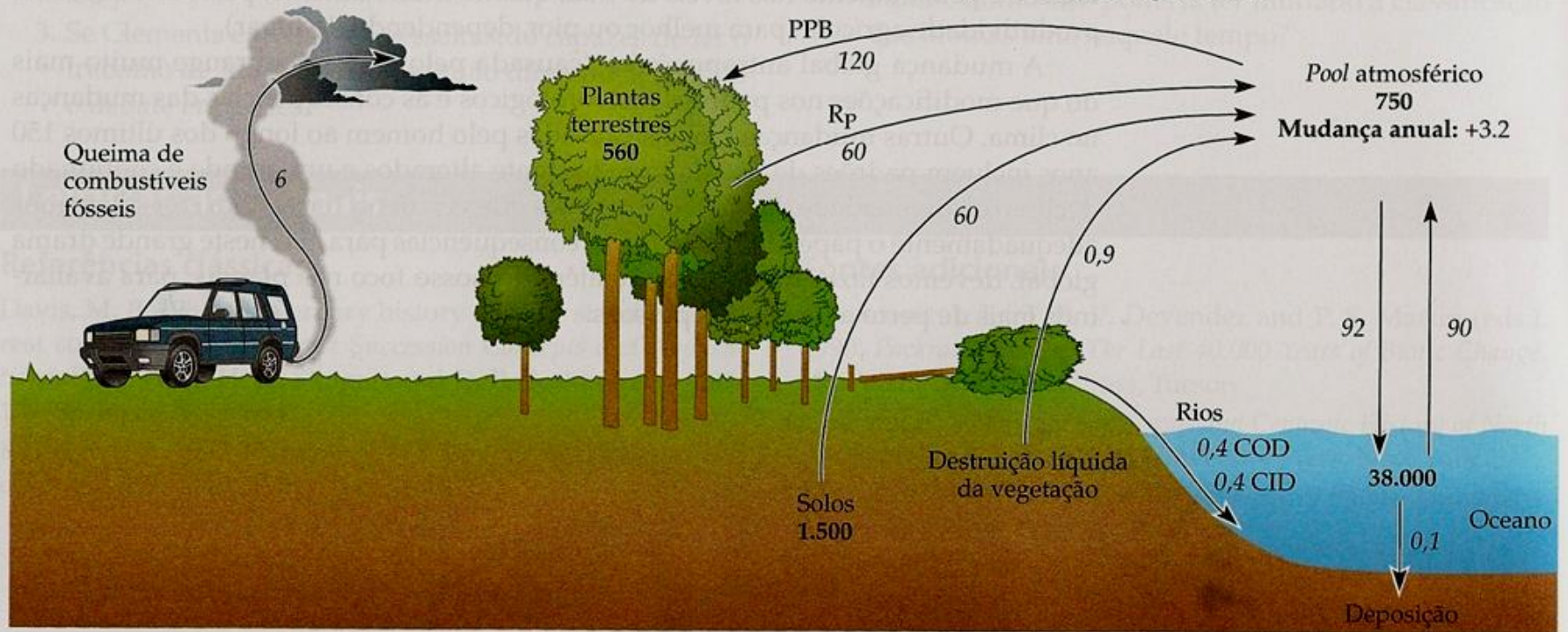


Figura: Mapa do Protocolo de Kyoto em 2009.

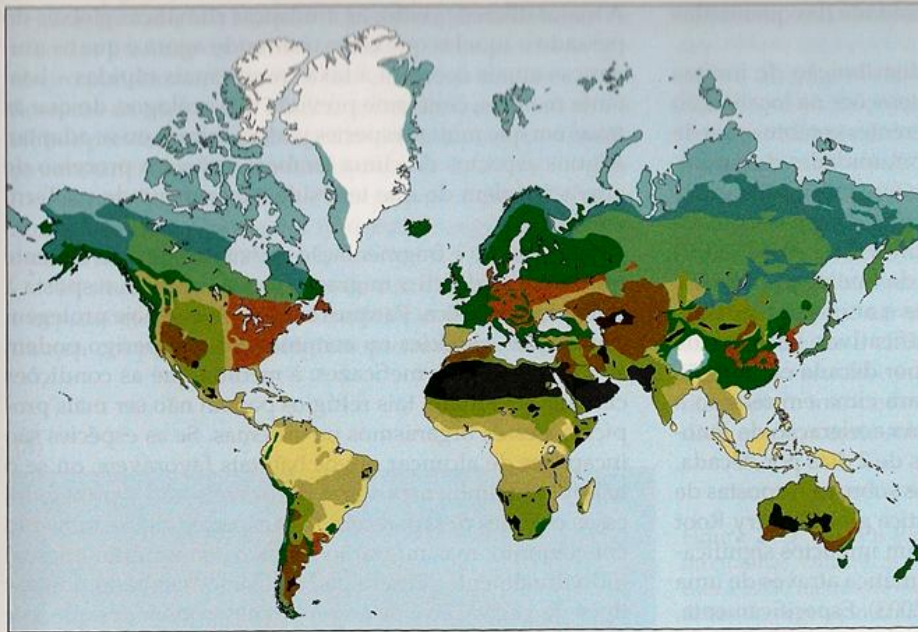
Legenda:

- **Verde:** Países que ratificaram o protocolo.
- * **Amarelo:** Países que ratificaram, mas ainda não cumpriram o protocolo.
- * **Vermelho:** Países que não ratificaram o protocolo.
- * **Cinza:** Países que não assumiram nenhuma posição no protocolo.

Figura 21.1 Ciclo global do carbono. Os números mostram os valores para os principais *pools* globais (em unidades de 10^{15} g C, em **negrito**) e fluxos (em unidades de 10^{15} g C/ano, mostrado em *itálico*) entre componentes da terra, dos oceanos e da atmosfera. Observe que as plantas terrestres capturam aproximadamente o dobro de carbono liberado anualmente e armazenam quase tanto carbono quanto a atmosfera. A Terra contém aproximadamente 10^{23} g de carbono no total; a maior parte desse carbono está depositada em rochas sedimentares. Apenas cerca de 10^{18} g de carbono estão contidas em *pools* ativos, como mostrado aqui; o maior desses é o carbono inorgânico dissolvido marinho. COD, carbono orgânico dissolvido; CID, carbono inorgânico dissolvido; PPB, produção primária bruta; R_p , respiração das plantas (segundo Schimel et al., 1995 e Schlesinger, 1997).



(A) Distribuição atual dos biomas



(B) Distribuição prevista, 2070-2099

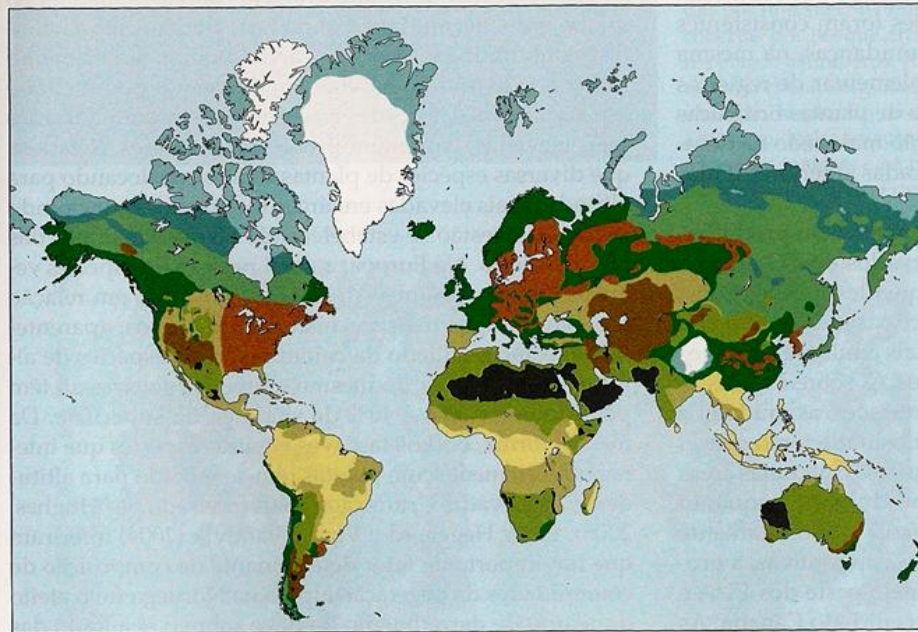
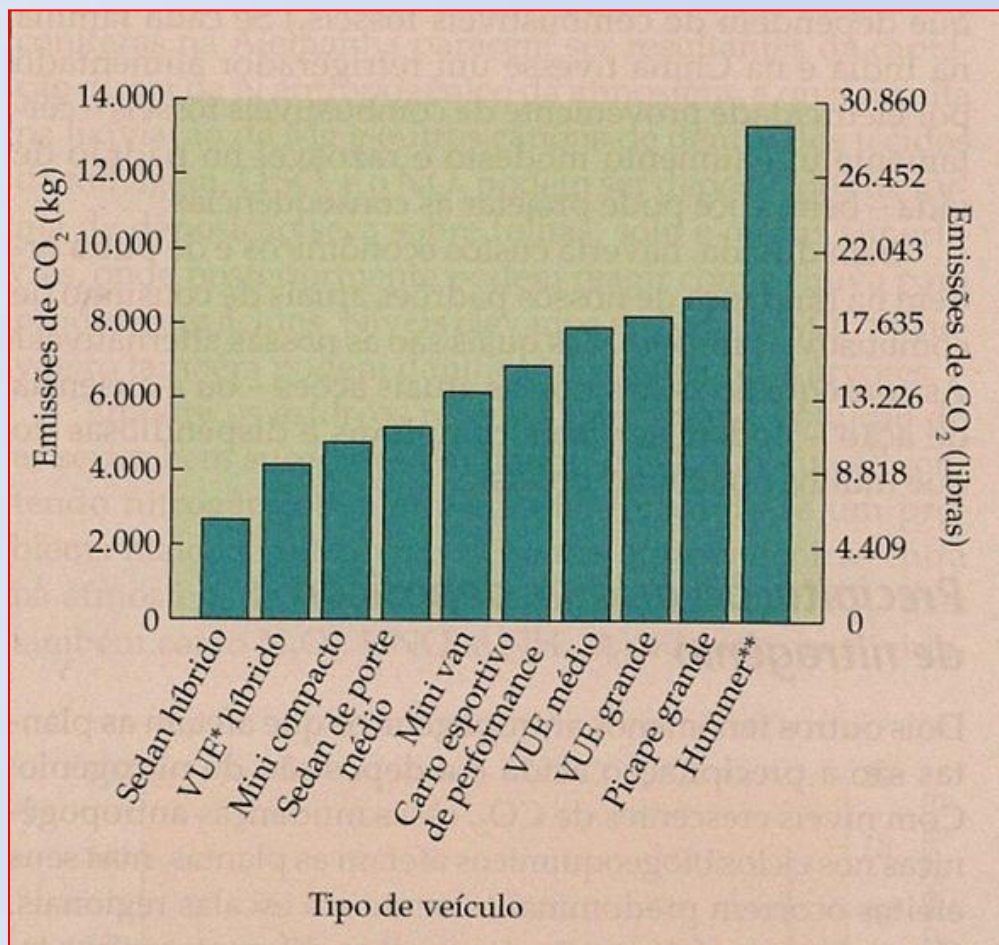


Figura 21.8 (A) Distribuição atual dos biomas do mundo, a partir de dados climáticos atuais usando o modelo SSPAM (Sistema Solo Planta Atmosfera Mapeado). (B) Distribuição alterada dos biomas prevista para 75 a 100 anos, com base em um conjunto de cenários de aumentos globais do CO₂. De acordo com esse modelo, os primeiros estágios do aquecimento global provocarão aumentos na produtividade e densidade das florestas no mundo todo, à medida que a elevação dos níveis de dióxido de carbono aumenta o crescimento das plantas. No entanto, as temperaturas elevadas continuadas escassearão os recursos hídricos, produzindo com o tempo estresse induzido pela seca e mortandade da vegetação em larga escala, com aumentos de incêndios florestais associados (com base nos modelos de Neilson 1995 e dados de <http://www.fs.fed.us/pnw/corvallis/mdr/mapss>).



Quantidade aproximada de CO₂ produzido por ano por diversas atividades humanas

Atividade/Utensílio	CO ₂ /ano, em libras	CO ₂ / ano, kg
Torradeira	61	28
Máquina de lavar roupas (usando água fria)	225	102
Cafeteira elétrica	243	110
Máquina para cozinhar arroz	243	110
Computador com monitor de tela plana	337	153
Forno de micro-ondas	439	199
Computador com monitor TRC****	590	268
Lâmpada de 60W, 12 horas / dia	591	268
Viagem de ida-e-volta Nova York/São Francisco, voo comercial	985	447
TV, 24" (61 cm), convencional	728	330
Geladeira, nova, eficiente no uso de energia	1.125	510
TV, 37" (95 cm), LCD	1.313	596
Condicionador de ar (janela)	1.439	653
Refrigerador, antigo (pré 1990)	2.024	918
Secadora de roupas	3.205	1.454
Máquina de lavar roupas (usando água quente)	3.374	1.530
TV, 50" (127 cm), plasma	3.612	1.638
Forno convencional + fogão	7.422	3.366
Aquecimento domiciliar, gás natural	9.068	4.113
Aquecimento domiciliar, óleo combustível	21.000	9.525
<i>Produção de 1 kWh de eletricidade</i>		
Gás	1,135	0,515
Carvão	2,249	1,020
Petróleo	1,672	0,758
Vento, geotérmica, solar, biomassa, hidrelétrica	Essencialmente sem emissões de carbono	
Nuclear	CO ₂ emitido da mineração e do transporte do combustível e dos resíduos; sem emissões diretas	
Metano recapturado de aterros sanitários	Redução líquida de gases-estufa emitidos para a atmosfera.	

Nota: Assume-se que os utensílios serão supridos com eletricidade gerada por usina alimentada a carvão, menos quando indicado em outros casos. As horas de uso por ano fundamentam-se em estimativas de uso típicas nos EUA (dados não-publicados, J. Gurevitch).

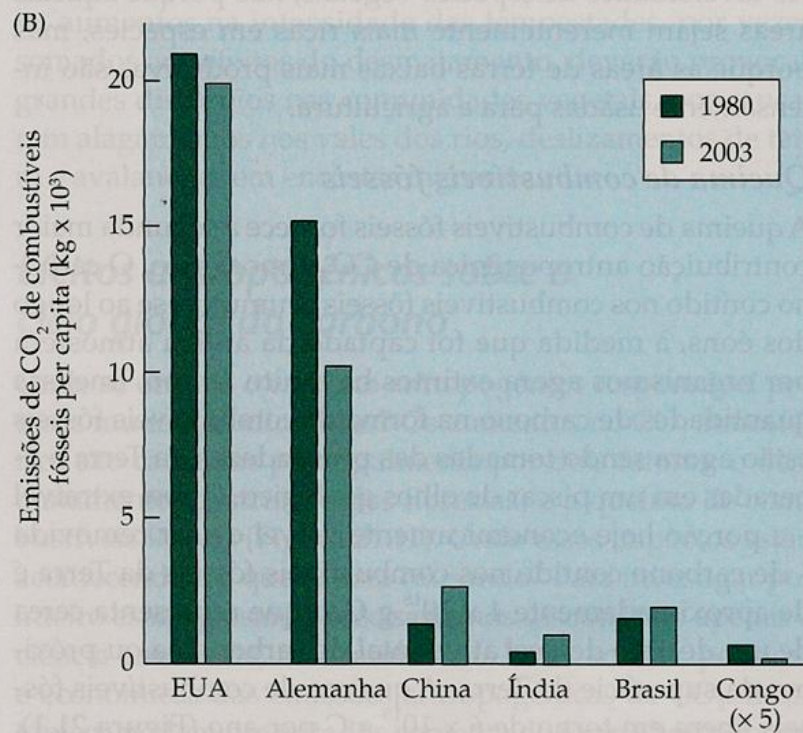
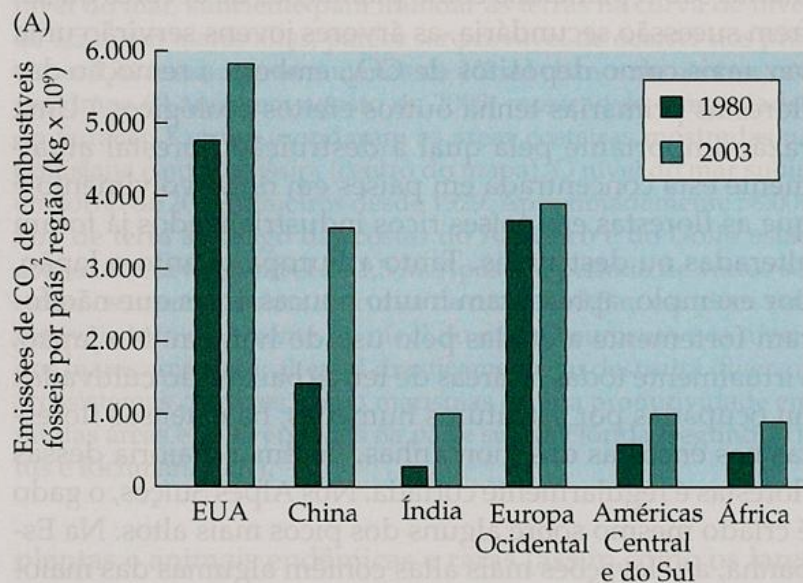
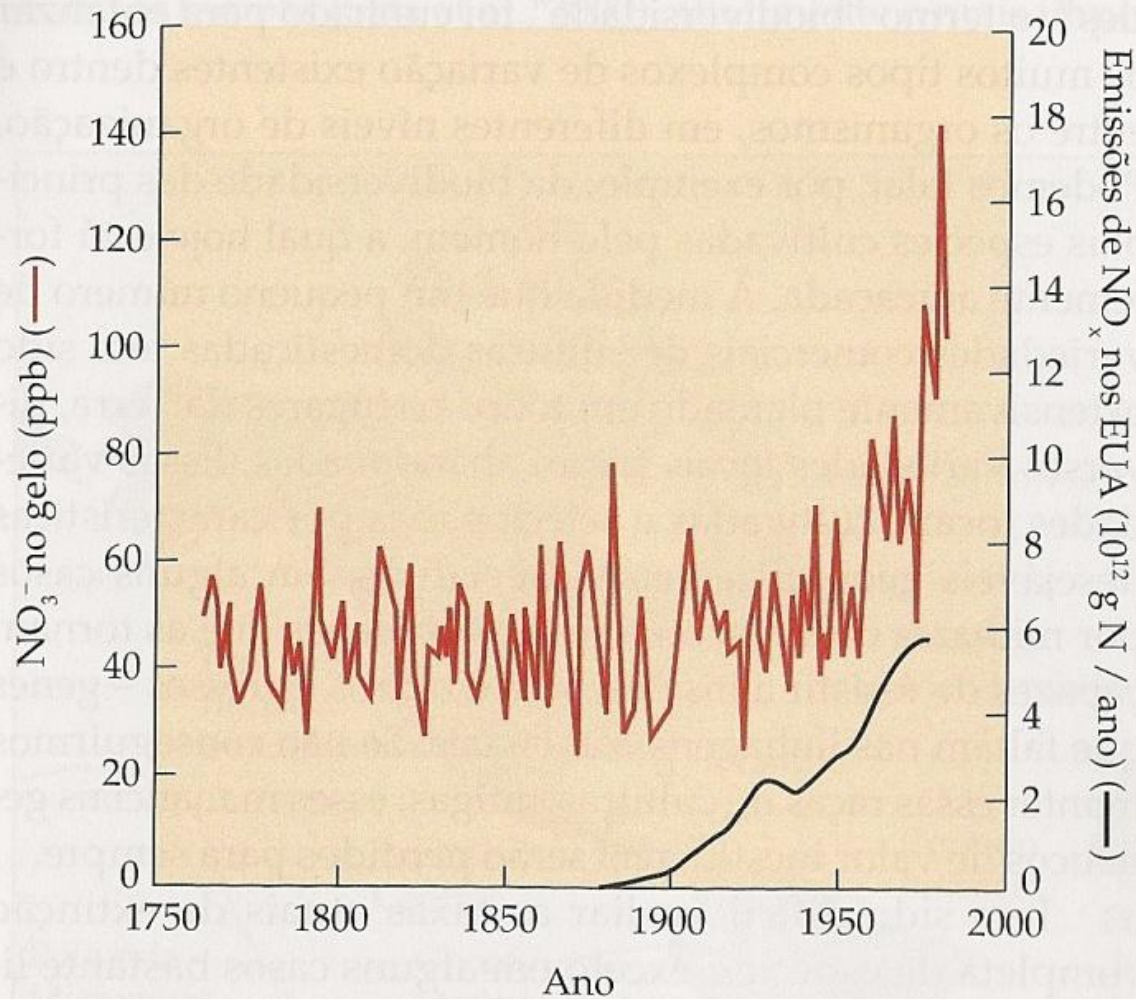


Figura 21.12 Emissões de dióxido de carbono resultantes da queima de combustíveis fósseis. (A) Emissões totais (em 10^9 kg CO_2/ano) nos EUA, na China, na Índia, na Europa Ocidental, nas Américas Central e do Sul e na África, em 1980 e em 2003. (B) Emissões per capita (em 10^3 kg CO_2/ano) em vários países: EUA, Alemanha, China, Índia, Brasil e Congo, em 1980 e 2003. Os dados para o Congo são multiplicados por 5, para serem visíveis. Os dados para a Alemanha abrangem os totais combinados para a antiga República Democrática da Alemanha e para a República Federal da Alemanha em 1980 (dados do Departamento de Energia, Administração de Informação Energética dos EUA.: <http://www.eia.doe.gov/emeu/iea/carbon.html>).



Destilação Global

Figura 21.13 Concentrações de nitrato (NO_3^-) depositado no gelo da Groelândia (em ppb de gelo), desde o final do século XVIII até o final do século XX (linha vermelha), e emissões anuais de óxido de nitrogênio (NO_x , em 10^{12} g/ano) pela queima de combustíveis fósseis nos EUA (linha preta) (segundo Schlesinger, 1997; Mayewski et al., 1990).

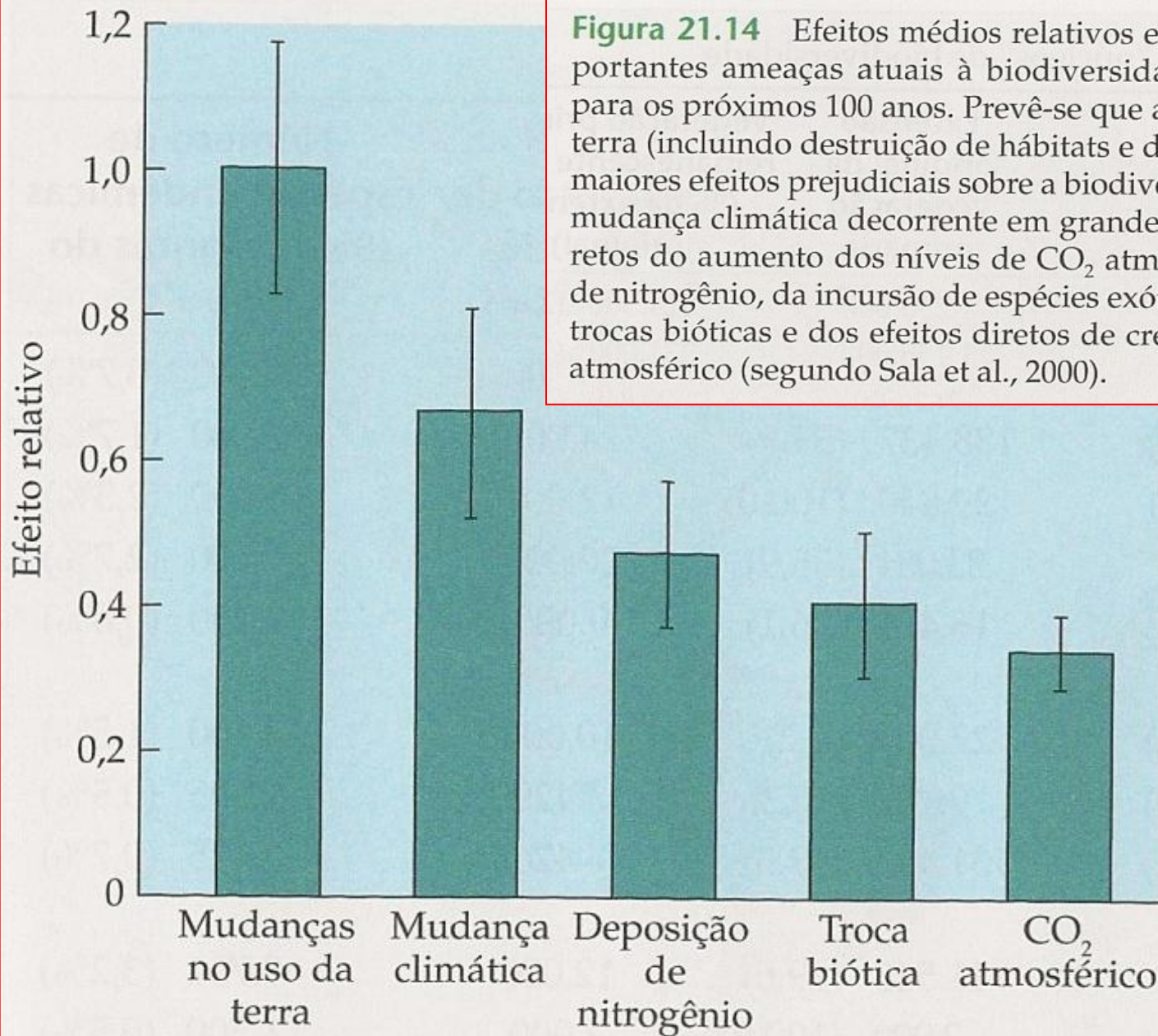


Figura 21.14 Efeitos médios relativos estimados das mais importantes ameaças atuais à biodiversidade global, projetados para os próximos 100 anos. Prevê-se que as mudanças no uso da terra (incluindo destruição de habitats e desmatamento) terão os maiores efeitos prejudiciais sobre a biodiversidade, seguidas pela mudança climática decorrente em grande parte dos efeitos indiretos do aumento dos níveis de CO₂ atmosférico, da deposição de nitrogênio, da incursão de espécies exóticas invasoras e outras trocas bióticas e dos efeitos diretos de crescentes níveis do CO₂ atmosférico (segundo Sala et al., 2000).

Poluição Atmosférica

Tipo de fonte	Exemplos
Antropogênicas	Poluição gerada por carros, fábricas, aerossóis, produção de energia, evaporação de químicos voláteis, emissão de poeiras como se verifica nas indústrias madeireiras e de extração mineral.
Naturais	Emissões provenientes de vulcões, furneiras (cavernas), metanos emitidos naturalmente por animais, fumaças e fuligem de incêndios florestais, libertação de compostos radioativos por rochas, como no caso do radônio.
Fontes Estacionárias	Emissões provenientes de fontes fixas, como centrais elétricas e termoelétricas, instalações de produção, incineradores, fornos industriais e domésticos, aparelhos de queima e fontes naturais como vulcões, incêndios florestais ou pântanos.
Fontes Móveis	Emissões provenientes de fontes em movimento, como o tráfego rodoviário, aéreo, marítimo e fluvial, incluindo as emissões sonoras e térmicas.
Fontes em Área	Fontes localizadas em uma área específica, sendo, no caso de emissões difusas, com uma distribuição homogênea. São exemplo os grandes complexos industriais, que ocupam uma determinada área.
Fontes em Linha	Associadas a fontes móveis. Os veículos automóveis, por exemplo, são uma fonte móvel; contudo ao longo de vias rodoviárias constituem uma fonte em linha.
Fontes Pontuais	Casos especiais de fontes emissoras, cuja análise e tratamento apresentam particularidades específicas, como no caso das chaminés de uma central térmica; os incêndios florestais ou as erupções vulcânicas podem ser consideradas como fonte pontual, pois são limitadas no tempo.

Poluente	Principal Fonte	Comentários
Monóxido de Carbono (CO)	Escape dos veículos motorizados; alguns processos industriais.	Limite máximo suportado: 10 mg/m ³ em 8 h (9 ppm); 40 mg/m ³ em uma 1 h (35 ppm)
Dióxido de Enxofre (SO₂)	Centrais termoelétricas a petróleo ou carvão; fábricas de ácido sulfúrico	Limite máximo suportado: 80 mg/m ³ em um ano (0,03 ppm); 365 mg/m ³ em 24 h (0,14 ppm)
Partículas em suspensão	Escape dos veículos motorizados; processos industriais; centrais termoelétricas; reação dos gases poluentes na atmosfera	Limite máximo suportado: 75 mg/m ³ em um ano; 260 mg/m ³ em 24 h; compostas de carbono, nitratos, sulfatos, e vários metais como o chumbo, cobre, ferro
Chumbo (Pb)	Escape dos veículos motorizados; centrais termoelétricas; fábricas de baterias	Limite máximo suportado: 1,5 mg/m ³ em 3 meses; sendo a maioria do chumbo contida em partículas suspensão.
Óxidos de Azoto (NO, NO₂)	Escape dos veículos motorizados; centrais termoelétricas; fábricas de fertilizantes, de explosivos ou de ácido nítrico	Limite máximo suportado: 100 mg/m ³ em um ano (0,05 ppm)- para o NO ₂ ; reage com Hidrocarbonos e luz solar para formar oxidantes fotoquímicos
Oxidantes fotoquímicos- Ozônio (O₃)	Formados na atmosfera devido à reação de Óxidos de Azoto, Hidrocarbonos e luz solar	Limite máximo suportado: 235 mg/m ³ em uma hora (0,12 ppm)
Etano, Etileno, Propano, Butano, Acetileno, Pentano	Escape dos veículos motorizados; evaporação de solventes; processos industriais; lixos sólidos; utilização de combustíveis	Reagem com Óxidos de Azoto e com a luz solar para formar oxidantes fotoquímicos
Dióxido de Carbono (CO₂)	Todas as combustões	São perigosos para a saúde quando em concentrações superiores a 5000 ppm em 2-8 h; os níveis atmosféricos aumentaram de cerca de 280 ppm, há um século atrás, para 350-400 ppm atualmente, algo que pode estar a contribuir para o Efeito de Estufa

Poluente	Efeitos na saúde humana
Dióxidos de enxofre (SO ₂)	Altas concentrações de SO ₂ podem provocar problemas no trato respiratório, com especial incidência em grupos sensíveis como asmáticos.
Dióxidos de azoto (NO ₂)	Exposições críticas ou por tempo prolongado, originam dores de garganta, tosse, falta de ar, enfisema e alergias.
Monóxido de carbono (CO)	A periculosidade do CO explica-se pela inibição que causa nas atividades de troca de oxigênio que o sangue efetua nos tecidos vitais, sendo mortal em doses elevadas. Os principais problemas de saúde são sentidos no sistema cardiovascular e nervoso especialmente em indivíduos com problemas coronários. Em concentrações mais elevadas pode causar tonturas, dores de cabeça e fadiga.
Compostos Orgânicos Voláteis (COV's)	Estes compostos podem causar irritação das mucosas, conjuntivite, danos na pele e nas vias respiratórias superiores independentemente de estarem no estado gasoso, assim como spray ou aerossol. Em contacto com a pele podem causar sensibilidade e enrugamento; quando ingeridos ou inalados em quantidades elevadas causam lesões no esôfago, traqueia, trato gastrointestinal, vômitos, perda de consciência e desmaios.
Partículas finas	São um dos principais poluentes com efeitos diretos na saúde humana, especialmente no caso de partículas finas. Inaladas, penetram no sistema respiratório causando sérios danos. Estudos recentes comprovam que são responsáveis pelo aumento de doenças respiratórias como a bronquite asmática.
Chumbo (Pb)	Causa danos no sistema nervoso, originando convulsões, e, no caso de crianças, potencia uma redução das capacidades de aprendizagem. Afeta ainda o sistema renal, circulatório e reprodutor.
Ozono troposférico (O ₃)	Provoca irritação das vias respiratórias, tosse e dor quando se procede a uma inspiração profunda; diminui a capacidade respiratória ao realizar atividades físicas ao ar livre, agravamento de asma assim como um aumento da susceptibilidade a doenças respiratórias como pneumonias, bronquites e lesões pulmonares que se podem tornar permanentes em casos de exposições prolongadas ou repetidas. Ao nível da pele, provoca inflamações similares a queimaduras solares.

Quadro 1 - Limites máximos de concentração de alguns contaminantes presentes na atmosfera recomendados pela Organização Mundial da Saúde - 1995

Contaminante	Concentração	Tempo de amostragem
Dióxido de enxofre (SO ₂)	125 µg/m ³	24 horas
Dióxido de nitrogênio (NO ₂)	200 µg/m ³	1 hora
Monóxido de carbono (CO)	10 mg/m ³	8 horas
Ozônio (O ₃)	120 µg/m ³	8 horas

Fonte: CETESB, 2002

Fitoindicadores de Poluentes Atmosféricos

- Muitos dos bioindicadores vegetais encontrados apresentavam-se associados a um determinado poluente atmosférico, destacando-se:
 - *Nicotiana tabacum* como bioindicador de O₃;
 - Musgos como bioindicadores de metais e VOCs;
 - Líquens como bioindicadores de metais, SO₂ e NO_x;
 - Bromélias do gênero *Tillandsia* como bioindicadores de metais e hidrocarbonetos;
 - Variedades e clones híbridos de *Tradescantia* no biomonitoramento de agentes genotóxicos.

- Para as condições climáticas brasileiras, destacam-se as seguintes espécies com potencialidade de uso em sistemas de biomonitoramento:
- *Nicotiana tabacum* ou tabaco, no monitoramento de O₃;
 - *Tradescantia pallida* cv. *pupurea* ou trapoeraba roxa, no monitoramento de substâncias genotóxicas presentes em material particulado da atmosfera urbana;
 - As espécies tropicais *Tibouchina pulchra* e *Psidium guayava*, manacá-da-serra e goiabeira, respectivamente, no monitoramento de F e S;
 - Bromélias do gênero *Tillandsia*, com ampla distribuição na América Latina, para o monitoramento de metais pesados e compostos orgânicos tóxicos;
 - As espécies de musgos *Hypnum cupressiforme*, *Pleurozium schreberi* e *Bryum argenteum*, no monitoramento de metais pesados;
 - As espécies de líquens *Usnea amblyoclada*, *Xanthoria parietina*, *Punctella subrudecta*, *Canomaculina pilosa* e *Ramalina farinaceae*, no monitoramento de metais e do S.

➤ Esta investigação também revelou o uso potencial de outras espécies como bioindicadores vegetais de poluição atmosférica, as quais consideramos merecerem estudos mais aprofundados, em virtude da amplitude de sua distribuição geográfica, por sua freqüente utilização, bem como por seu ciclo de vida curto e facilidade de reconhecimento pelo público leigo, destacando-se:

- *Taraxacum officinale* ou dente-de-leão;
- *Nerium oleander* ou espirradeira;
- *Phaseolus vulgaris* ou feijão comum;
- *Urtica urens* ou urtiga;
- *Tagetes erecta* ou cravo-de-defunto;
- *Gladiollus* ou palma-de-Santa-Rita e *Hemerocallis*;
- *Mangifera indica* ou mangueira que, apesar de ser espécie arbórea, cumpre outras funções sociais, pela produção de frutos comestíveis.



Apesar de pequena, [Boise](#), nos [Estados Unidos](#), também sofre com a poluição atmosférica devido à quantidade de montanhas ao seu redor, o que dificulta a dispersão dessa poluição.



Pessoas usando máscaras de proteção durante um jantar.



Acima:

A praça da *Nelson's Column* em, Londres, em dia de céu limpo.

Abaixo:

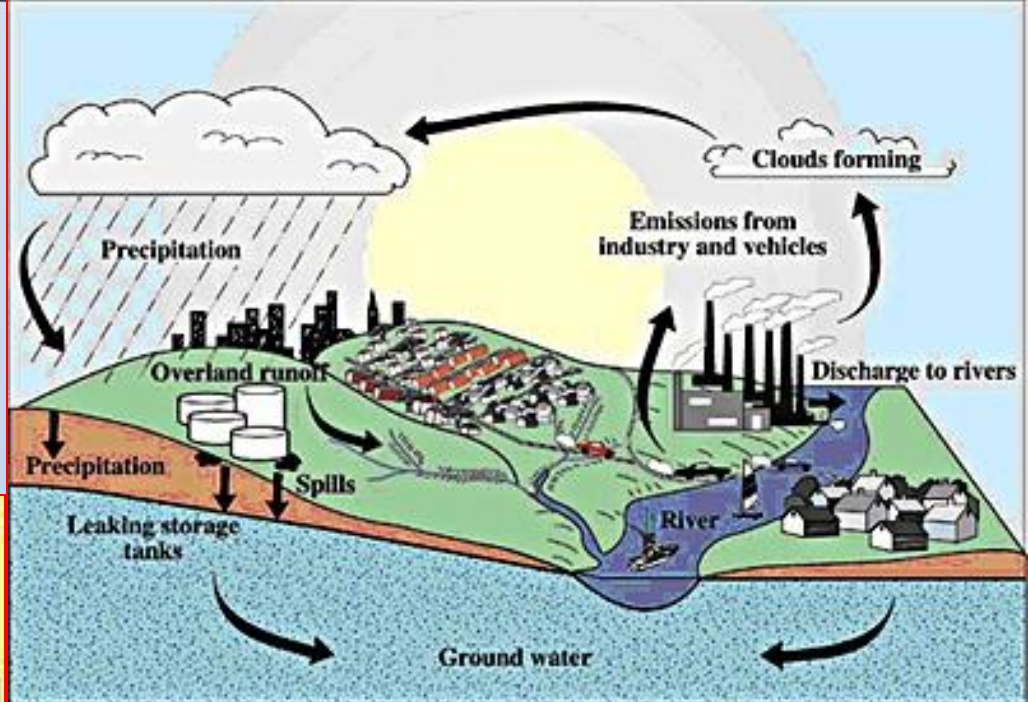
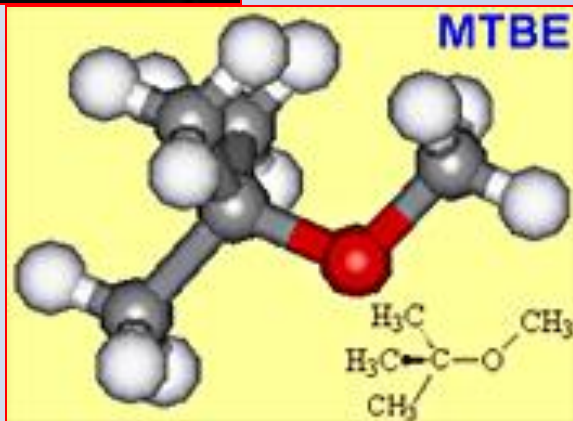
O clima durante o Grande Nevoeiro de 1952.



**Pittsburgh retratada em plena
revolução industrial.**



Unidade industrial Chinesa.



MTBE (éter metil terciário butílico): é um composto químico líquido e volátil, com fórmula molecular $C_5H_{12}O$, inflamável e incolor, miscível em água. Produz gosto e odor mentolado a desagradável em água. É um aditivo para gasolina, usado para elevar a octanagem, embora seu uso seja atualmente proibido nos EUA e Brasil.

Table 6.13. Biochemical and physiological indications of stress from atmospheric pollutants. (Härtel 1972; Horsman and Wellburn 1976; Jäger 1982; Darrall and Jäger 1984; Weigel et al. 1989; Grill et al. 1989; Cape and Vogt 1991)

Indicator	Pollutant	Increase	Decrease
<i>Enzymes</i>			
Peroxidase	F ₂ , HF, SO ₂	×	
Polyphenol oxidase	SO ₂ , NO ₂ , hydrocarbons	×	
Glutamate dehydrogenase	SO ₂ , NO _x	×	
RuBP-carboxylase	SO ₂		×
Nitrite reductase	SO ₂ , NO _x		×
Superoxide dismutase	Acid precipitations, O ₃	×	
<i>Stress metabolites</i>			
Ascorbic acid	Non-specific	×	
Glutathione	SO ₂	×	
Polyamine	Non-specific	×	
Ethylene	Non-specific	×	
<i>Metabolism</i>			
Adenylate status	Non-specific		×
Photosynthesis	Non-specific		×
<i>Optical reflectance</i>	O ₃ , SO ₂ , acid precipitations		×
<i>Turbidity test</i> ^a	Acid precipitations	×	

^a Turbidity of the hot-water eluate from conifer needles.

Table 6.18. Distribution^a of zinc in organs and cell compartments of metallophytes on soils rich in zinc. (Ernst 1976)

Species, organ	Vacuole, cytoplasm (%)	Cell organelles (%)	Cell wall (%)
<i>Cardaminopsis halleri</i>			
leaves	82	6	12
roots	38	5	57
<i>Silene vulgaris</i>			
leaves	64	10	26
roots	18	10	72
<i>Agrostis tenuis</i>			
leaves	48	11	41
roots	38	10	52
<i>Minuartia verna</i>			
leaves	46	8	46
roots	20	8	72

^a Boldface type indicates largest percentage in respective line; italics indicates smallest value.

Table 6.20. Terrestrial vascular plants as selective pollution-sensitive indicators (examples). (Data of numerous authors, from Steubing 1976; Ernst and Joosse-van Damme 1983; Arndt et al. 1987; Rabe 1990; Schulze and Stix 1990; Schubert 1991)

Pollutant	Plant species	Most sensitive variety
SO ₂	<i>Populus tremula</i> <i>Medicago sativa</i>	
H ₂ S	<i>Pseudotsuga menziesii</i> <i>Spinacia oleracea</i>	
HF, F ₂	<i>Prunus armeniaca</i> <i>Gladiolus communis</i>	Snow Princess, Shirley Temple
HCl	<i>Syringa vulgaris</i> <i>Fragaria vesca</i>	
NH ₃	<i>Taxus baccata</i> <i>Brassica oleracea</i>	Cauliflower Le Cerf
NO _x	<i>Apium graveolens</i> <i>Petunia x hybrida</i>	
O ₃	<i>Nicotiana tabacum</i> <i>Phaseolus vulgaris</i>	Bel W 3 Sanilac, Pinto III, Tempo
PAN	<i>Petunia x hybrida</i> <i>Phaseolus vulgaris</i> <i>Poa annua</i>	Blue magic, Red magic Provider, Astro
Ethylene	<i>Petunia x hybrida</i>	White Joy

Table 6.21. Mosses tolerant to heavy metals, as examples of accumulation indicators. (Arndt et al. 1987; Tyler 1990)

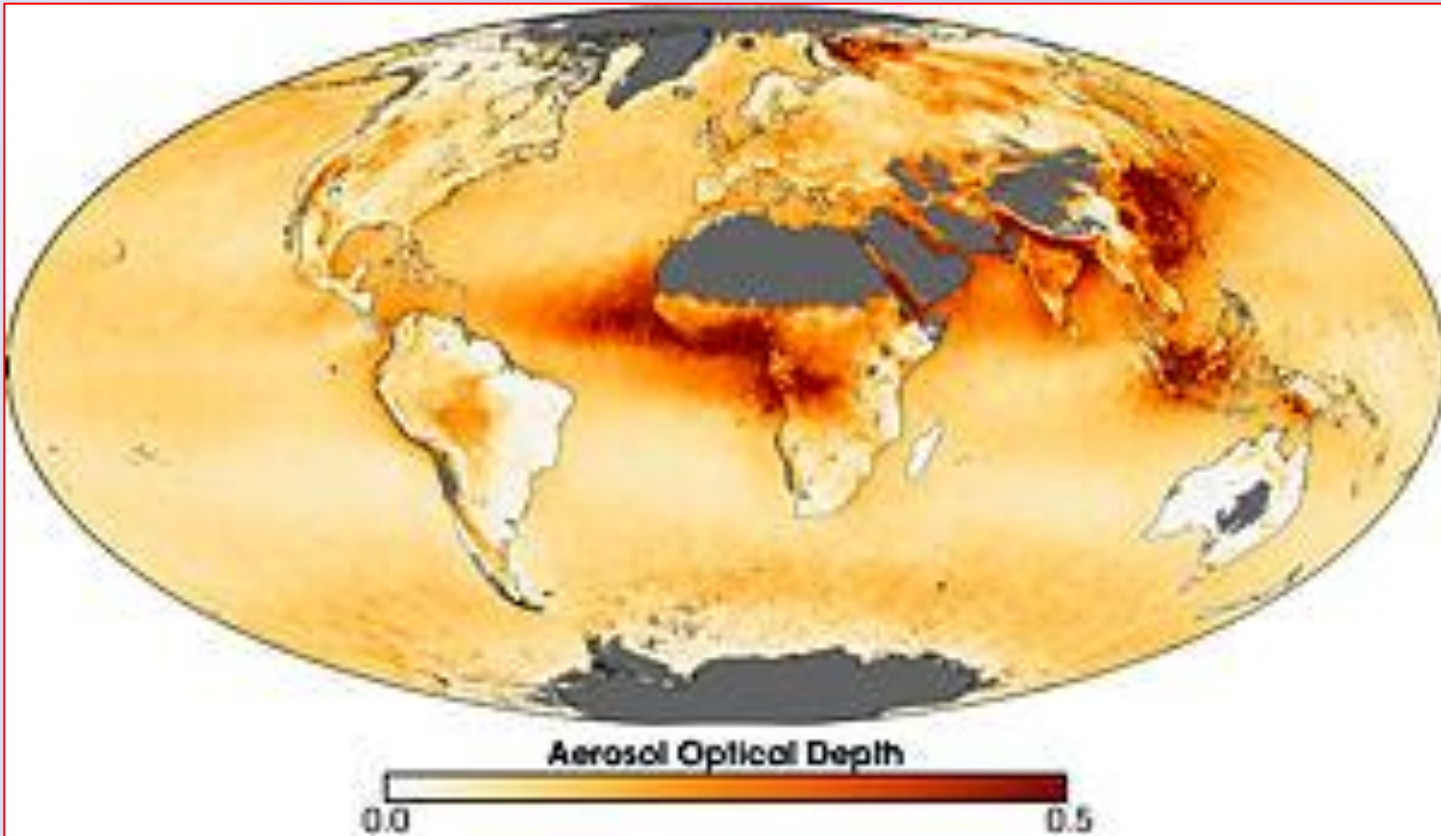
Element	Species
Lead	<i>Bryum pseudotriquetrum</i> (also Zn)
	<i>Dicranella varia</i> (also Zn)
	<i>Philonotis fontana</i>
	<i>Fontinalis squamosum</i>
	<i>Scapania undulata</i>
Copper	<i>Calypogeia muelleriana</i>
	<i>Merceya ligulata</i>
	<i>Mielichhoferia elongata</i> (also Fe, Cr)
	<i>Mielichhoferia nitida</i> (also Fe, Pb, Zn)
	<i>Nardia scalaris</i>
	<i>Pleuroclada albescens</i>
Nickel	<i>Oligotrichum hercynicum</i> (also Cu)
Zinc	<i>Cephalozia bicuspidata</i> (also Cu)
	<i>Pohlia nutans</i> (also Cu)

Table 6.19. Submersed macrophytes as test organisms for pollutants. (Nobel et al. 1983)

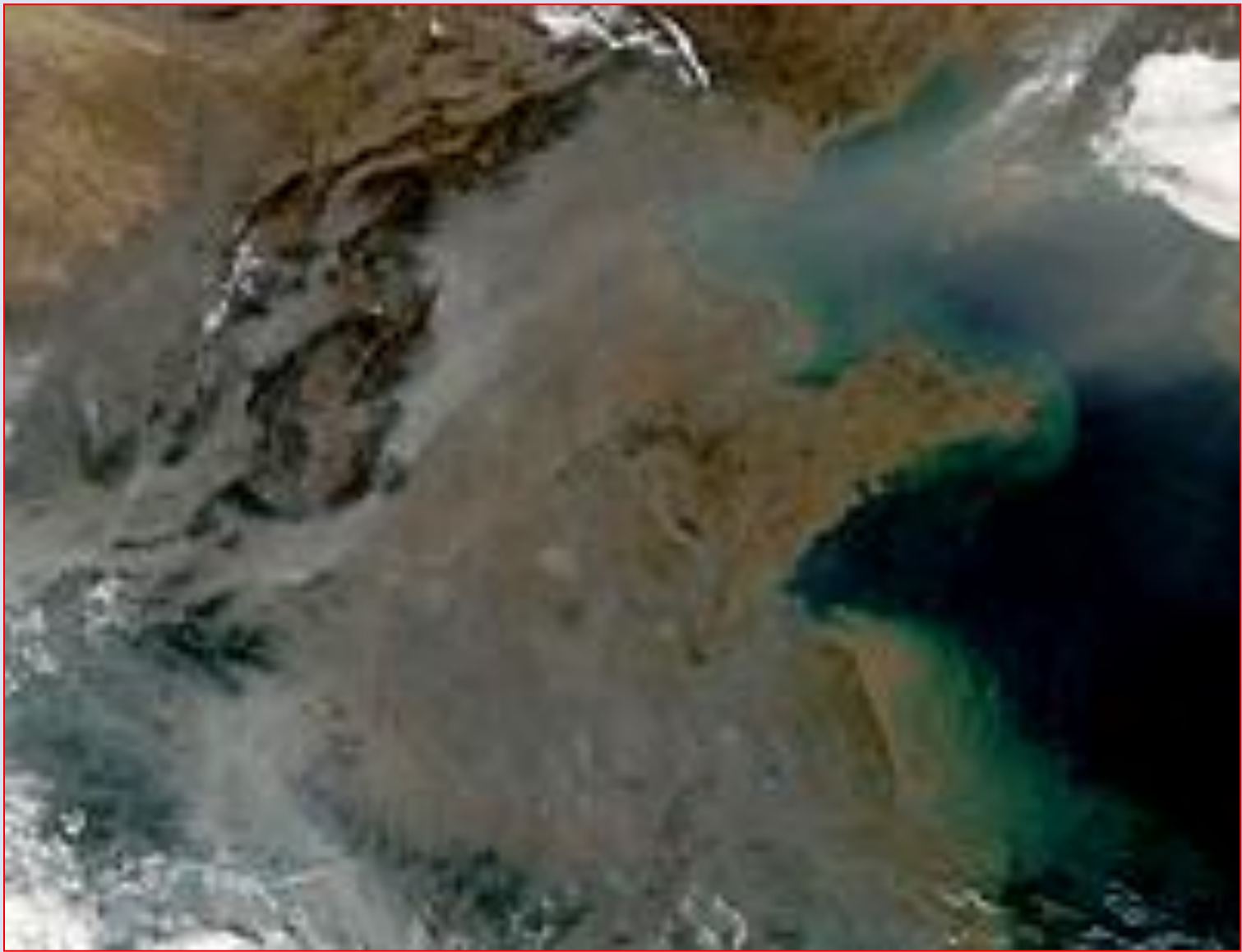
Pollutant	Test plant	Threshold concentration for injury (ppm)	50% Lethality (ppm)
Phenol	<i>Potamogeton lucens</i>	0.2	0.6
	<i>Potamogeton coloratus</i>	0.6	
	<i>Potamogeton crispus</i>	0.6	
o-Cresol	<i>Potamogeton lucens</i>	0.2	0.7
	<i>Potamogeton coloratus</i>	0.6	1.1
	<i>Potamogeton crispus</i>	1.1	
KH ₂ PO ₄	<i>Potamogeton alpinus</i>	0.2	2.0
	<i>Elodea canadensis</i>	0.5	>5.0
NH ₄ Cl	<i>Potamogeton coloratus</i>	<5	15
	<i>Potamogeton crispus</i>	<5	15
	<i>Ranunculus fluitans</i>	25	
H ₃ BO ₃	<i>Elodea canadensis</i>	<1.0	10
	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	<2.0	5.0
	<i>Ranunculus penicillatus</i>	<1.0	10
Lead	<i>Potamogeton crispus</i>	2.1	
	<i>Elodea canadensis</i>	10.4	
	<i>Potamogeton lucens</i>	10.4	
Cadmium	<i>Elodea canadensis</i>	0.01	0.6
	<i>Potamogeton crispus</i>	0.01	0.6
	<i>Potamogeton lucens</i>	0.01	0.6
Copper	<i>Potamogeton crispus</i>	<0.03	0.06
	<i>Elodea canadensis</i>	0.006	0.3
	<i>Potamogeton lucens</i>	0.06	>0.3
Zinc	<i>Elodea canadensis</i>	<0.7	3.3
	<i>Potamogeton lucens</i>	0.7	6.5
	<i>Potamogeton crispus</i>	4.9	6.5

Table 6.22. Examples of high mineral contents in metallophytes and toxicophytes (As, Se). Concentrations are shown in mg kg⁻¹ dry matter. (After various authors: Duvigneaud and Denaeyer-De Smet 1973; Ernst 1976, 1990; Baumeister and Ernst 1978; Steubing et al. 1989)

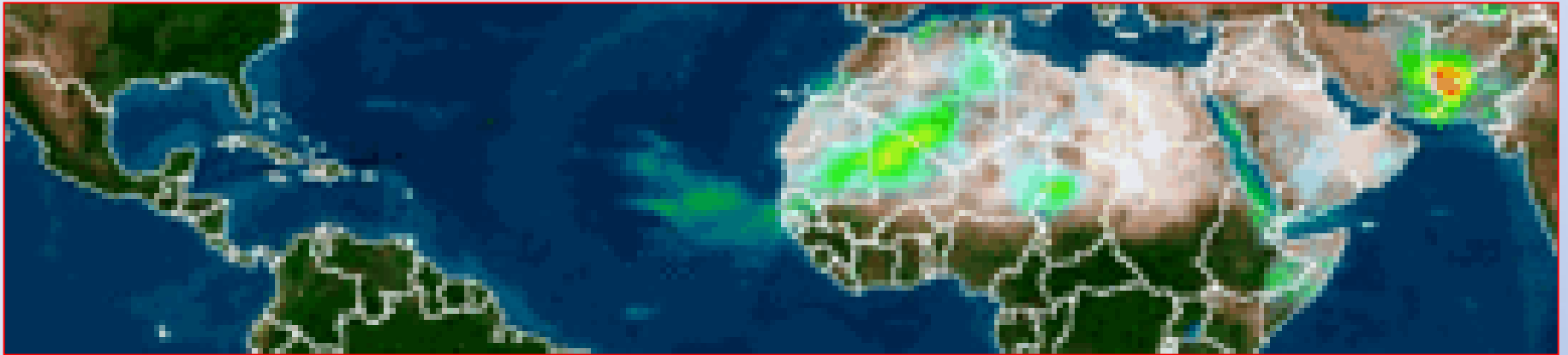
Species	Occurrence	Element	Concentration	Degree of accumulation *	
<i>Eichhornia crassipes</i>	Tropical waters	Fe	14400	10	
<i>Minuartia verna</i>	Central Europe	Cu ^a	leaves	1030	147
			roots	1850	109
<i>Thlaspi coerulescens</i>	British Isles	Zn ^b	leaves	25000	208
			roots	11300	140
<i>Minuartia verna</i>	SE Europe	Pb ^c	leaves	11400	950
			roots	26300	970
<i>Minuartia verna</i>	Central Europe	Cd ^d	leaves	348	3480
			roots	382	3820
<i>Jasione montana</i>	British Isles	As ^e	31000		
<i>Mechovia grandiflora</i>	Congo basin	Mn	7000	7	
<i>Acrocephalus robertii</i>	Congo basin	Co	1490	50	
<i>Psychotria douarrei</i>	New Caledonia	Ni ^f	leaves	45000	
			roots	92000	
<i>Pearsonia metallifera</i>	E. Africa	Cr ^g	leaves	490	98
			roots	1620	162
<i>Astragalus preussi</i>	N. America	U ^h	70	116	
<i>Astragalus racemosus</i>	N. America	Se ⁱ	15000		



Profundidade ótica dos aerossóis.



**Escurecimento resultante da liberação de fumaças
provenientes de incêndios florestais na China.**



Simulação do atravessamento do Oceano atlântico de uma nuvem de aerossol proveniente do Deserto do Sahara.



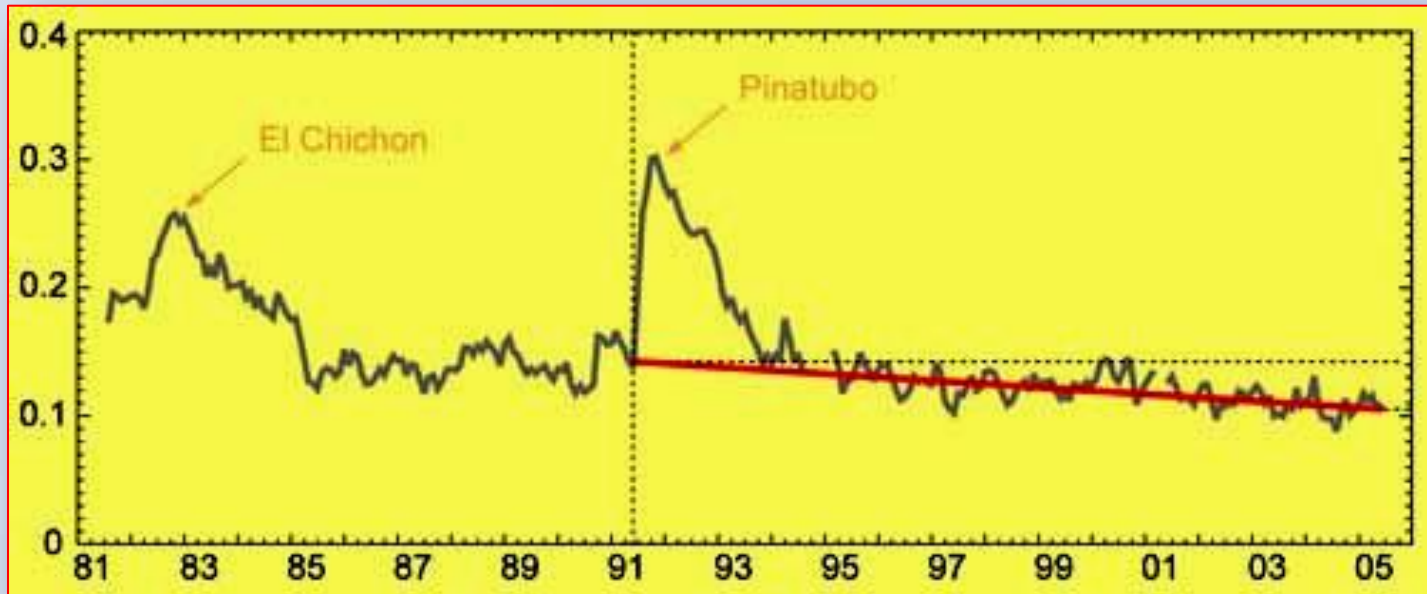
Figura: Monte Pinatubo durante a erupção de 1991. Altitude 1.486 m
(Coordenadas 15° 7.8' N 120° 21' E.)



Monte Pinatubo, Filipinas

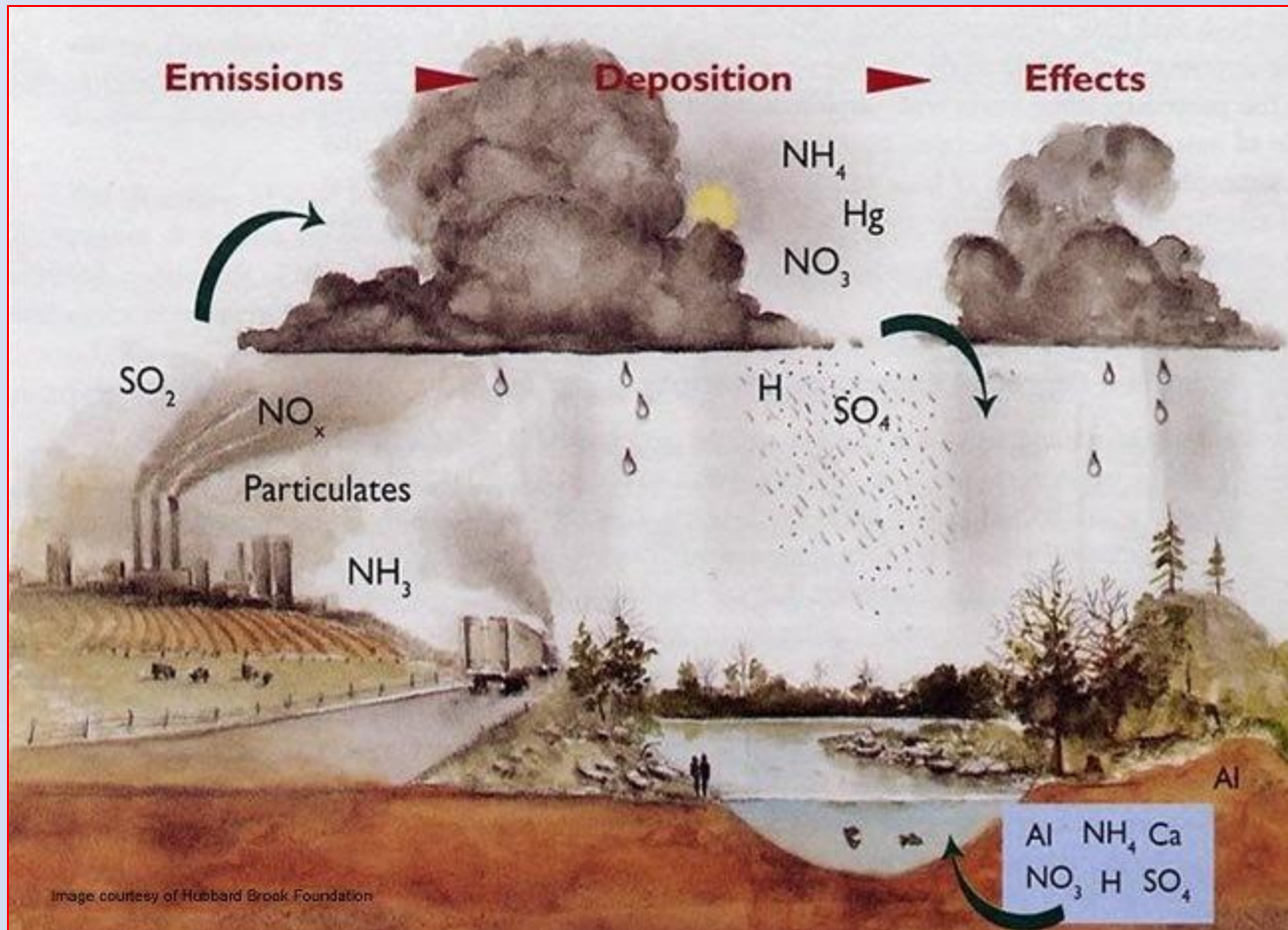
Em 1982, o aparentemente adormecido El Chichón, em Chiapas, México, entrou em erupção inesperadamente, acabando com nove aldeias e matando um número estimado de 1.900 pessoas. O vulcão estava adormecido por quase 600 anos. El Chichón era uma complexa cúpula de lava que foi fortemente arborizada antes da erupção, mas a paisagem foi exterminada por cerca de 5 milhas (8 km) em torno de quedas de cinzas, incêndios e águas da inundaçõesuperaquecidas. As águas da inundação foram o resultado de uma barragem que foi rompida em um rio próximo por causa da erupção.





De acordo com estimativas feitas com base em dados de satélite a quantidade de aerossóis capazes de bloquear a luz solar diminuiu em todo o mundo (linha vermelha) desde a erupção do Pinatubo em 1991. Créditos: Michael Mishchenko, NASA

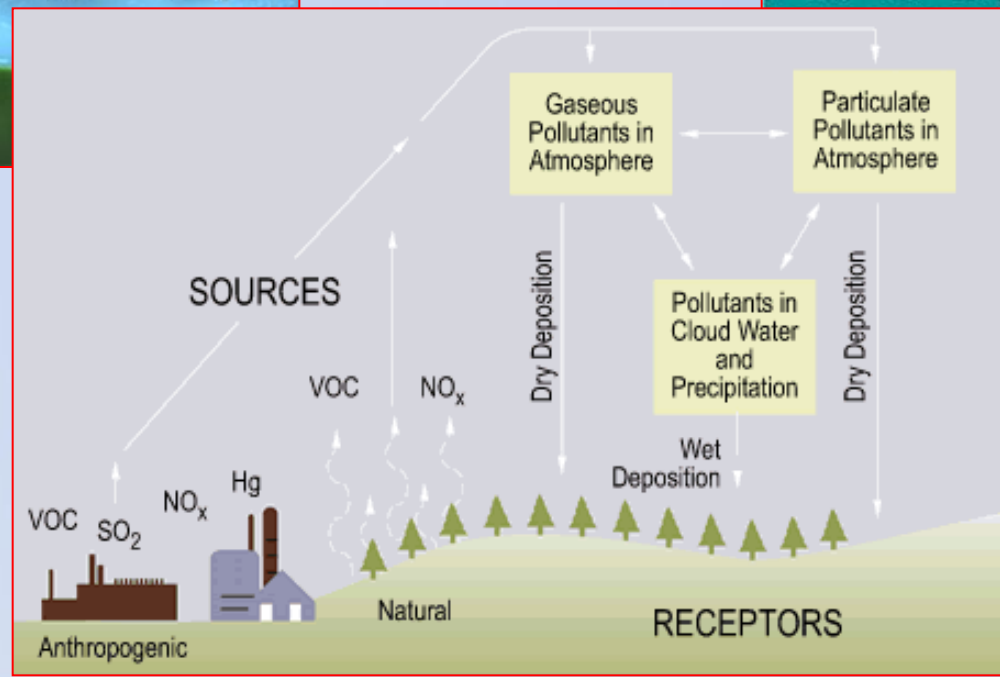
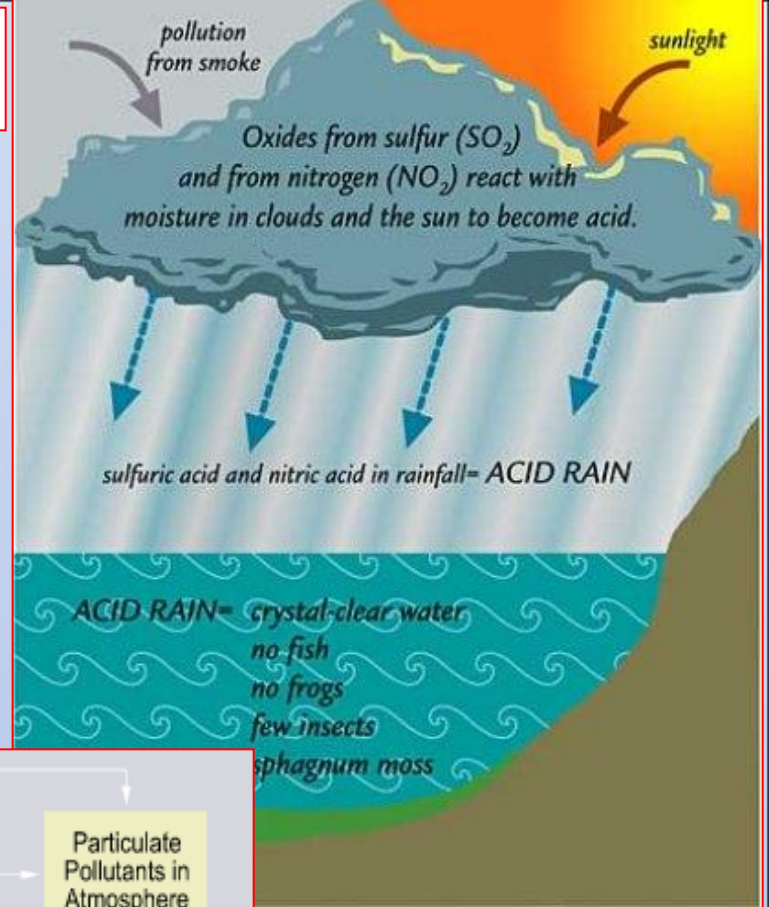
Chuva e Deposição Ácida



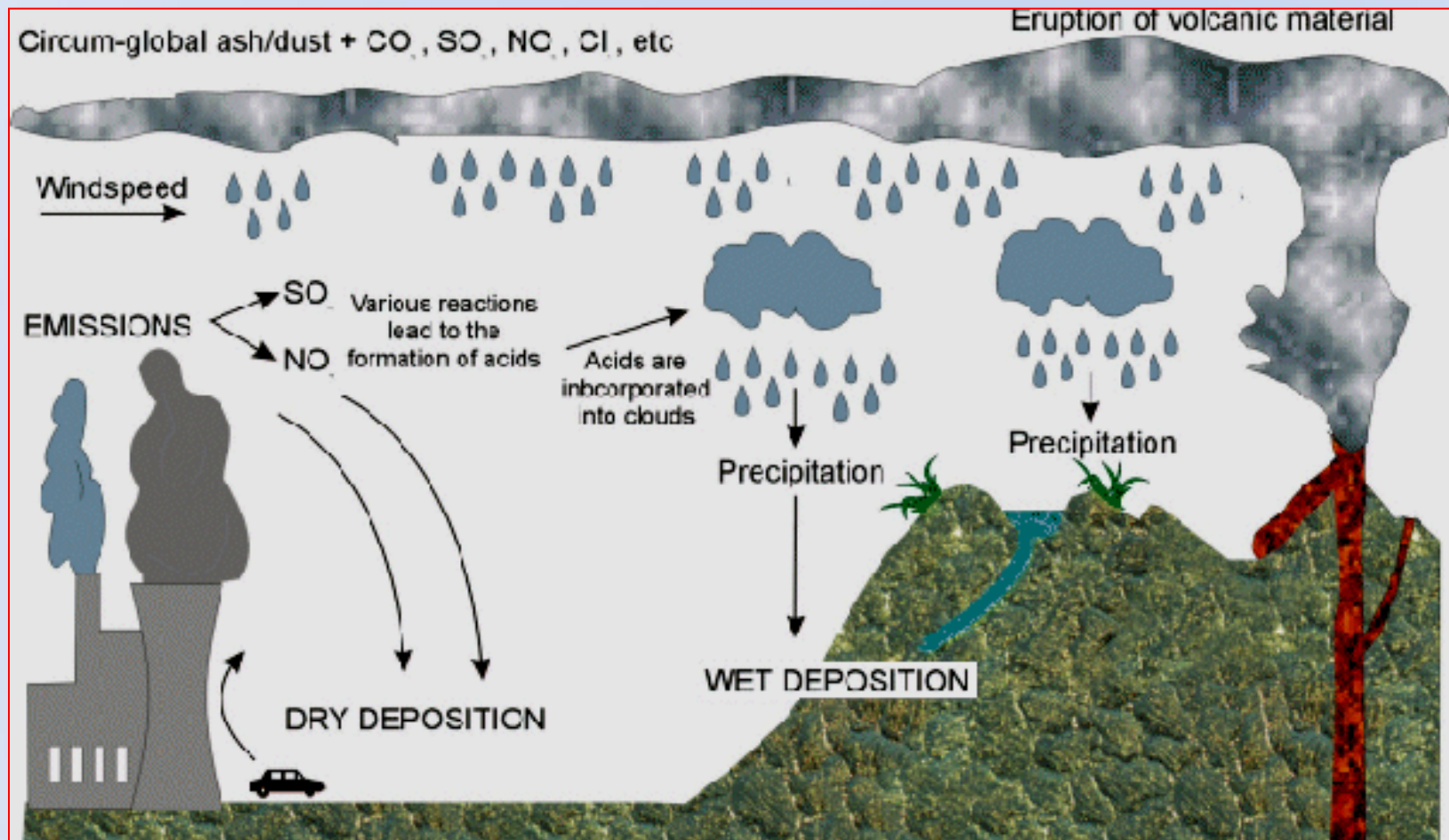
ACID RAIN



Chuva e Deposição Ácida



Chuva e Deposição Ácida





Acid Rain Effects on Sculptures

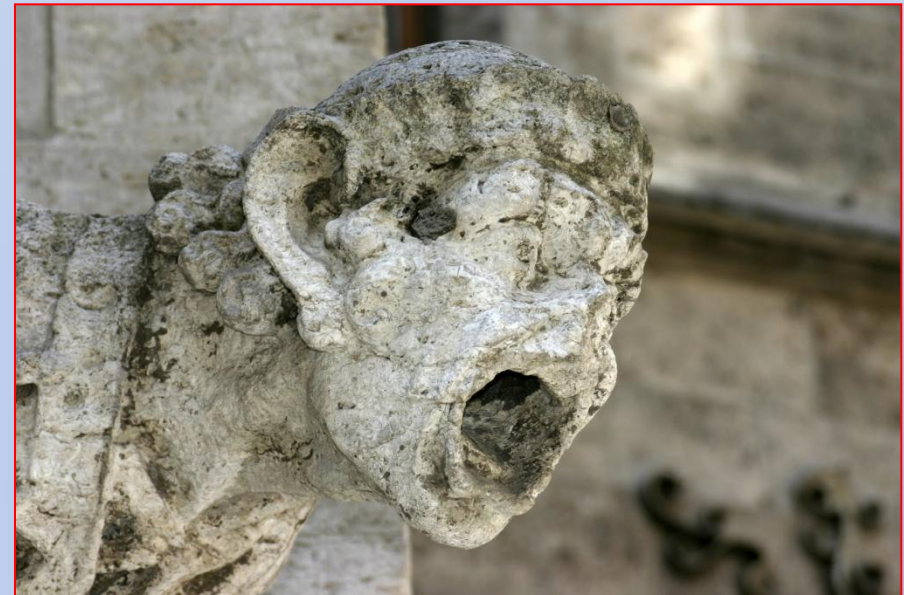


E. M. Winkler Stone, Schmidt-Thomsen

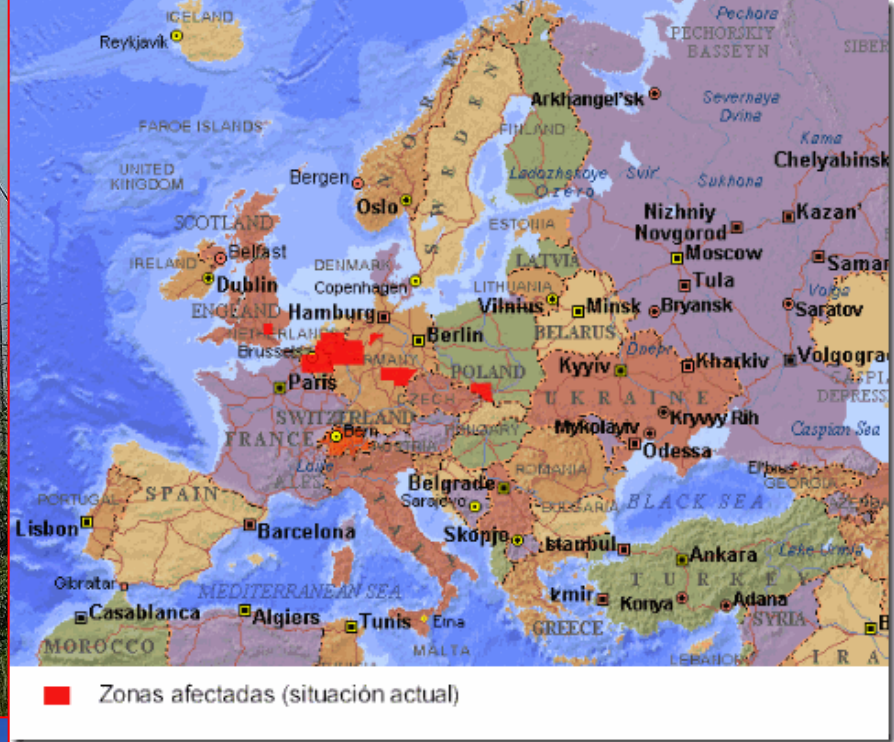
1908

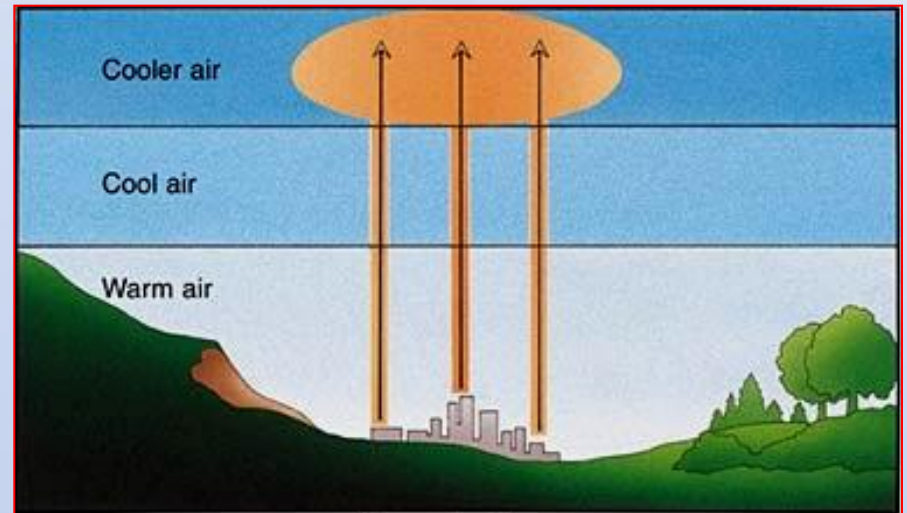
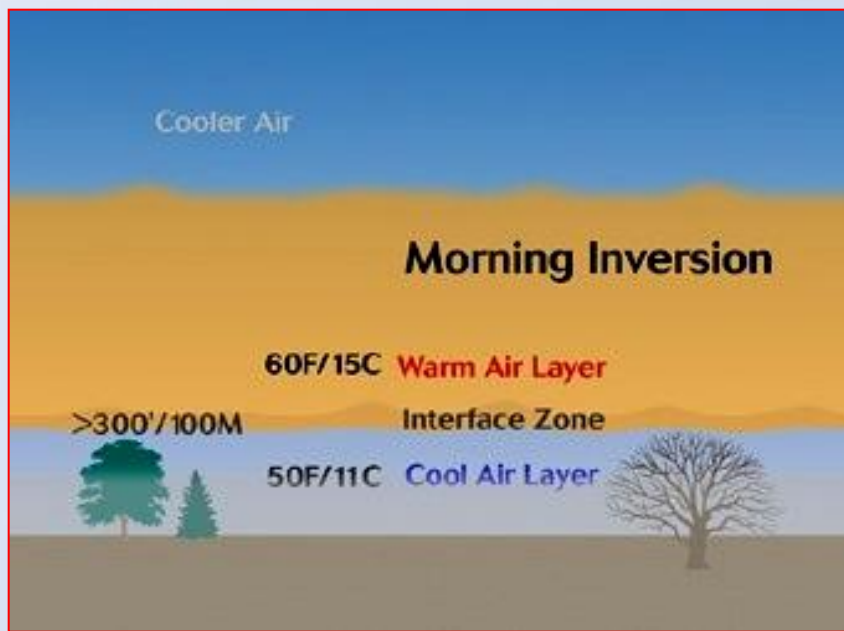
1969

C. Ophardt, c. 2003

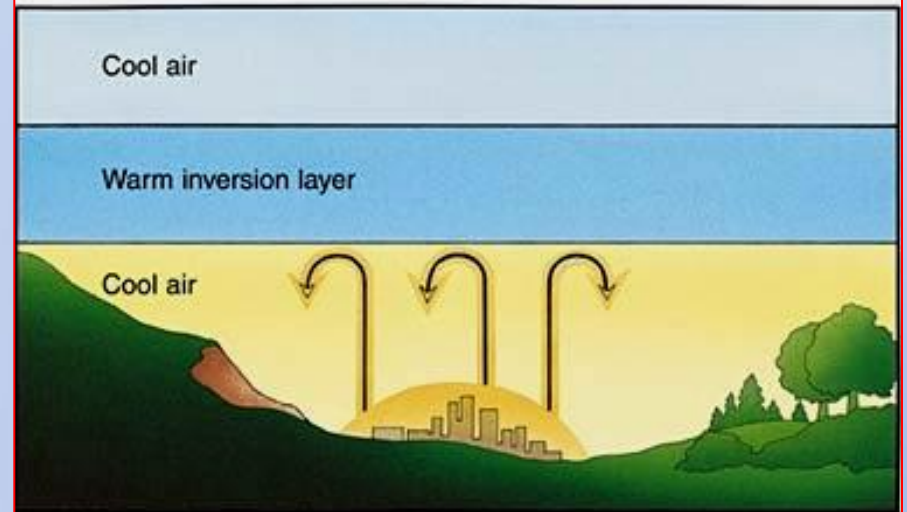
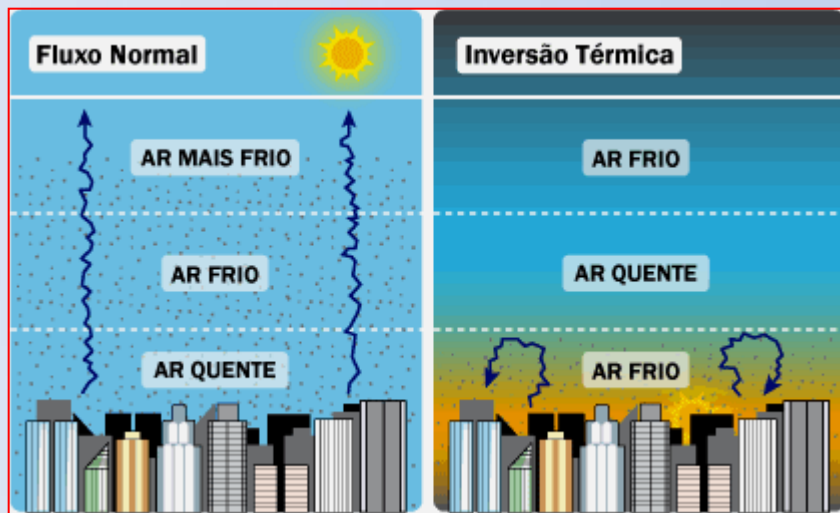


Monumentos danificados pela ação de chuvas ácidas





Normal pattern

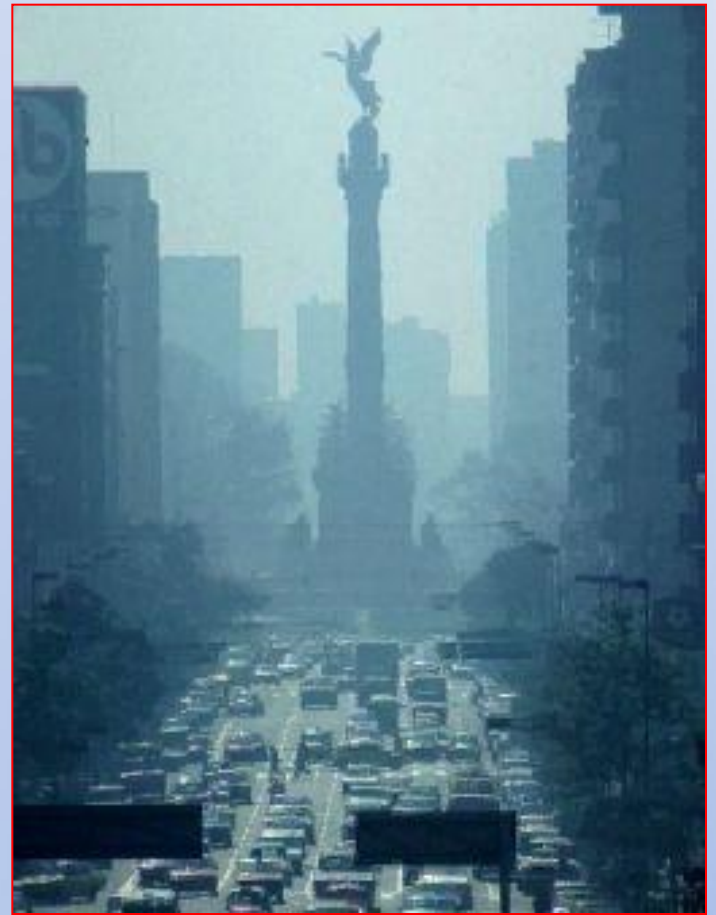


Thermal inversion

Inversão Térmica



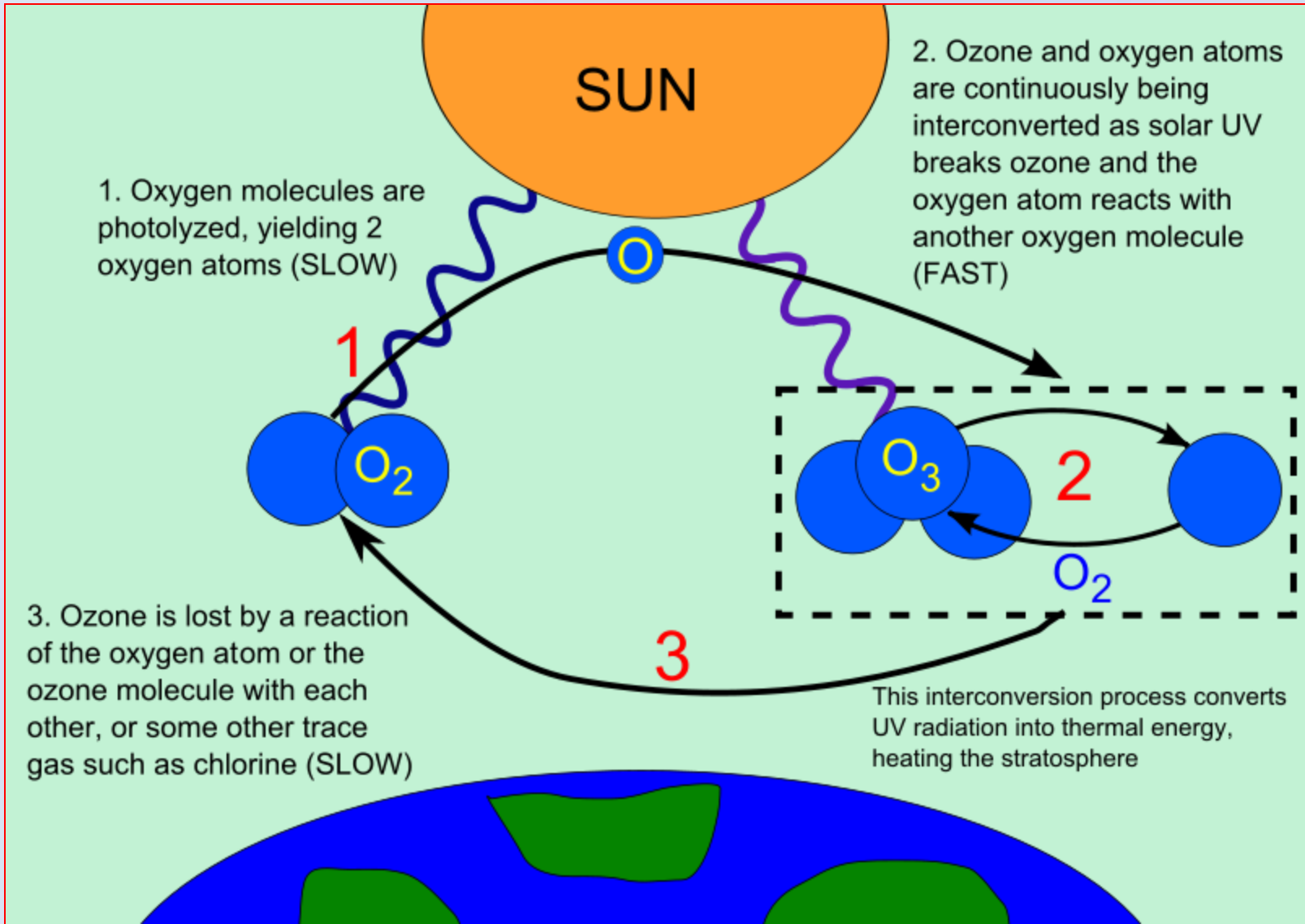
São Paulo



Cidade do México



Camada de Ozônio

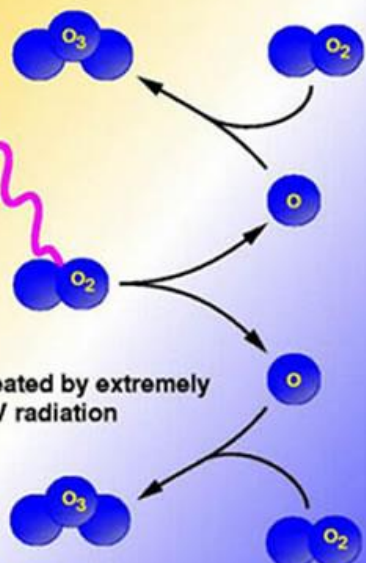


SUN

Ozone Production

EUV

Ozone is created by extremely energetic UV radiation



O OZONO NA ESTRATOSFERA A destruição da camada de ozono

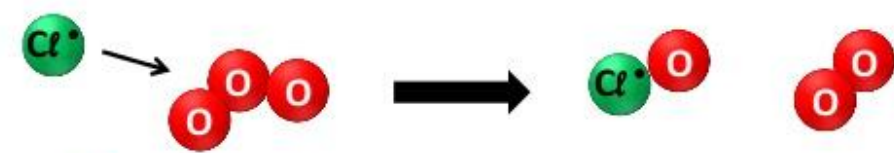
Mecanismo de destruição do ozono pelos CFC

Os CFC, que chegam intactos à Estratosfera, são decompostos pelas radiações UV, libertando os radicais cloro (exemplo para o CFC-11).

Passo 1



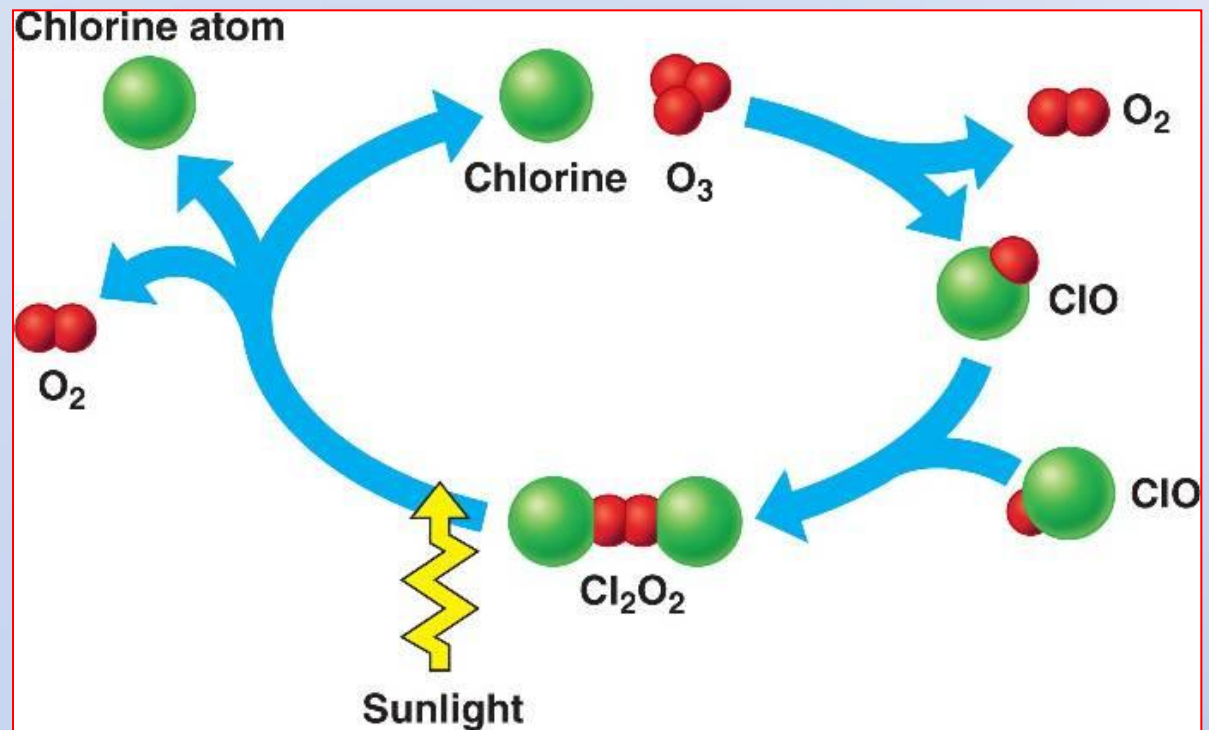
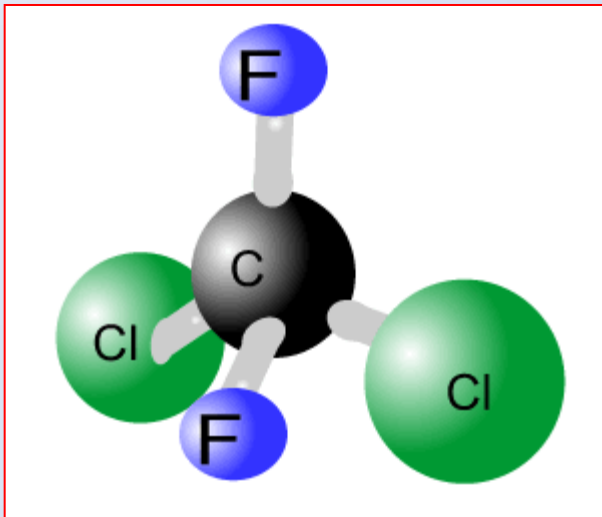
Passo 2



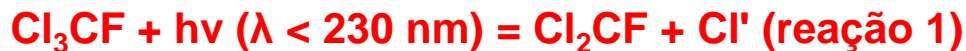
Passo 3



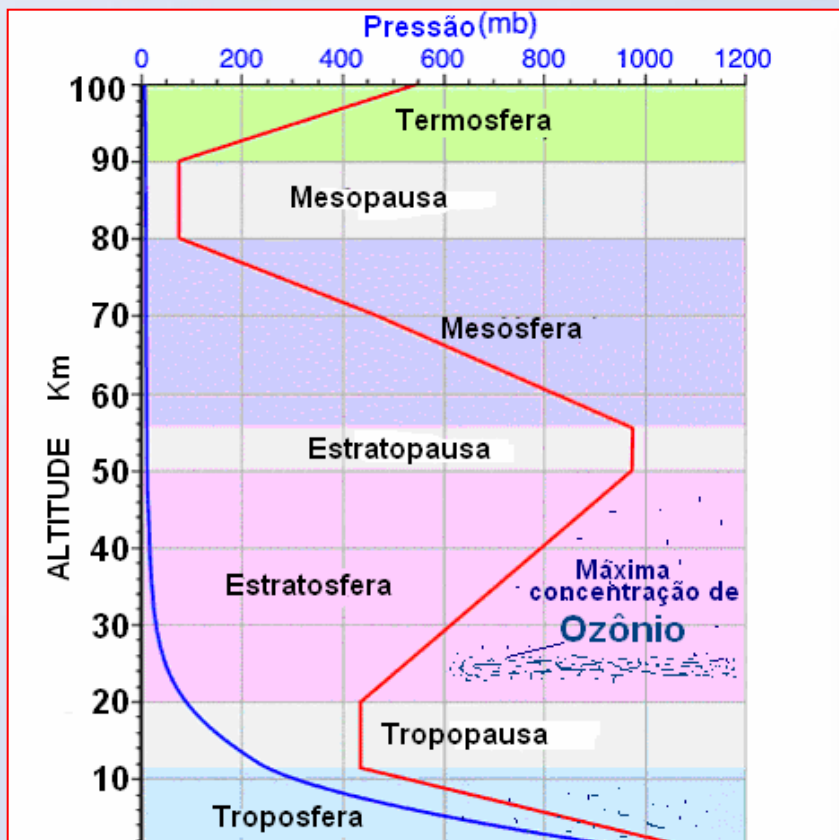
Os passos 2 e 3 repetem-se sucessivamente, com o Cl^{*} consumido no passo 2 a ser regenerado no passo 3 e a ficar disponível para atacar uma nova molécula de ozono.



Vários pesquisadores mostraram que o CFC é bastante estável, mas na presença da radiação UV-C, tornar-se-ia muito instável, produzindo uma reação fotoquímica que libera átomos de cloro, onde. Esquematicamente assim representada:



Para tanto, os CFCs precisam chegar à estratosfera e serem expostos à radiação da banda UV-c de comprimento de onda inferior a 230nm ($2,30 \times 10^{-8}$ cm) de longitude de onda, coisa que ocorre acima dos 36 a 40 km segundo estas fontes esta “viagem” dos CFCs levaria aproximadamente oito meses.

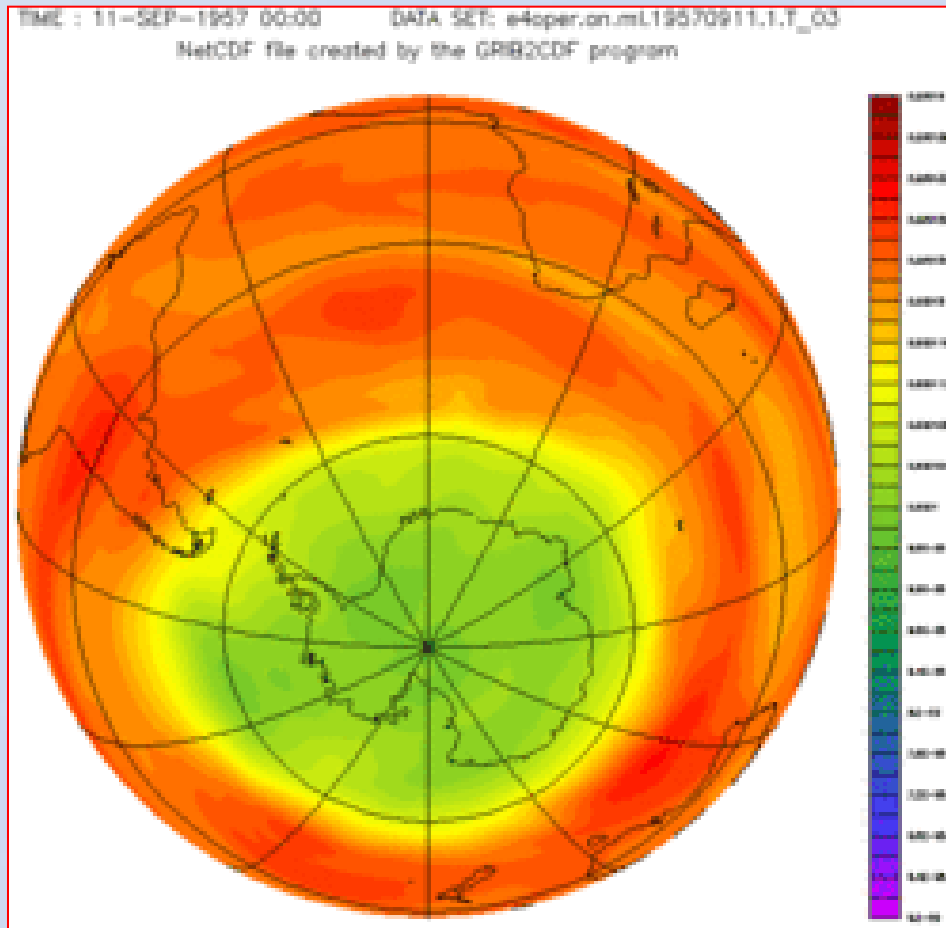


Estrutura geral da atmosfera e comportamento da temperatura e pressão

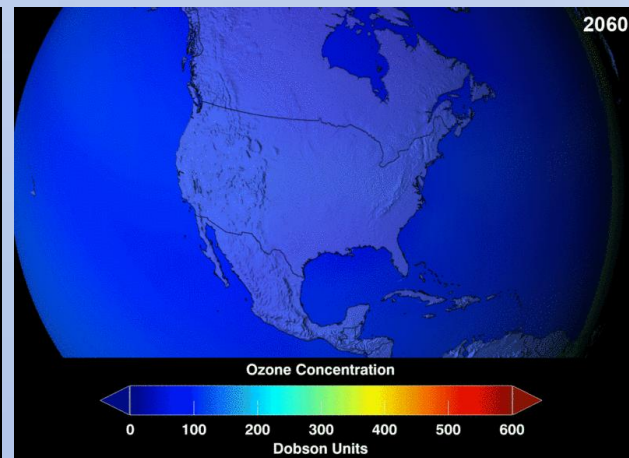
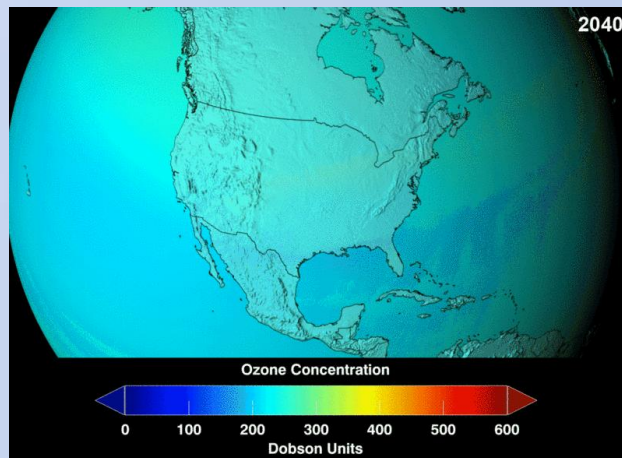
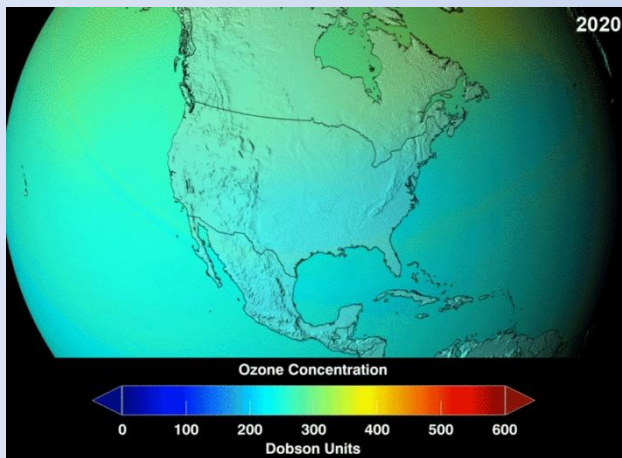
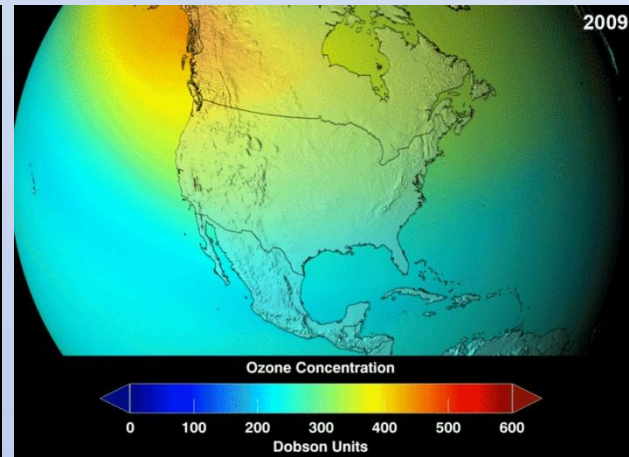
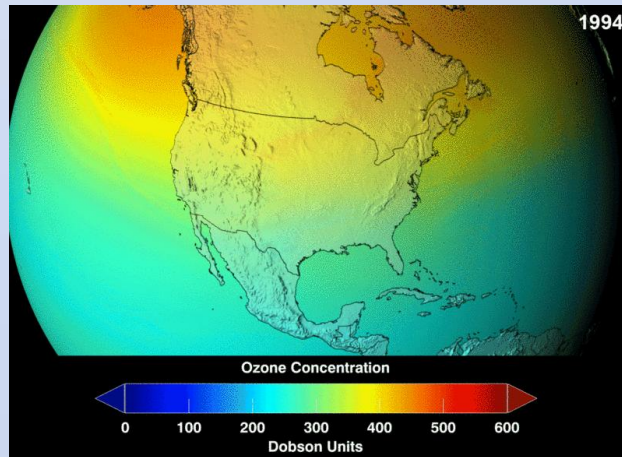
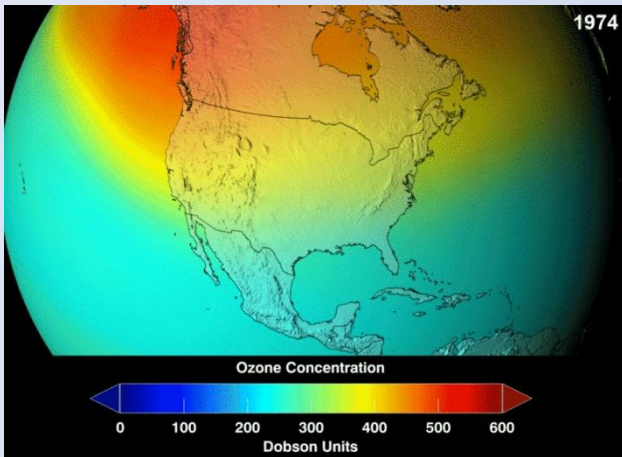
O ozônio estratosférico:

A formação do ozônio em altitudes elevadas dá-se quando um fóton de elevada energia ($\lambda < 242\text{nm}$) atinge a molécula de O_2 , desestabilizando-o e provocando nova ligação, sendo representado da seguinte forma:

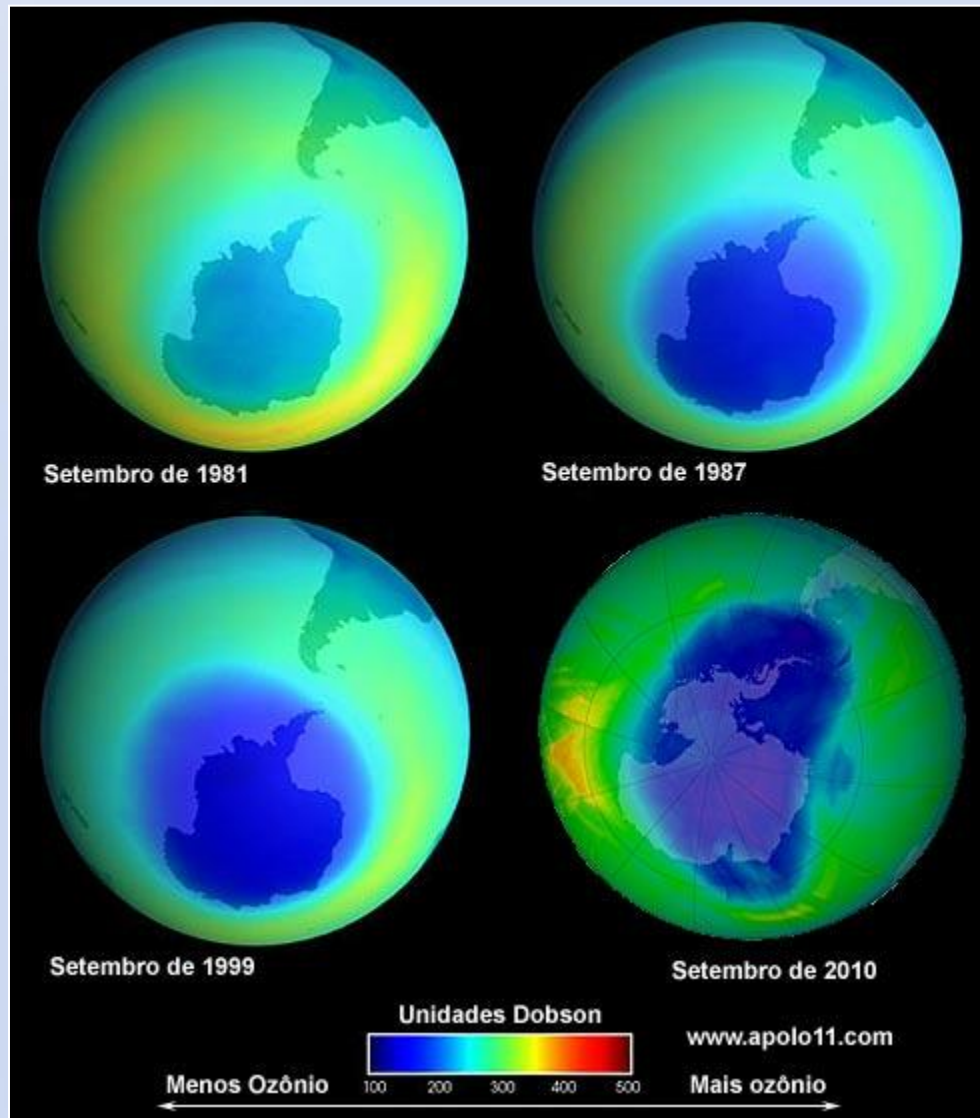




Buraco da camada de ozônio na Antártida nos meses de Setembro entre 1957 e 2001.

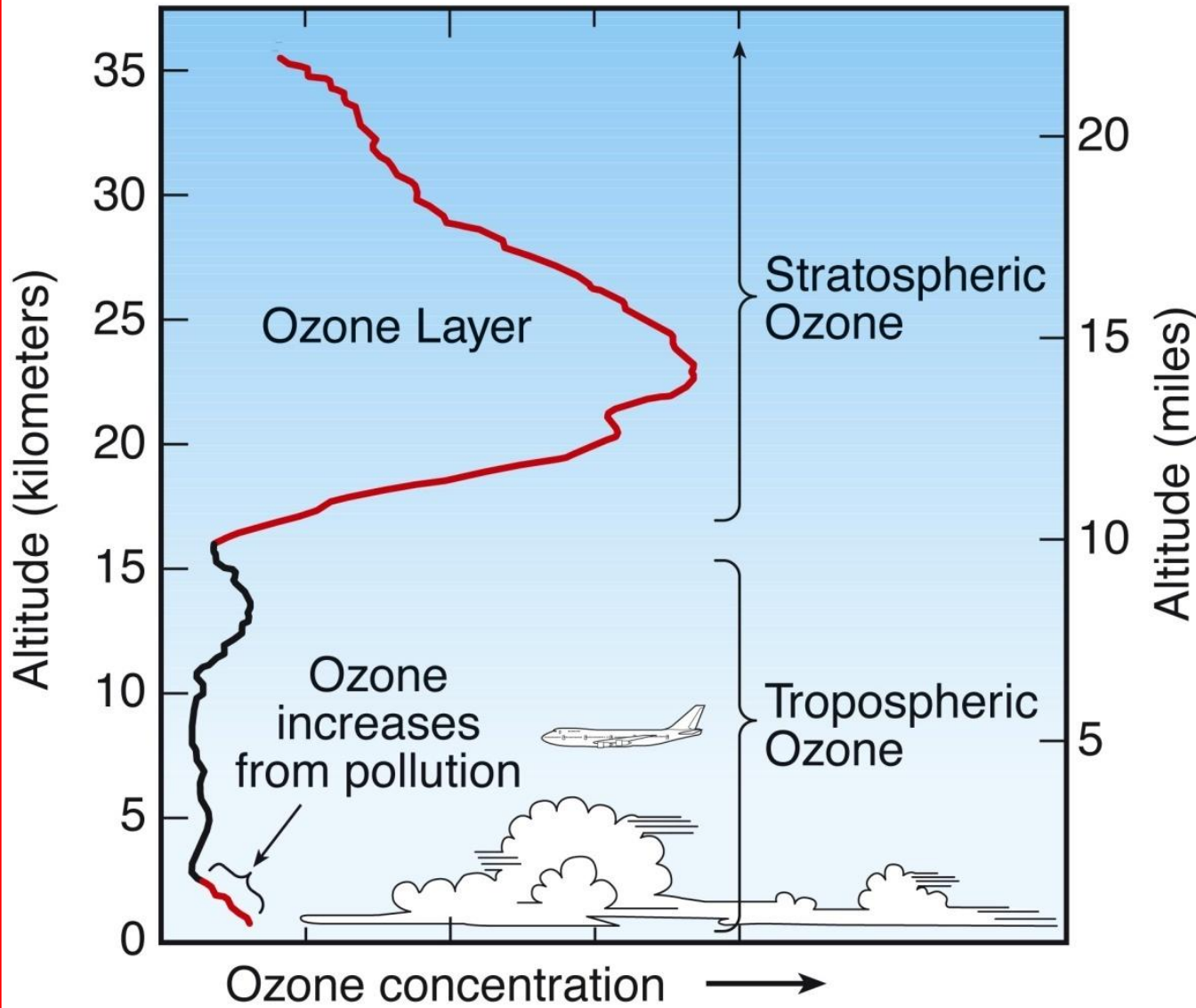


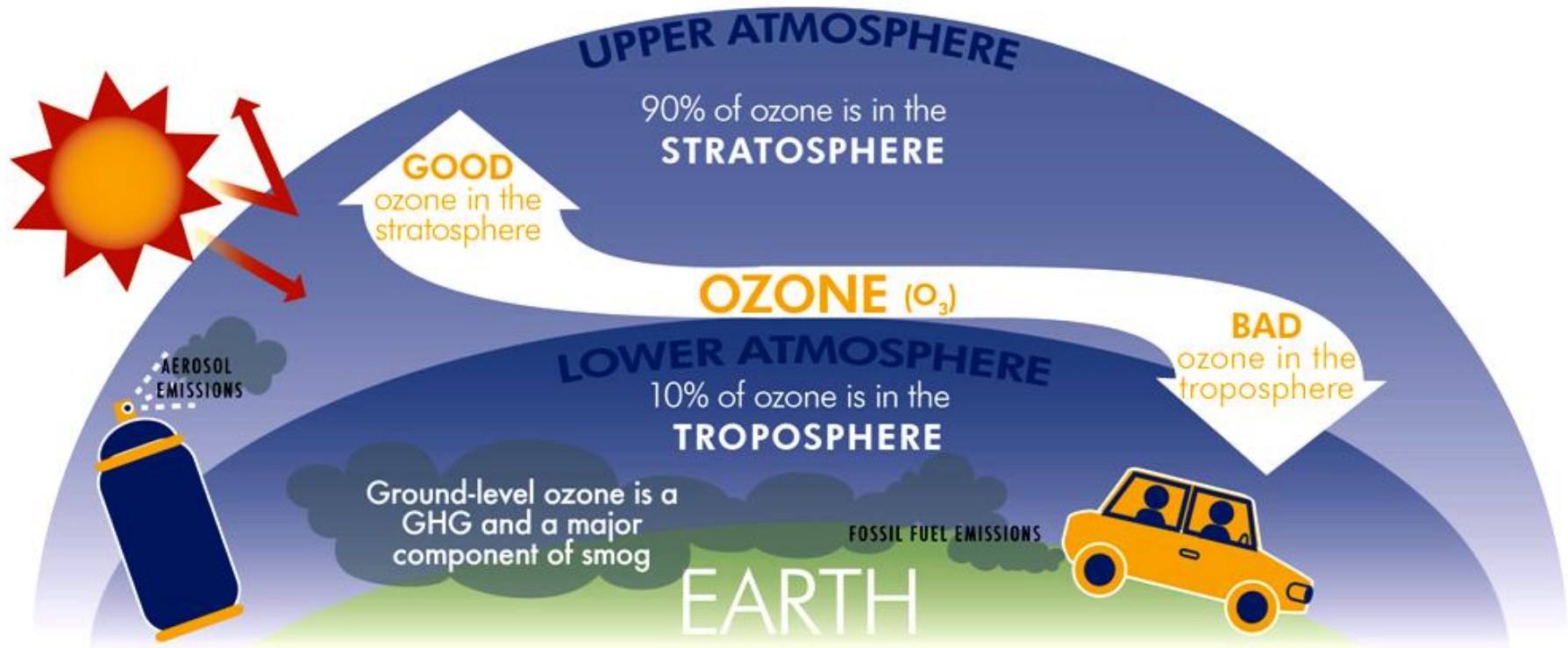
Simulação da evolução da depleção do ozônio sem os efeitos do Protocolo de Montreal.



Relatório divulgado pela ONU e chancelado por mais de 300 cientistas de todo o mundo confirma que a expansão do buraco na camada de ozônio está contida.

Ozone in the Atmosphere





Adapted from the Chicago Climate Action Plan

 CHICAGO COMMUNITY
CLIMATE ACTION TOOLKIT

Find this and other climate action tools at
climatechicago.fieldmuseum.org

The Field
Museum
Environment, Culture and Conservation
A Division of Science



© The Field Museum, ECCo, 2012

GHG = Green House Gas

Ozone formation

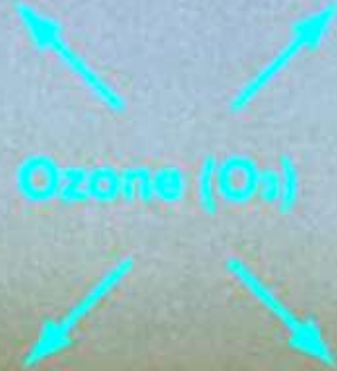
Sunlight



Oxygen (O_2) +
Volatile Organic Compounds (VOC) +
Nitrogen Oxides (NO_x)



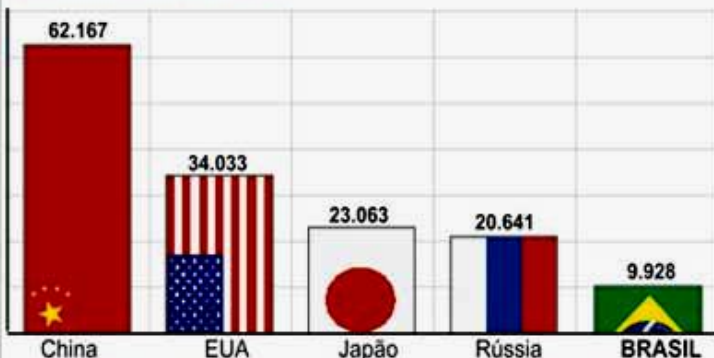
Ozone (O_3)



CONSUMO DE CFC

Dados da ONU

MAIORES REDUÇÕES*



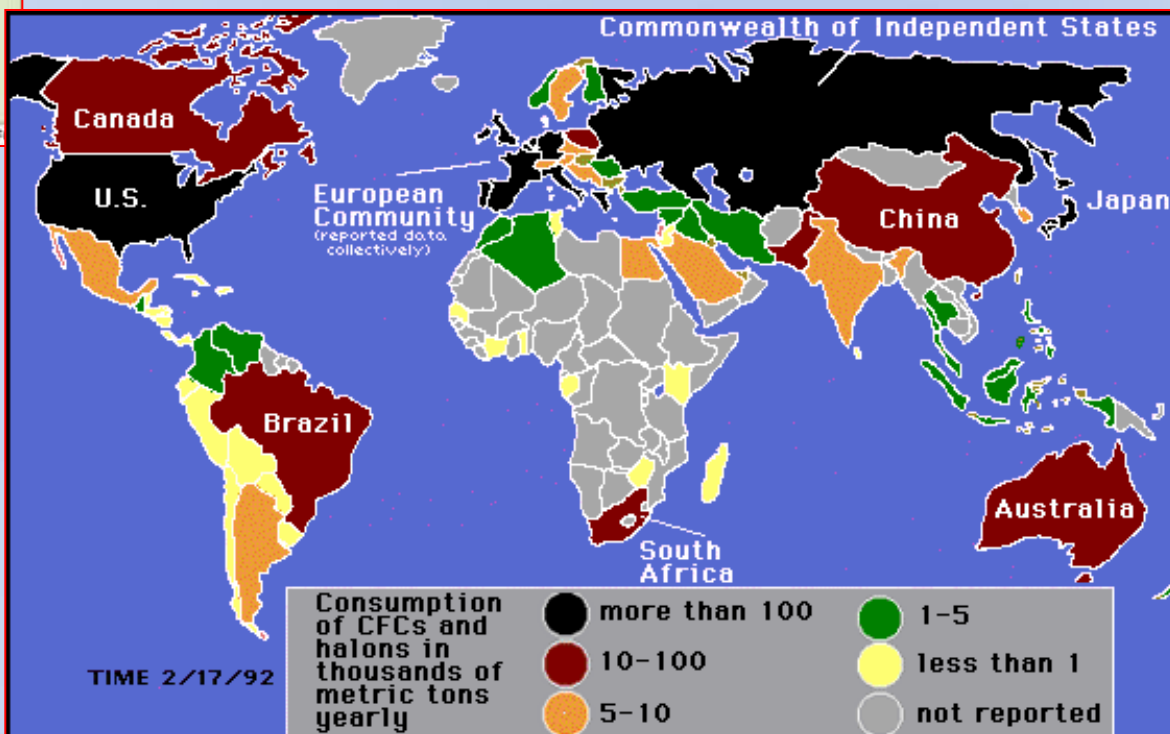
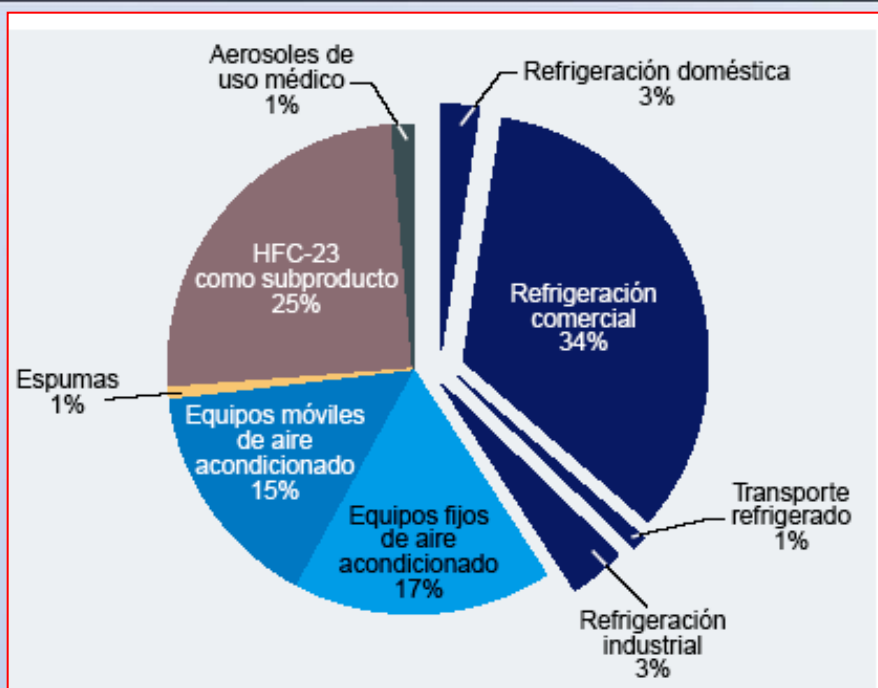
(* Em toneladas de Potencial Destruidor de Ozônio, numa lista de 172 países compilada pela Divisão de Estatísticas das Nações Unidas

O CFC

- Denomina-se Clorofluorcarboneto ou Clorofluorcarbono
- Conhecidos também como freon, os gases CFC foram muito usados na década de 80 e 90 como propelente de aerossóis, extintores de incêndio e para refrigeração em geladeiras e aparelhos de ar-condicionado
- Descobriu-se que os CFCs sofrem fotólise quando submetidos à radiação ultravioleta, dividindo-se na altura da camada de ozônio onde a presença desses raios são constantes

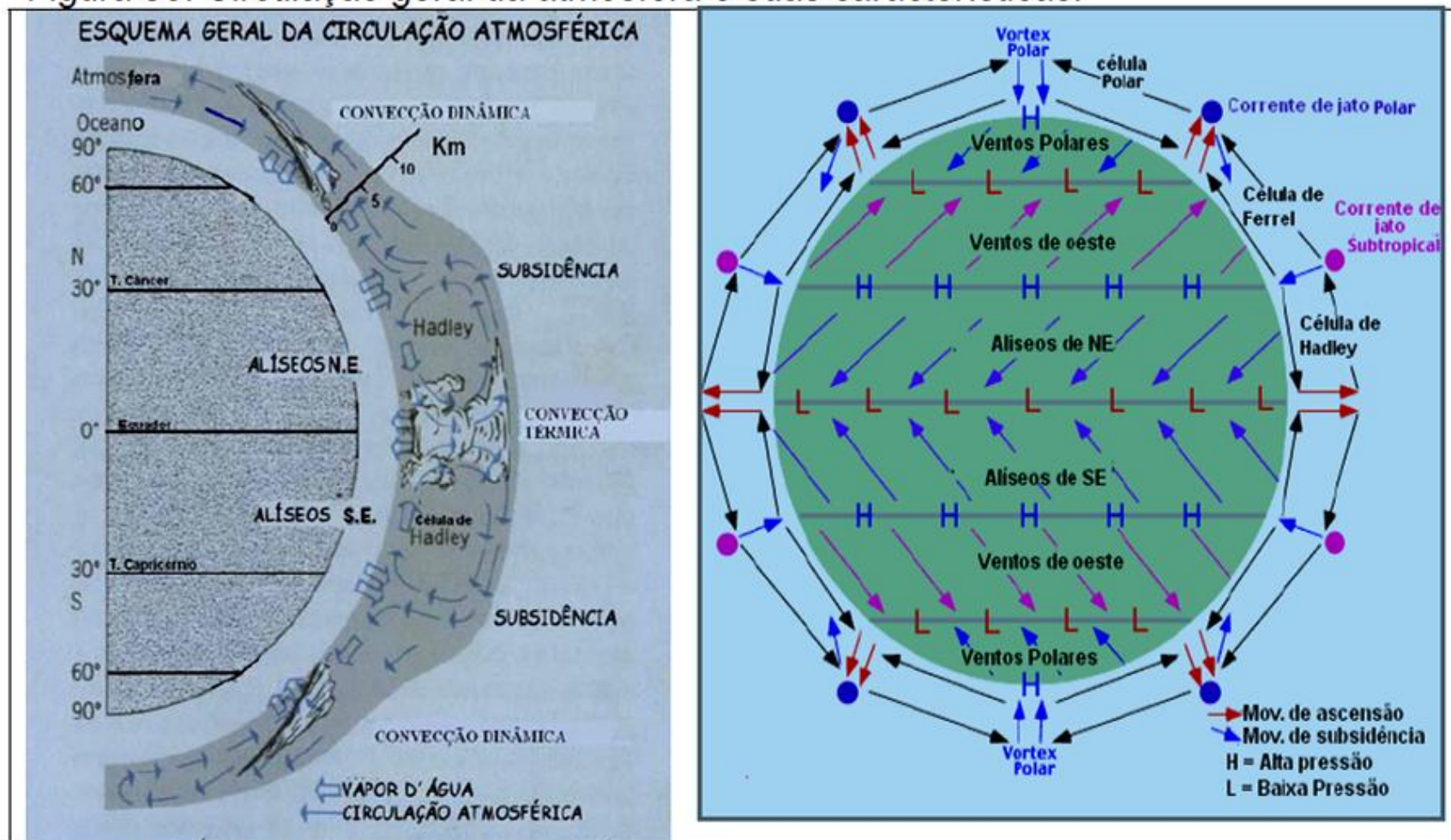
FONTE: Divisão de Estatísticas das Nações Unidas/ONU

© GRAFF



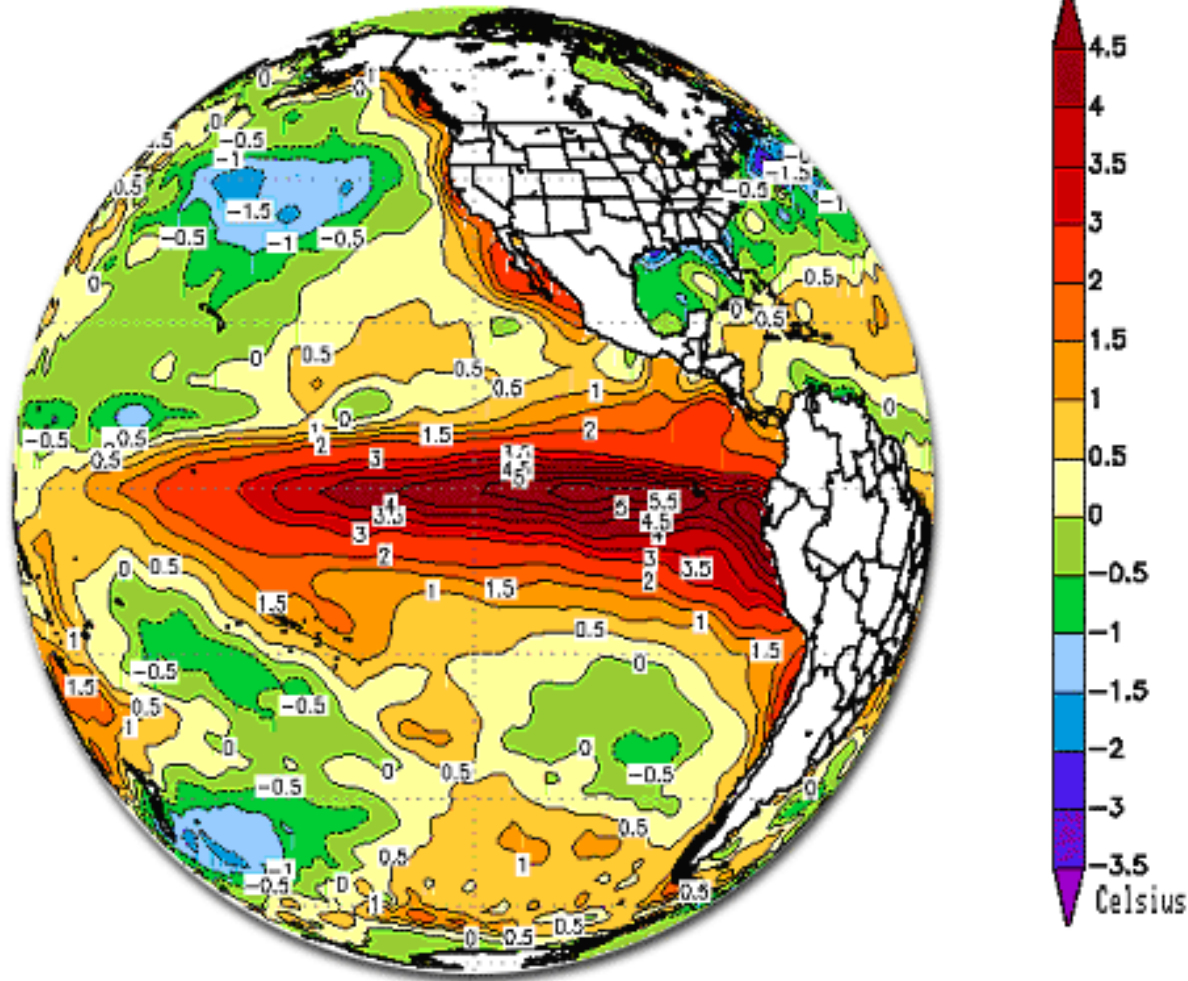
El Niño e La Niña

Figura 03. Circulação geral da atmosfera e suas características.



Fonte: Adaptado de Strahler e Ayoad.

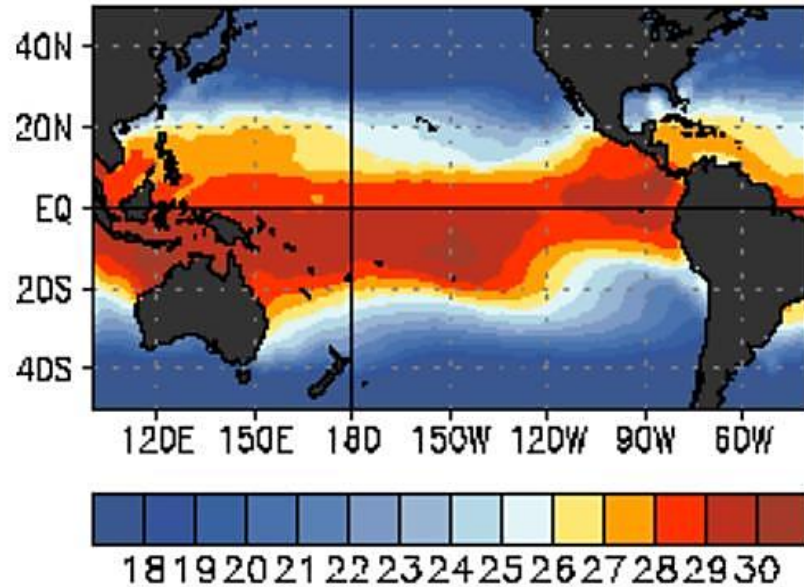
Anomalia de Temperatura da Superfície do Mar Dezembro de 1997



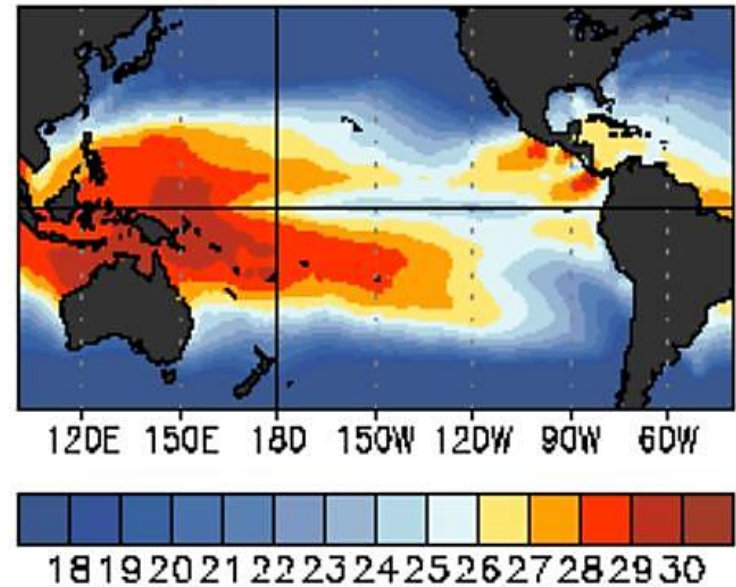
A anomalia de temperatura da superfície do mar em dezembro de 1998. Os tons avermelhados indicam regiões com valores acima da média e os tons azulados as regiões com valores abaixo da média climatológica. Pode-se notar a região no Pacífico Central e Oriental com valores positivos, indicando a presença do **El Niño**.

OCEAN TEMPERATURES (°C)

EL NIÑO
Jan-Mar 1998

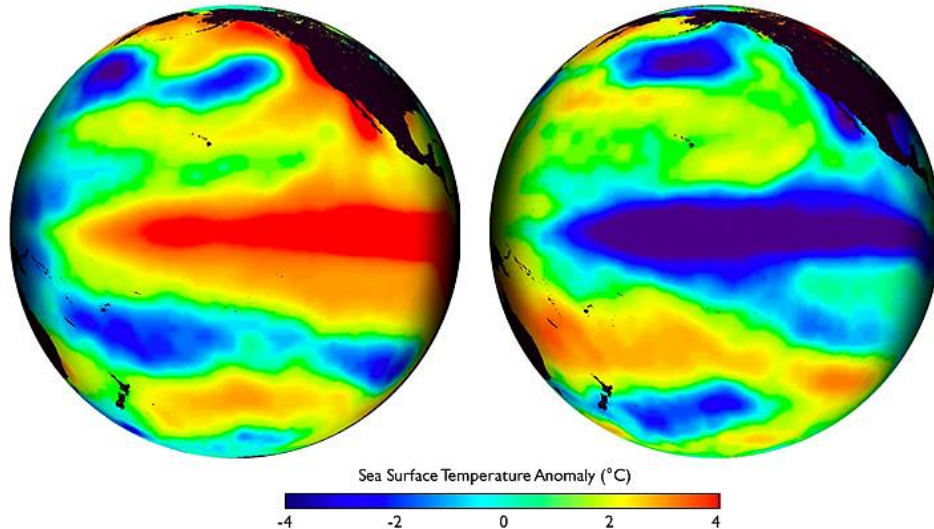


LA NIÑA
Jan-Mar 1989



El Niño

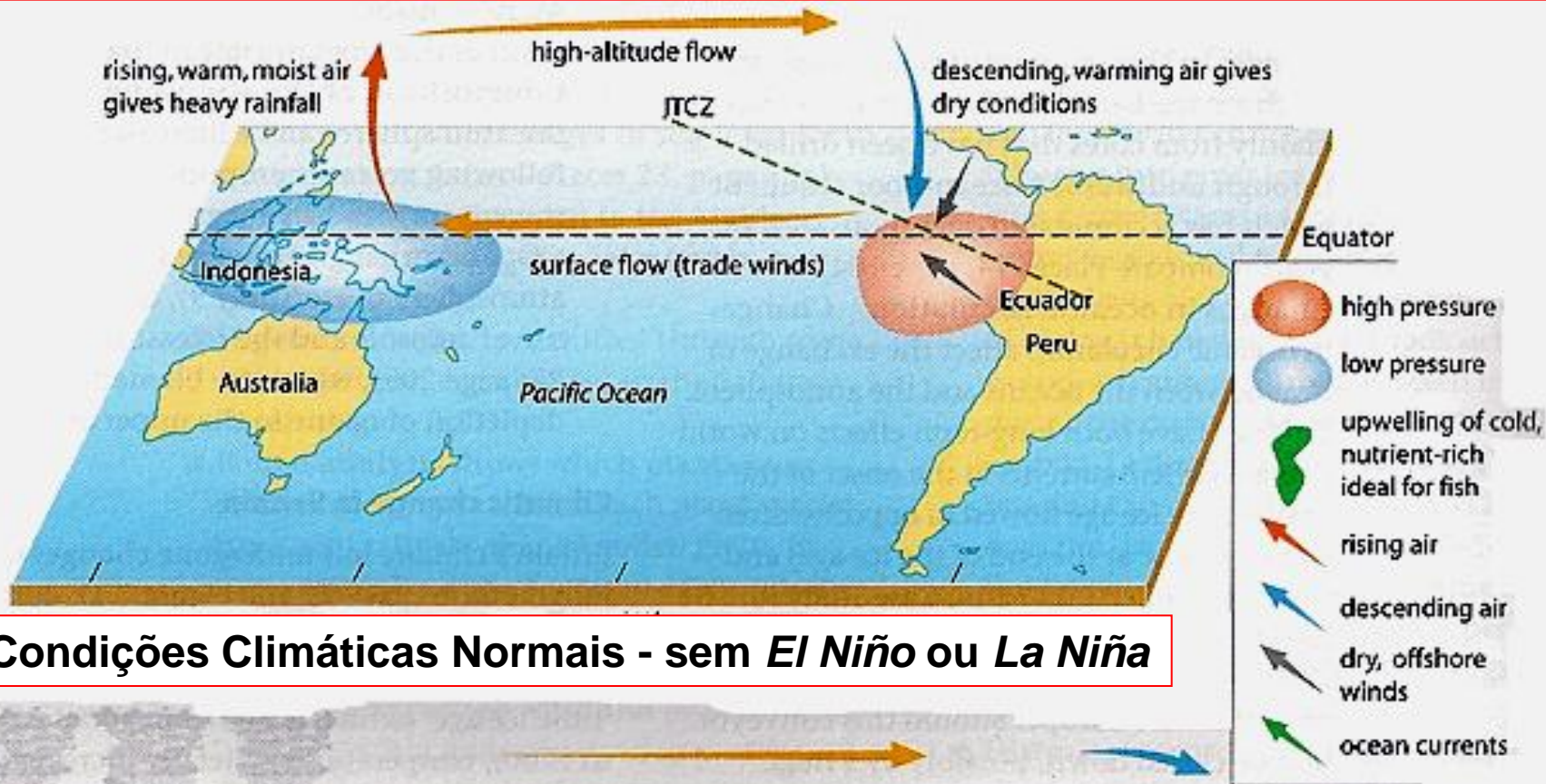
La Niña



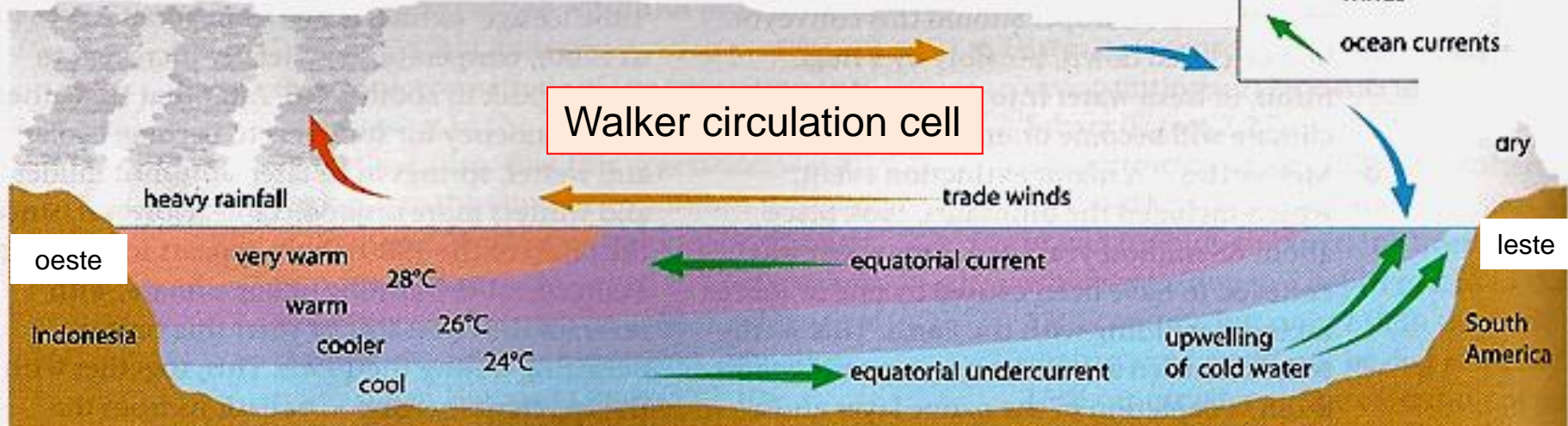
Natural abnormal
heating (El Niño) or
cooling (La Niña) of
Equatorial Pacific water

Red color – warm water
Blue color – cold water

Walker circulation cell – Atmospheric flow from west (oeste) to east (leste)



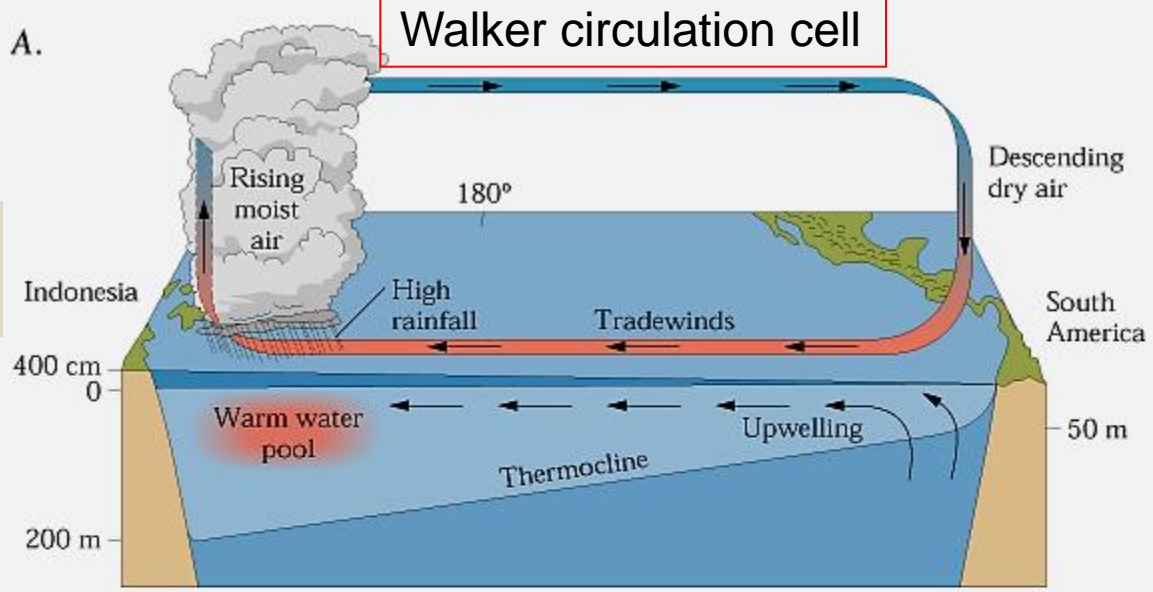
Condições Climáticas Normais - sem *El Niño* ou *La Niña*



trade winds = ventos alísios

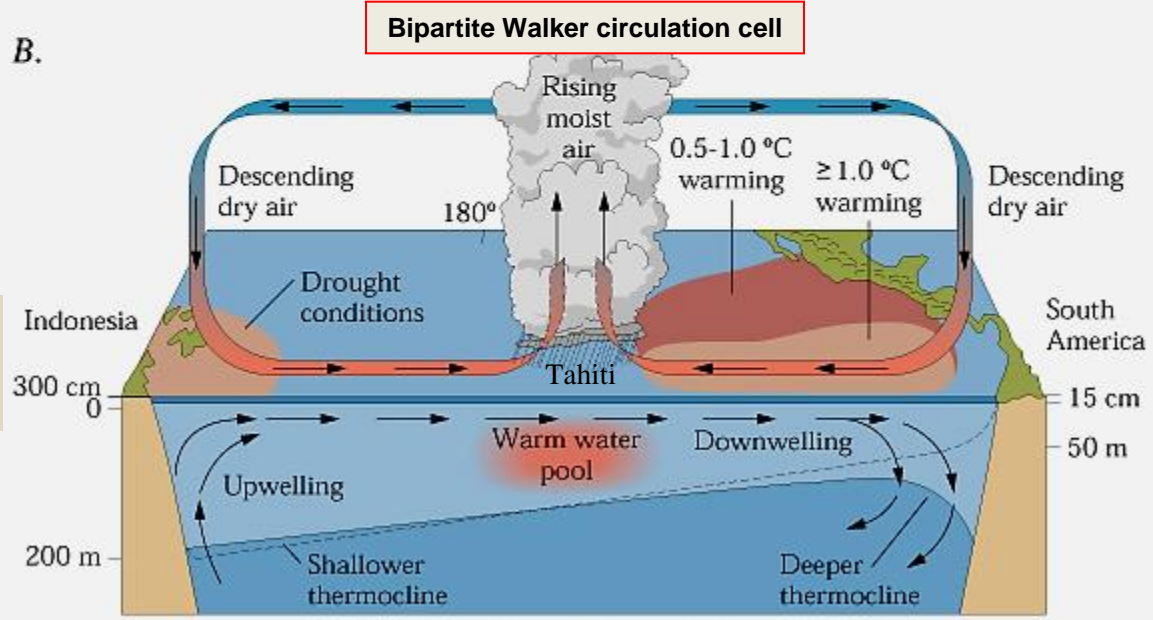
upwelling = afloramento ou ressurgência

Normal Conditions



"Normal" conditions in the tropical Pacific

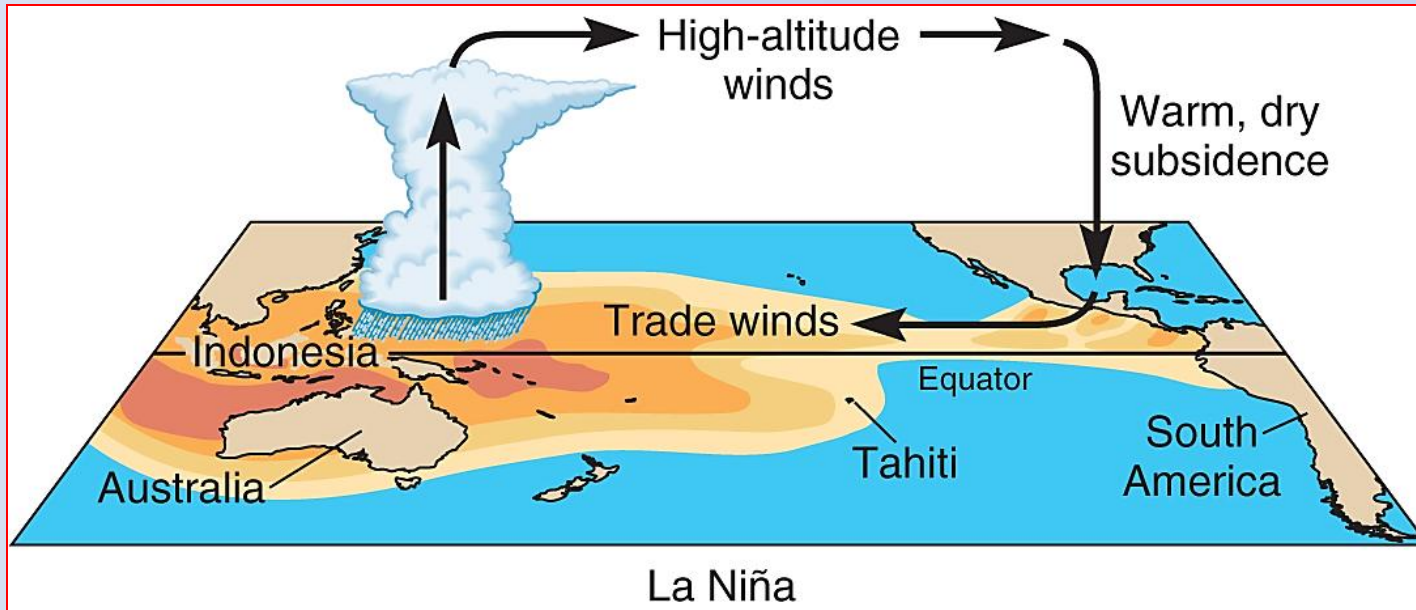
El Niño Conditions

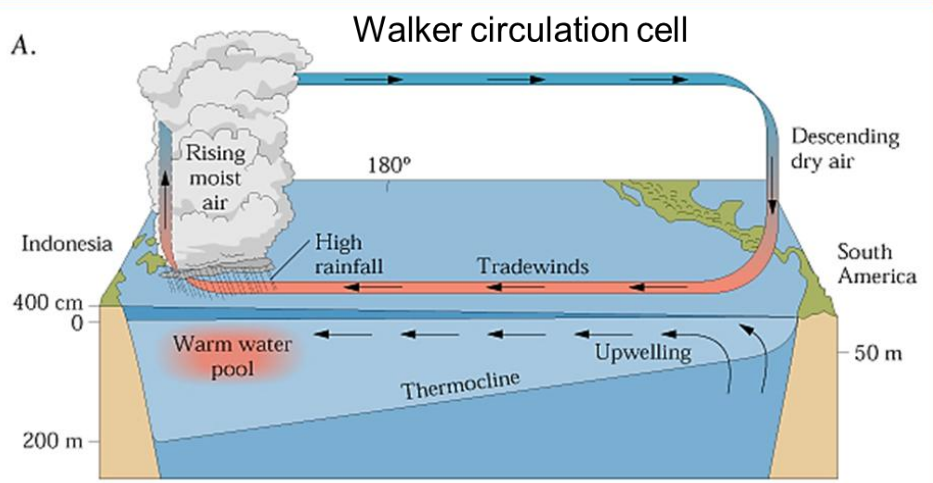


El Niño conditions in the tropical Pacific

Copyright 1999 John Wiley and Sons, Inc. All rights reserved.

Célula de circulação de Walker alongada

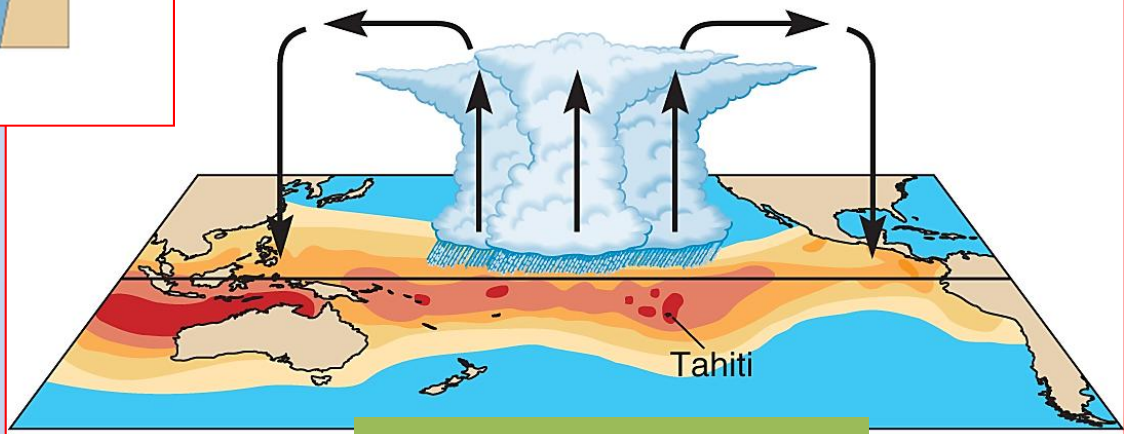




Condições normais

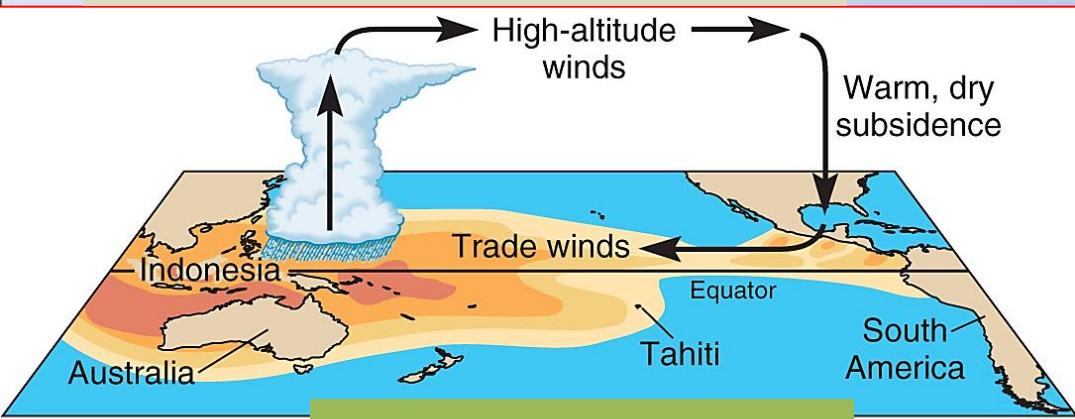
Eventos do El Niño e La Niña são alternadas e ocorrem com frequência e duração variáveis.

Célula de circulação de Walker bipartida



Condições de El Niño

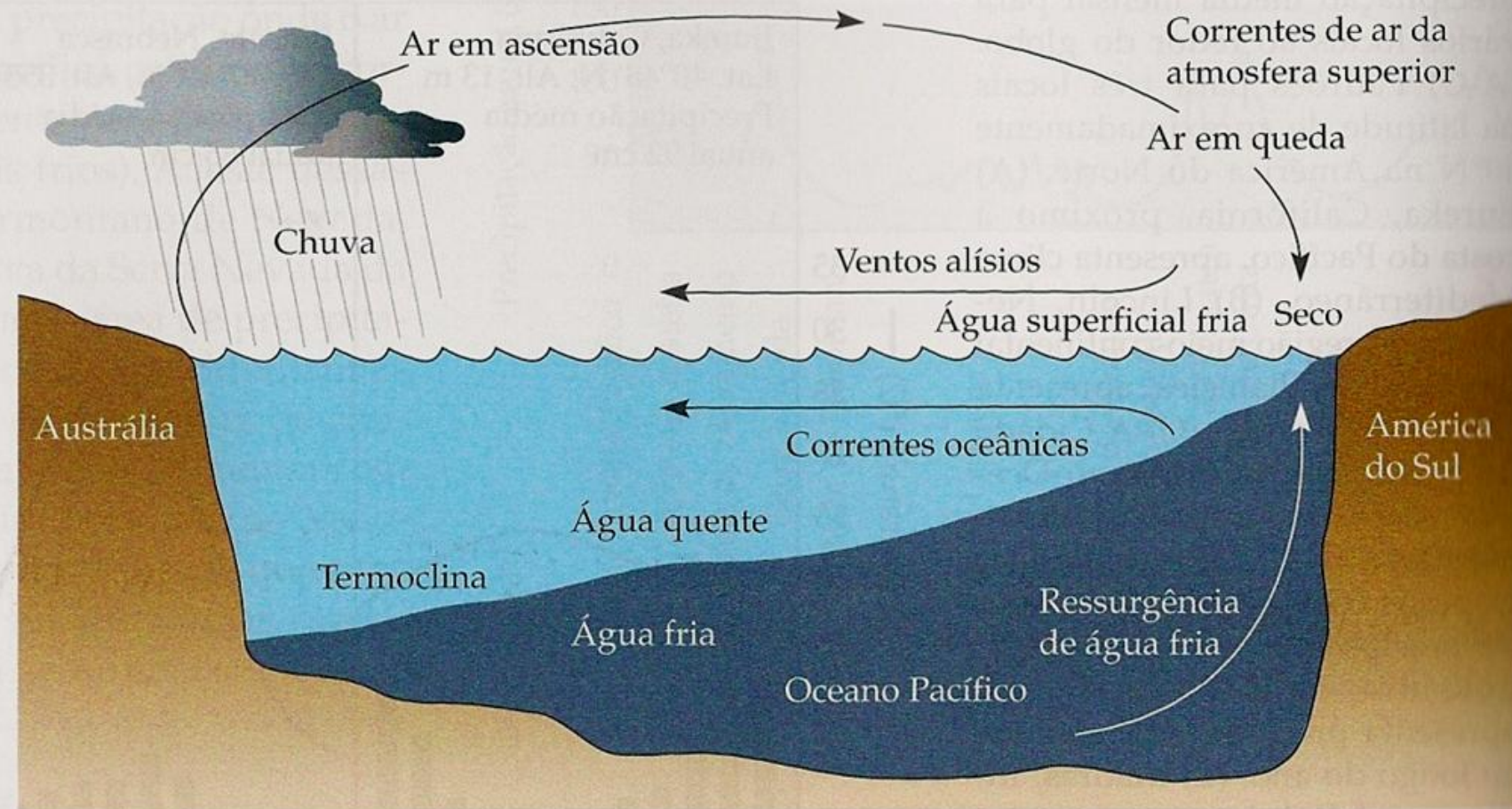
Célula de circulação de Walker alongada



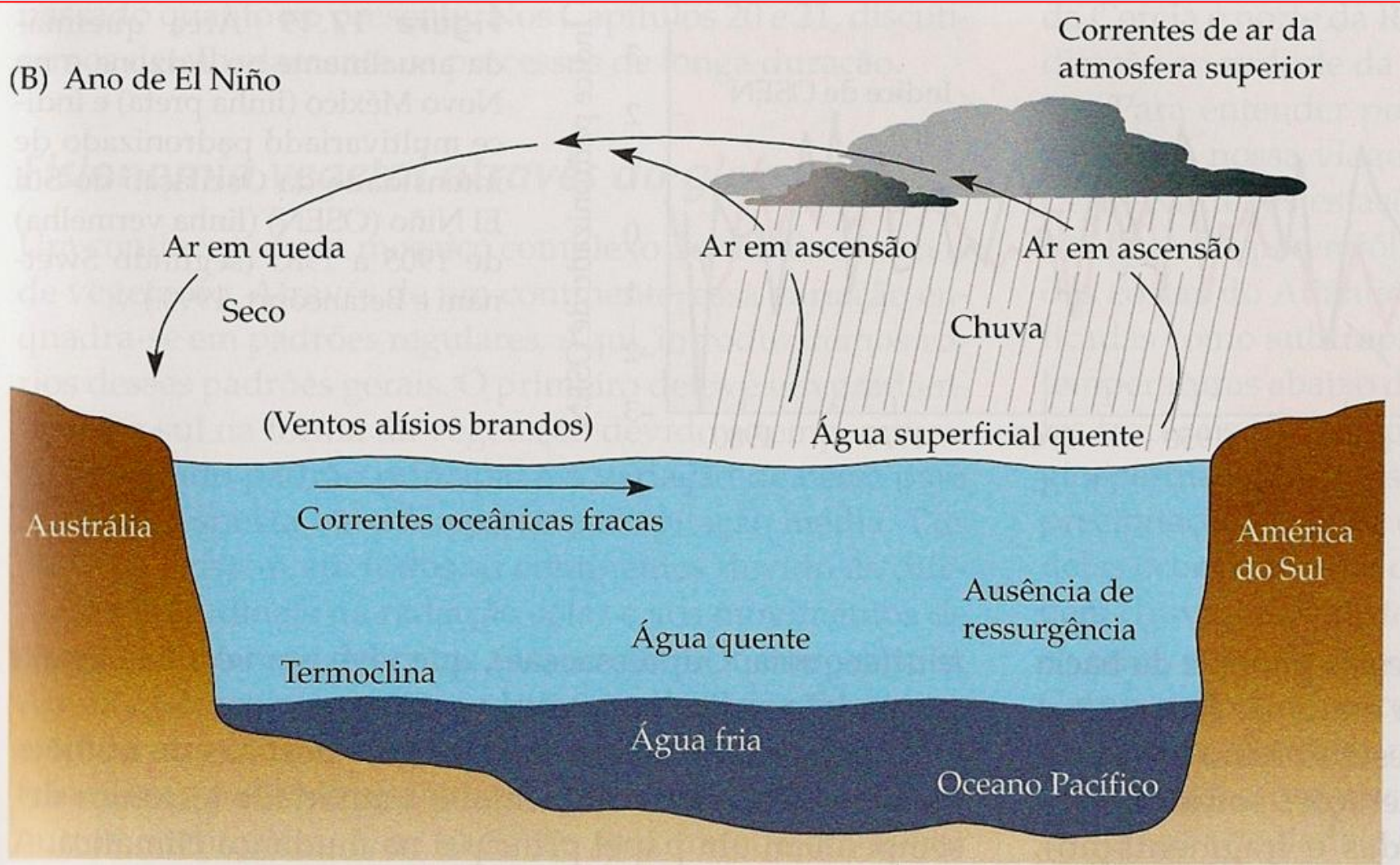
Condições de La Niña

Em dezembro / 2014, o monitoramento das condições oceânicas no Pacífico Equatorial indica a persistência de águas mais quentes na região do Oceano Pacífico Tropical (Caracteriza ocorrência de El Niño com uma baixa intensidade).

(A) Ano normal



(B) Ano de El Niño



La Niña conditions:

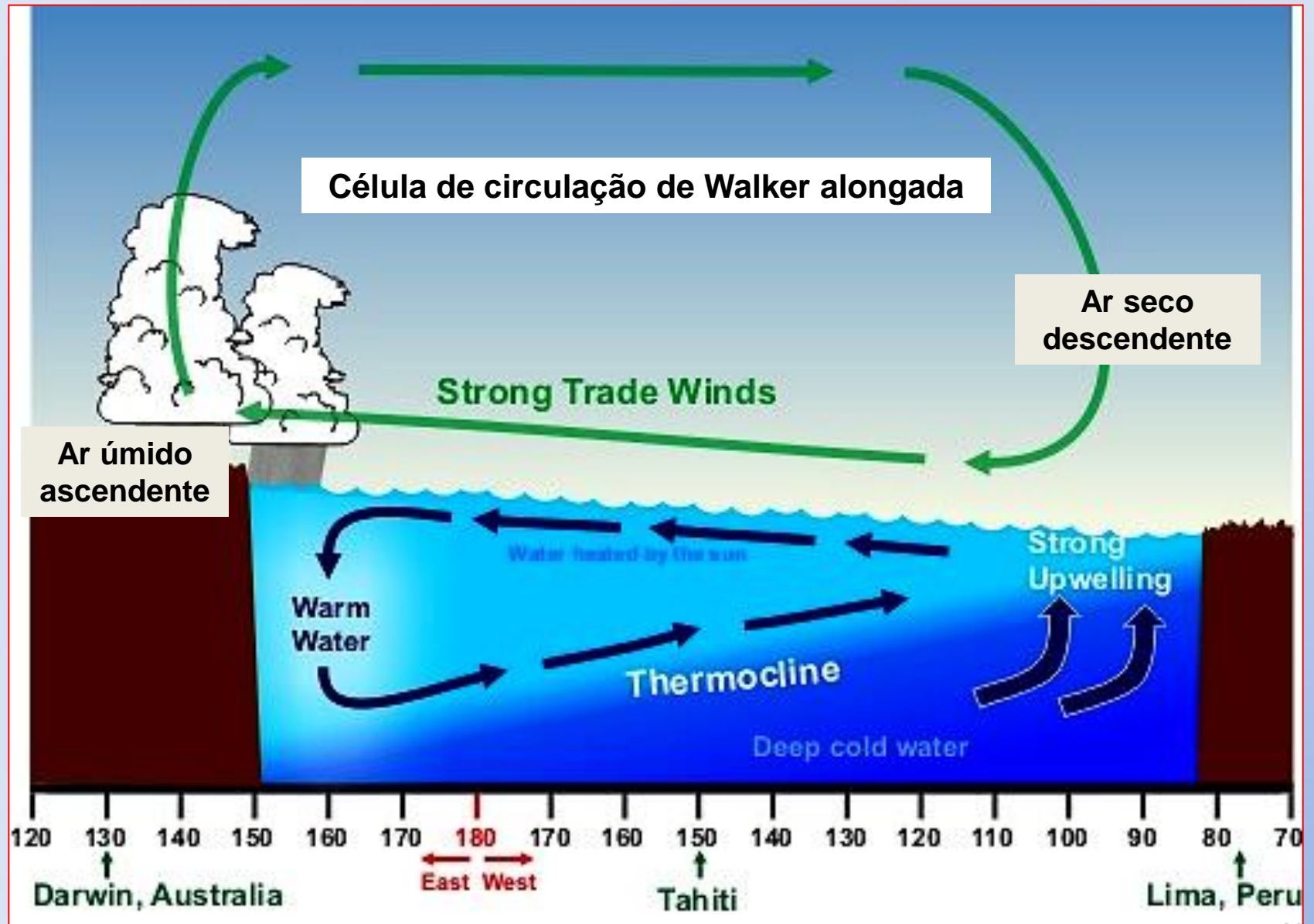
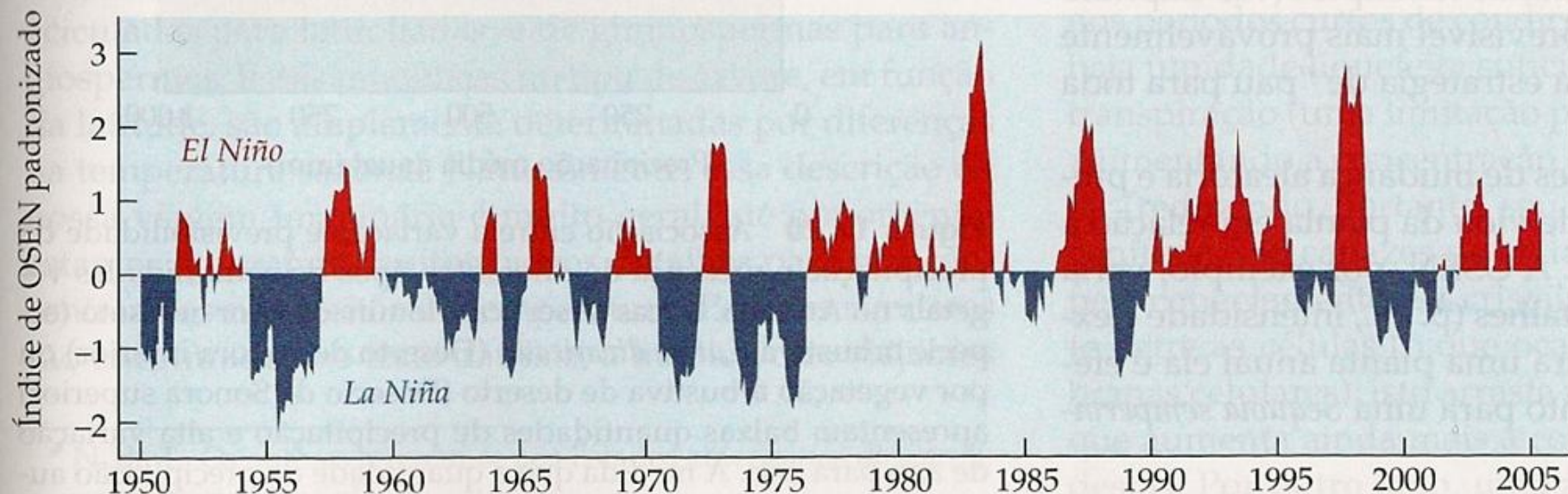


Figura 17.18 Registro histórico da intensidade de eventos de El Niño (acima da linha média do gráfico) e de La Niña (abaixo da linha média) de 1950 a 2005, com base em um índice multivariado padronizado, que inclui as temperaturas da superfície oceânica, temperaturas do ar na superfície, características do vento e outras variáveis (segundo Centro de Diagnóstico do Clima NOAA-CIRES*, <http://www.cdc.noaa.gov>.)



* N. de T. Sigla para Administração Oceânica e Atmosférica Nacional dos EUA.

aves marinhas que viviam na Ilha
O El Niño de 1997–1998 foi
a seca resultante exacerbando in-
donesia e na Malásia e prejudican-

Eventos de El Niño e La Niña

Comparação dos índices ONI

anomalias trimestrais na região Niño 3.4 (em °C)

ANO	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2005	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.3	-0.6	-0.8
2006	-0.8	-0.7	-0.5	-0.3	0.0	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	0.9
2007	0.7	0.3	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.8	-1.1	-1.4	-1.5	-1.6
2008	-1.6	-1.4	-1.2	-0.9	-0.8	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.7
2009	-0.8	-0.7	-0.5	-0.2	0.1	0.4	0.5	0.5	0.7	1.0	1.3	1.6
2010	1.5	1.3	0.9	0.4	-0.1	-0.6	-1.0	-1.4	-1.6	-1.7	-1.7	-1.6
2011	-1.4	-1.1	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4	-0.5	-0.7	-0.9	-1.1	-1.1	-1.0
2012	-0.8	-0.6	-0.5	-0.4	-0.2	0.1	0.3	0.3	0.3	0.2	0.0	-0.2
2013	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3
2014	-0.4	-0.4	-0.2	0.1	0.3	0.2	0.1	0.0	0.2	0.4	0.6	0.7
2015	0.6	0.6	0.6	0.8	1.0	1.2	1.5	1.8	2.1	2.4	2.5	2.6
2016	2.5	2.2	1.7	1.0	0.5	0.0	-0.3	-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.6
2017	-0.3	-0.1	0.1	0.3	0.4	0.4	0.2	-0.1	-0.4	-0.7	-0.9	
2018												

A: abril/agosto d: dezembro F: fevereiro M: março/maio J: janeiro/junho/julho N: novembro

O: outubro S: setembro

■ anomalia positiva (El Niño tem anomalia maior ou igual a 0,5°C)

■ anomalia negativa (La Niña tem anomalia menor ou igual a 0,5°C)

■ neutralidade

Fonte: NOAA-CPC-NCEP

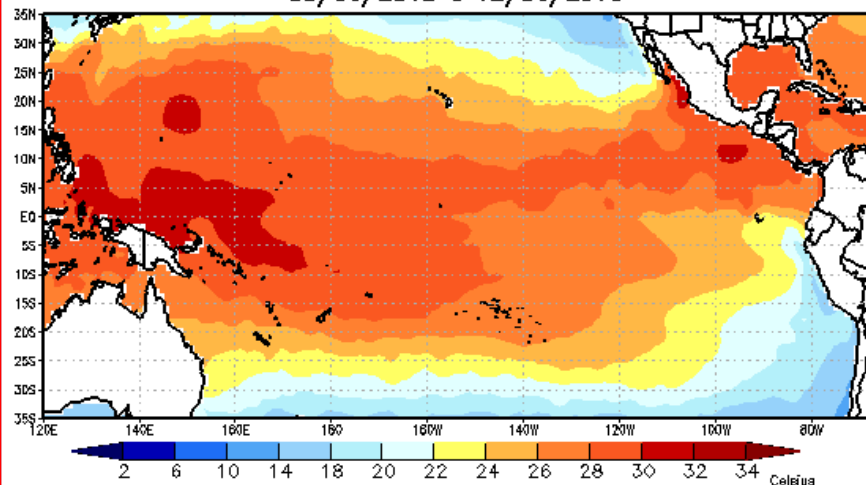
CLIMATEMPO

ANOMALIAS DE TSM PRÓXIMAS DA NORMALIDADE NO PACÍFICO EQUATORIAL:

Índice de Oscilação Sul (IOS – calculado através da diferença de pressão entre duas regiões distintas: Taiti e Darwin) e os índices nomeados Niño [(Niño 1+2, Niño 3, Niño 3.4 e Niño 4), que nada mais são do que as anomalias de TSM médias em diferentes regiões do Pacífico equatorial]. O índice Niño3.4 que determina a ocorrência dos episódios El Niño e La Niña indicou a ocorrência de um fenômeno La Niña entre o trimestre setembro-outubro-novembro de 2017 e fevereiro-março-abril de 2018. Porém ao analisar mensalmente todos os índices Niño (Niño 1+2, Niño 3, Niño 4 e Niño 3.4), nota-se que para abril de 2018 os valores estavam dentro da normalidade. A exceção ocorreu na região Niño 1+2, que mostrou um resfriamento das águas do Pacífico equatorial próximo à costa oeste da América do Sul, mas é importante ressaltar que essa região causa pouca ou nenhuma influência sobre o Brasil.

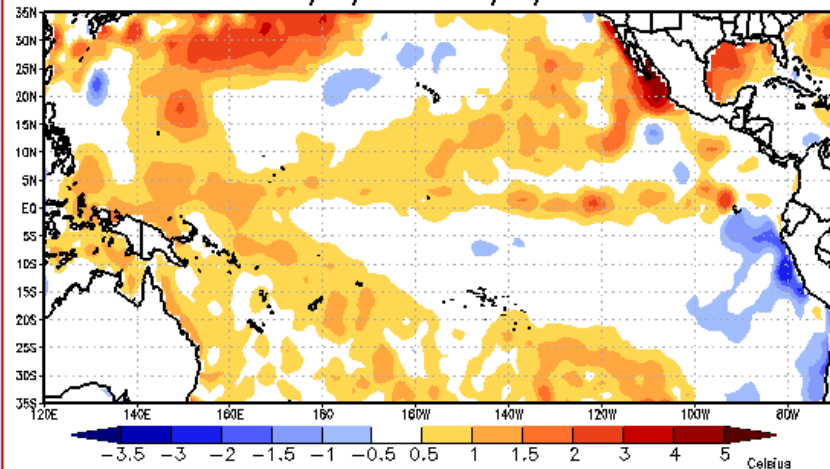
As previsões da anomalia da TSM para Junho, Julho e Agosto de 2018 (JJA/2018) dos modelos numéricos de previsão climática analisados durante a reunião do GT de previsão climática indicam que as águas sobre o Pacífico Equatorial devem permanecer dentro da normalidade, ou seja, sem a ocorrência do ENOS (El Niño ou La Niña).

Temperatura da Superfície do Mar
05/06/2018 a 12/06/2018



Fonte de dados: NCEP/NOAA - EUA
Elaboração: CPTEC/INPE

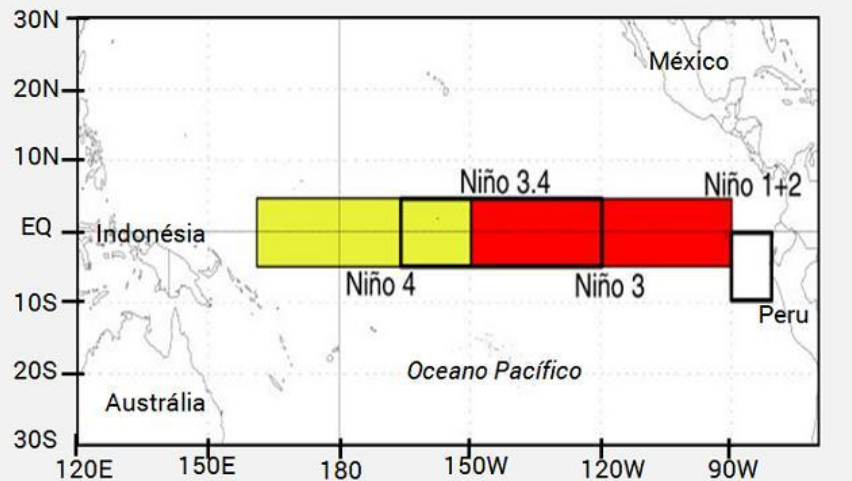
Anomalia de Temperatura da Superfície do Mar
05/06/2018 a 12/06/2018



Fonte de dados: NCEP/NOAA - EUA
Elaboração: CPTEC/INPE

Previsão para o ano de 2018 – Fonte CPTEC-INPE

ÁREAS do EL NIÑO



Fonte: NOAA

CLIMATEMPO

Evolução da Anomalia de TSM e IOS

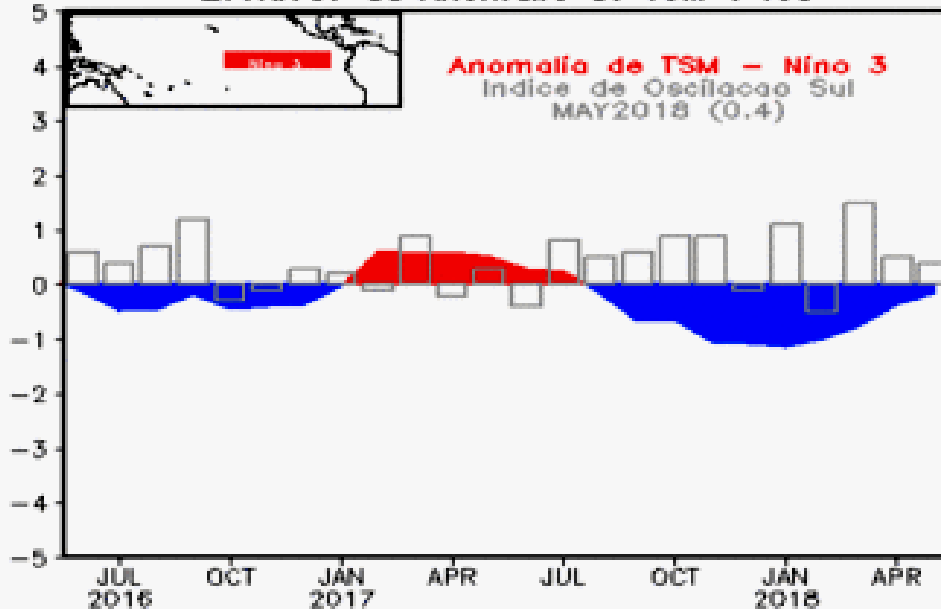
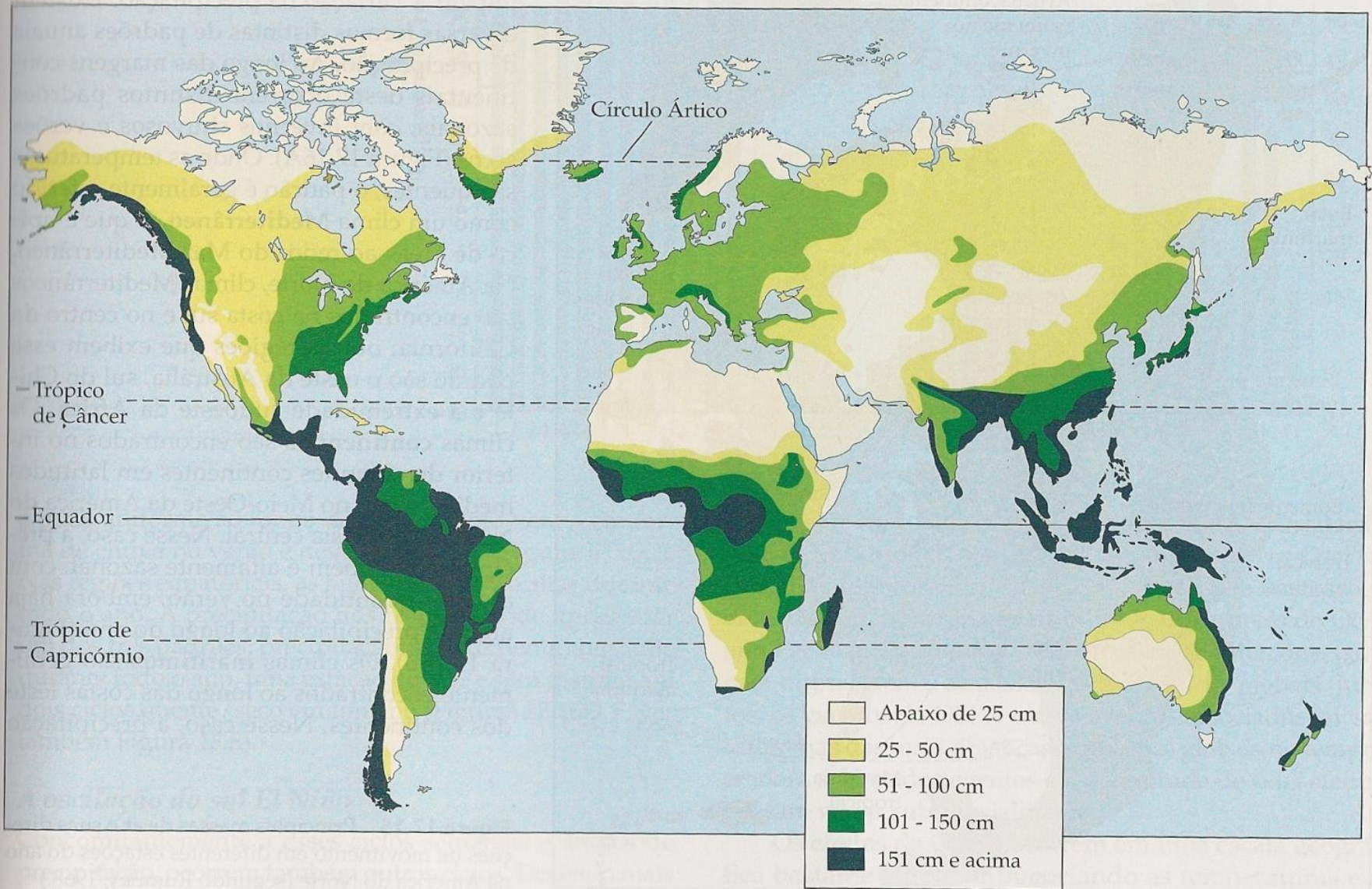


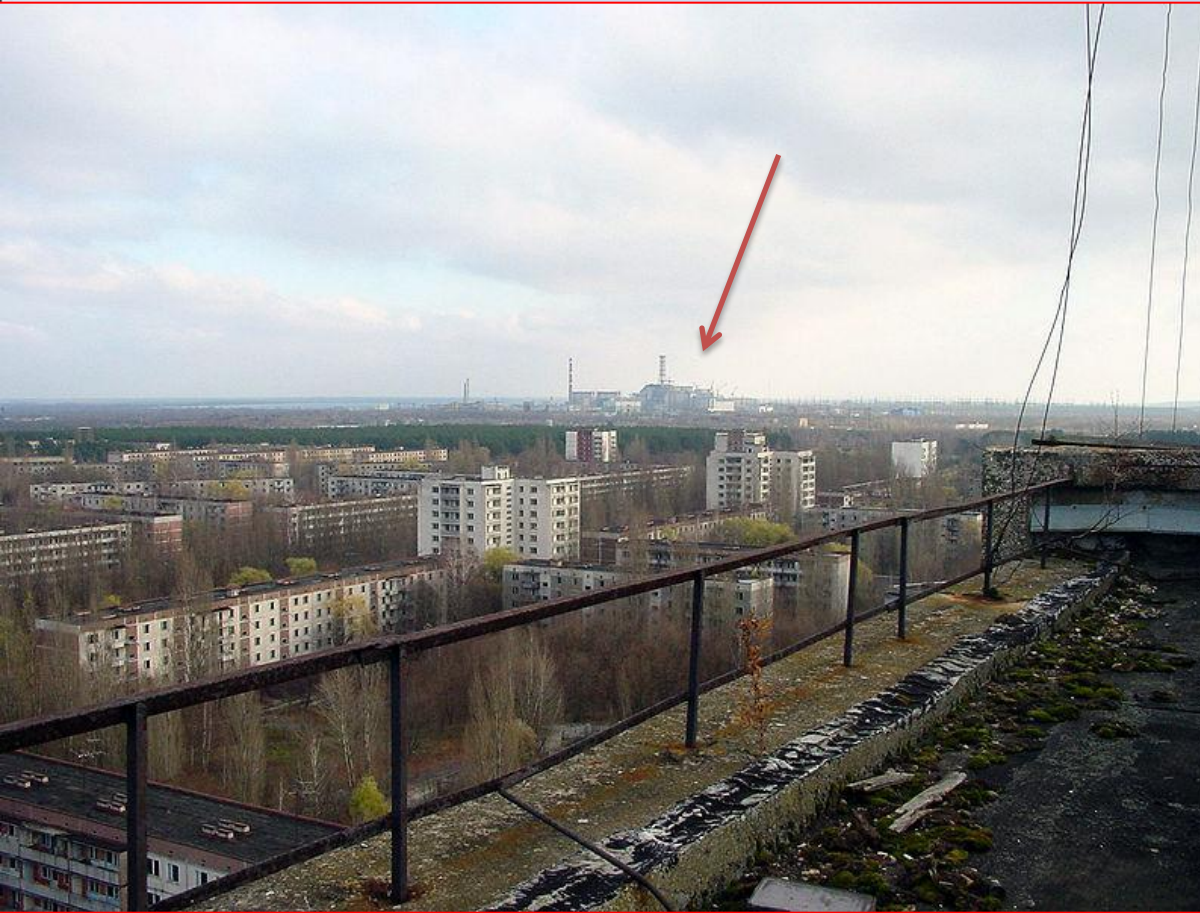
Figura 17.13 Padrões globais de precipitação média anual (segundo Rumney, 1968.)



**CONSEQUÊNCIAS OBSERVADA DURANTE
EVENTOS DE EL NIÑO E LA NIÑA
NO BRASIL**

REGIÃO	CONSEQUENCIAS BÁSICAS	
	El Niño	La Niña
Norte	Menor precipitação / secas / incêndios	Aumento da precipitação e do volume de água dos rios
Nordeste	Longos períodos de forte estiagem	Aumento da precipitação / elevação da vazão dos rios
Centro-Oeste	Tendências de chuvas acima da média e pequena elevação das temperaturas	Sem grandes alterações
Sudeste	Pequena elevação nas temperaturas médias no inverno	Sem grandes alterações
Sul	Aumento das temperaturas médias e dos índices pluviométricos	Longos períodos de estiagem

Energia Nuclear



Cidade fantasma de Pripyat com a usina nuclear de Chernobil ao fundo.

Acidente ocorrido em 28 de março de 1979, na usina nuclear de Three Mile Island, estado da Pensilvânia, EUA



Fukushima, Japão, 2011



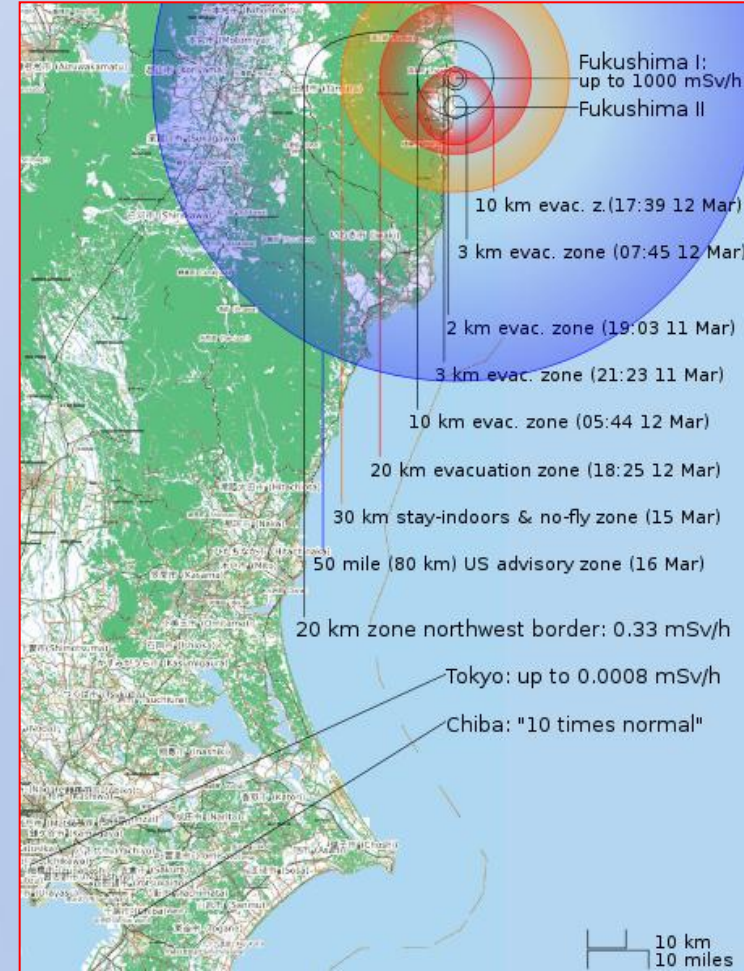
Fukushima Daiichi



EPICENTRO RADIOATIVO

A partir das usinas de Fukushima, veja até onde pode chegar a contaminação

- raio de possível alcance do vazamento
- Tremores fortes
- Tremores muito fortes
- ☢ Usinas nucleares





Alemanha será 1ª potência a renunciar à energia atômica

O governo alemão prometeu fechar seus últimos reatores nucleares até 2022



Angra dos Reis, Brasil
(Utiliza tecnologia Alemã!!!)

