QFL5737 –Tópicos em Tecnologia, Ambiente, Química e Sustentabilidade

Aula 1 – Conceitos sobre o Meio Ambiente

Prof. Dr. Reinaldo C. Bazito

bazito@iq.usp.br

Última Atualização: 2019

Conceitos sobre o Meio Ambiente

- *A Terra;*
- *Meio ambiente / Compartimentos ambientais;*
- *Ciclos biogeoquímicos;*
- *Influência humana sobre o meio ambiente;*
- *Compostos de importância ambiental.*

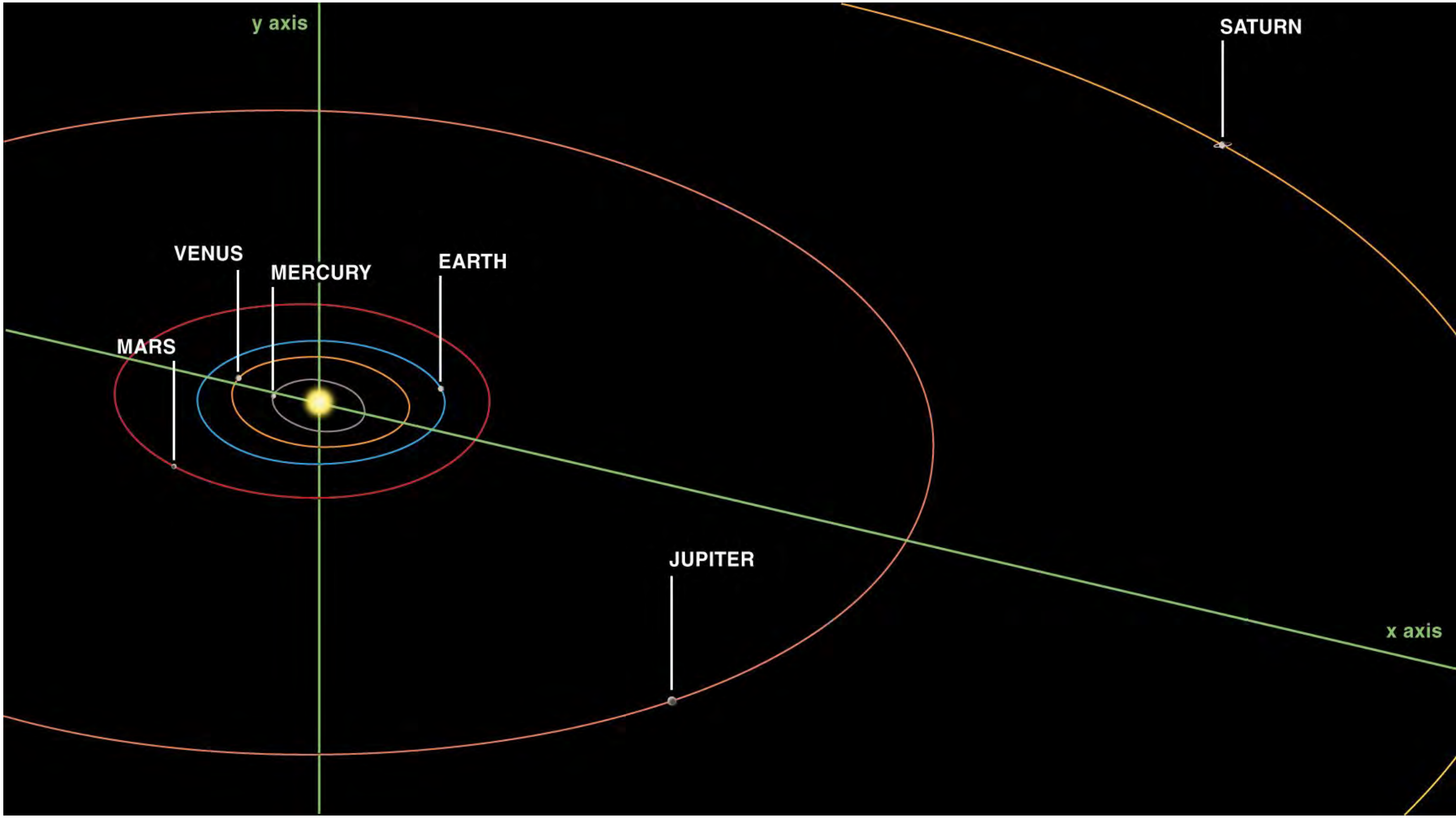
Química Ambiental

“Química do Meio Ambiente”:
Observa, mede, entende e prevê

A Terra

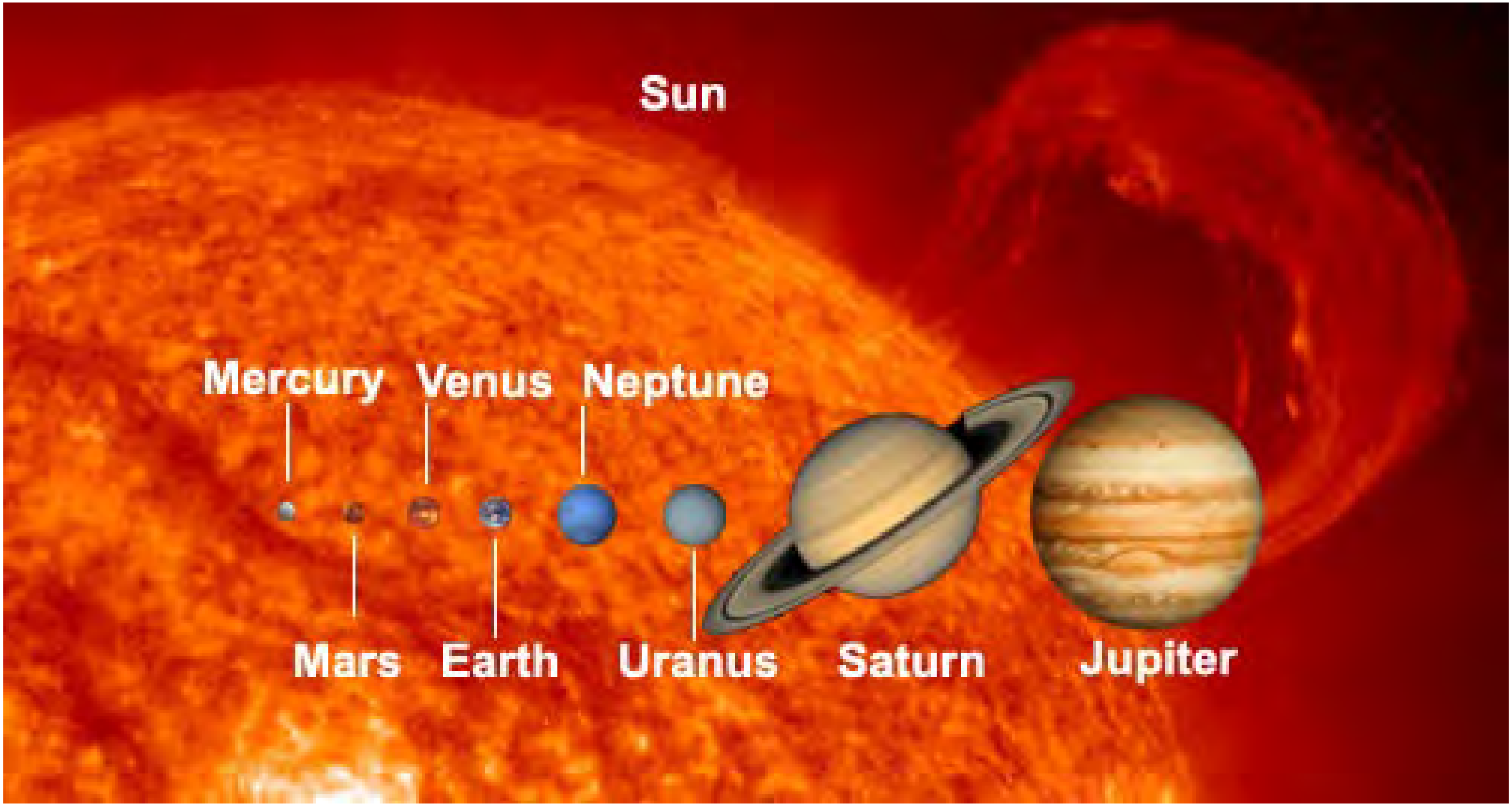
“The Blue Marble” – NASA Apollo 17

O Sistema Solar



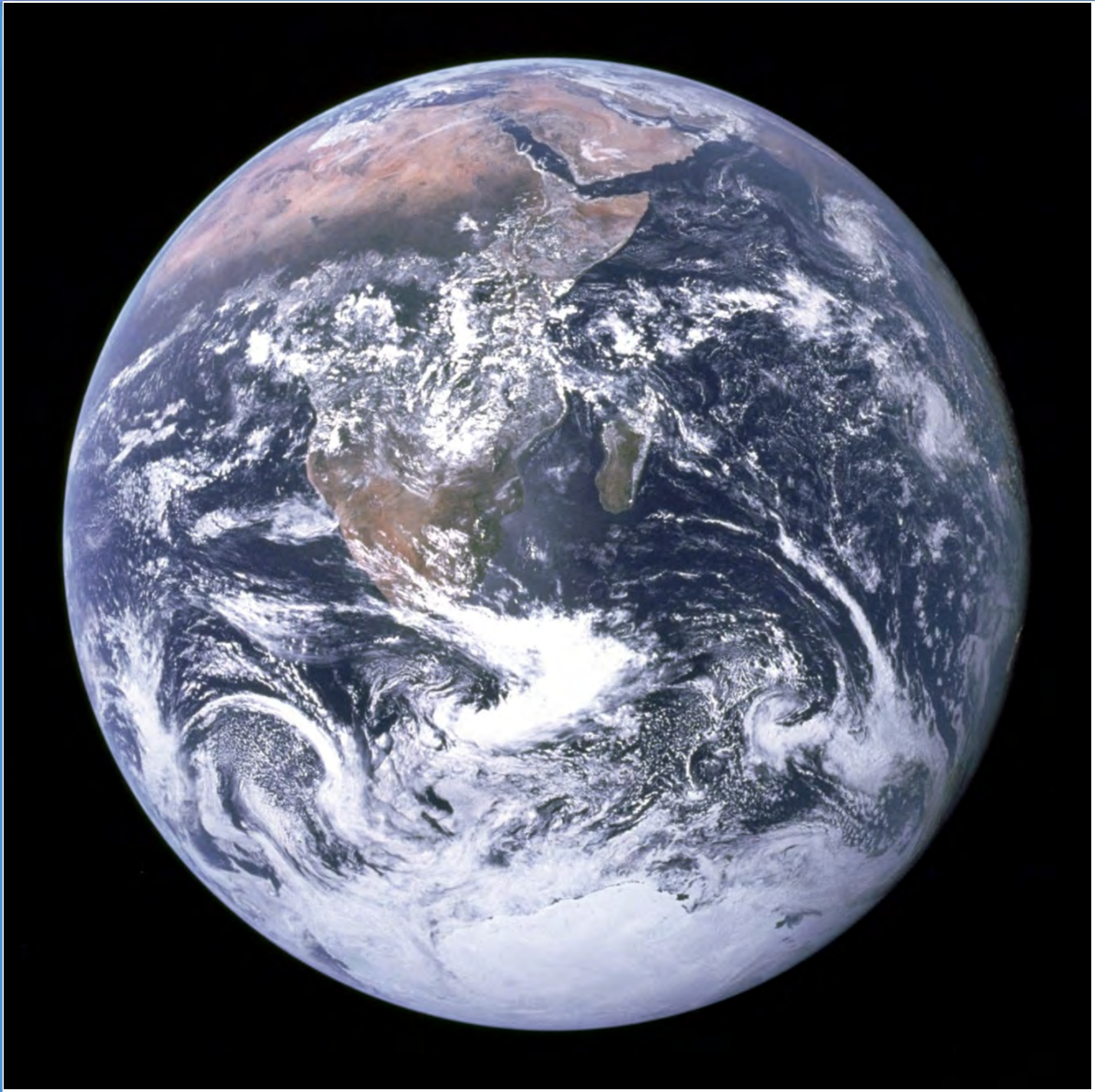
http://solarsystem.nasa.gov/multimedia/gallery/vis_orb.jpg

O Sistema Solar



http://spaceplace.nasa.gov/review/switch-a-roo/sse_planet_sizes.en.jpg

A Terra

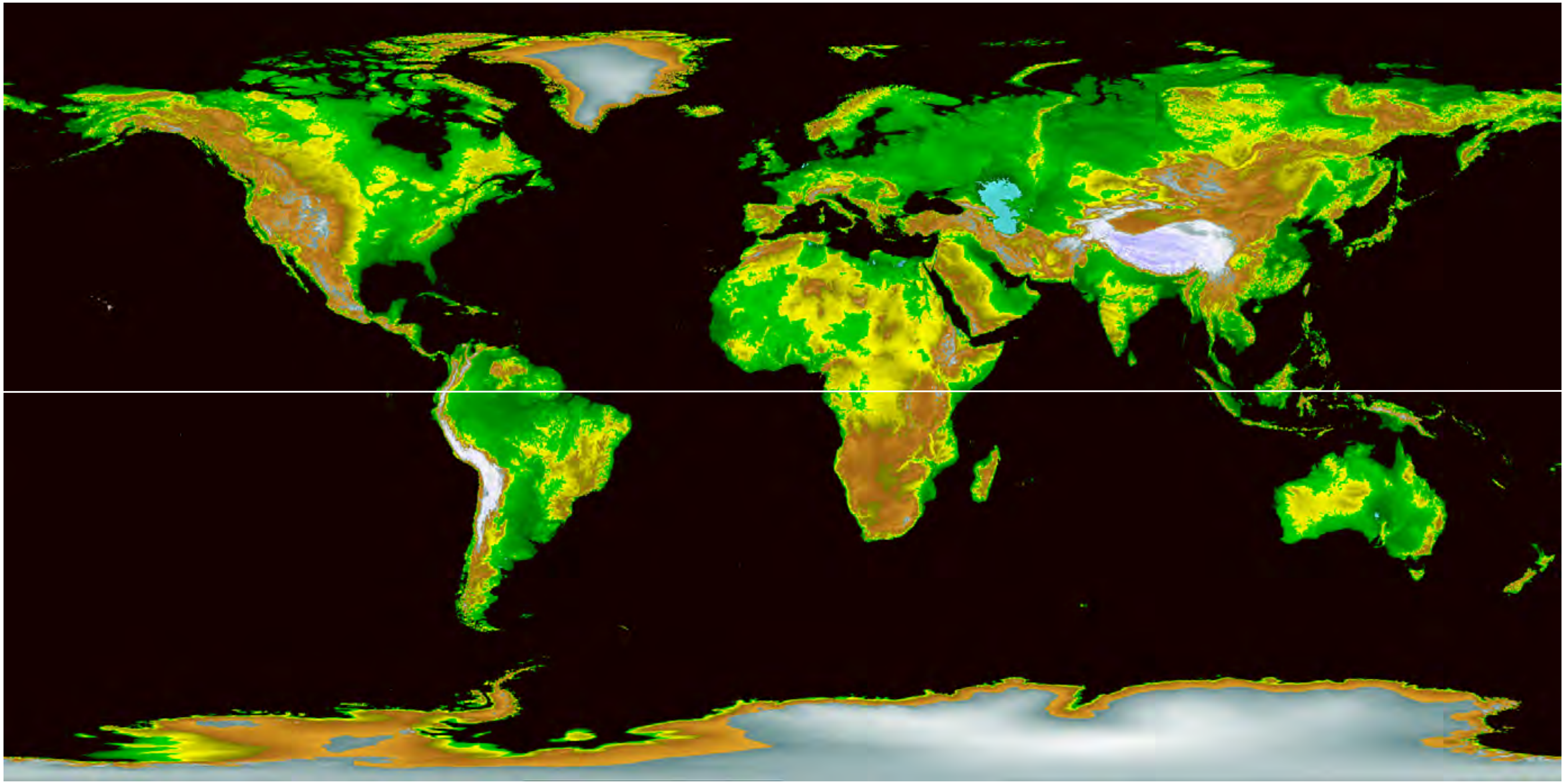


"The Blue Marble" – NASA Apollo 17

- Raio: 6.378,14 km
- Volume: 1,0832 x 10^{12} km^3
- Massa: 5,9737 x 10^{24} kg
- Densidade: 5.515 g/cm^3
- Área Superficial:
  5,100657 x 10^8 km^2
- Temperaturas:
  -88/58 (min/max) °C

http://solarsystem.nasa.gov/planets/profile.cfm?Object=Earth&Display=Facts&System=Metric

Terra: Distribuição de áreas de “solo”



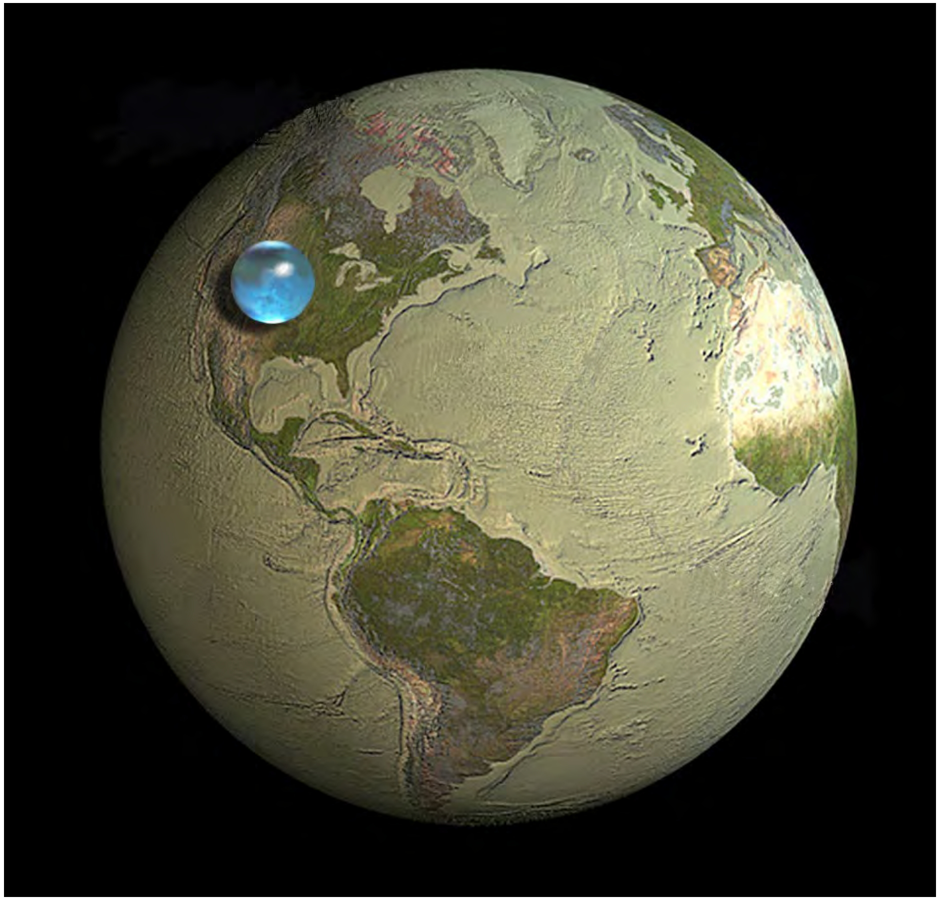
http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/topo/img/globeco2.gif

70,8% da área ocupada por água.

Terra: Quantidade de água

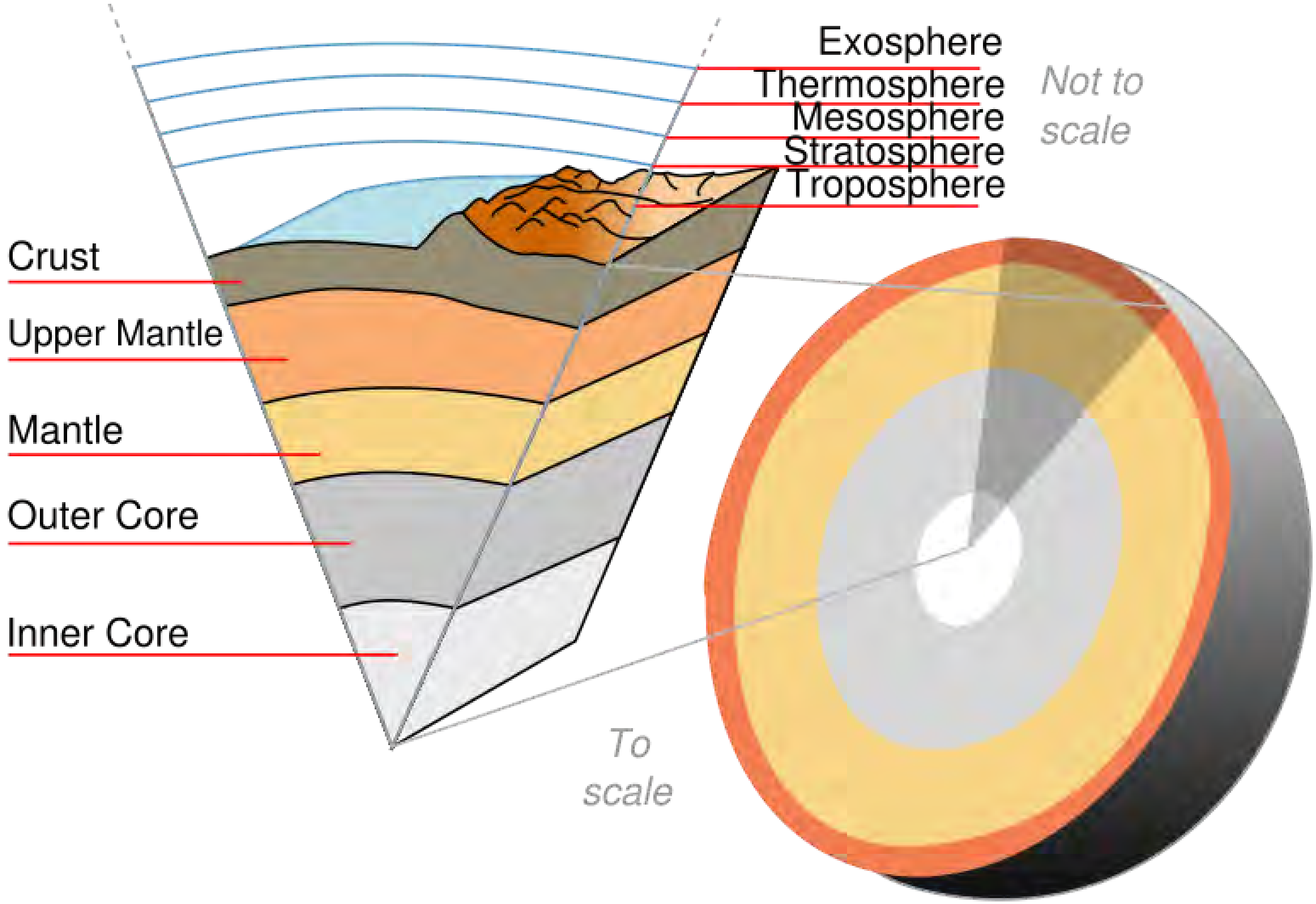
Volume = 1,386 X 10^9 km^3 (ou 1,386 X 10^{18} m^3)

Massa = 1,4 x 10^{18} ton



https://water.usgs.gov/edu/gallery/global-water-volume.html

Terra: Camadas



http://en.wikipedia.org/wiki/Earth#_note-EB1911

Terra: Composição química

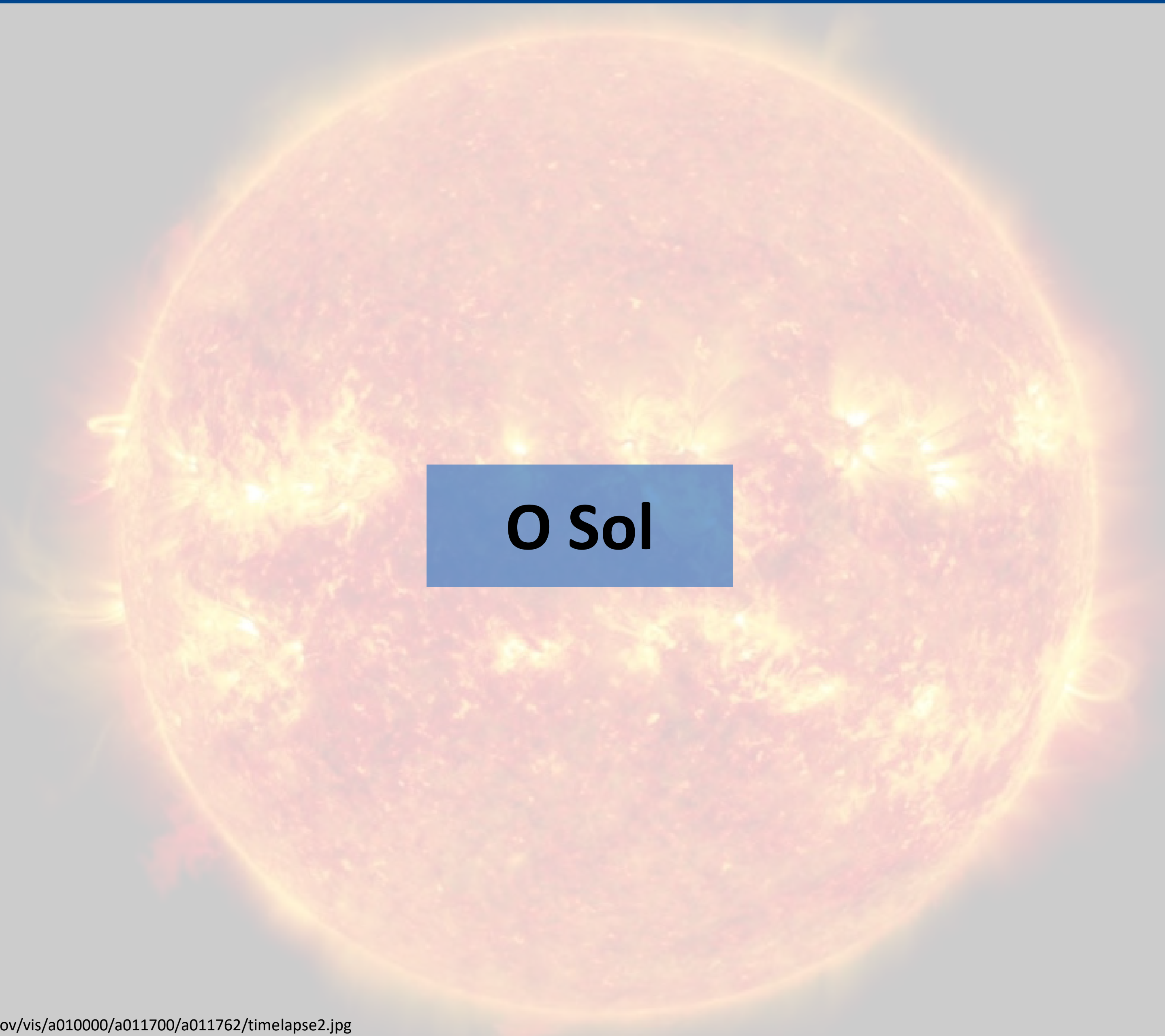
Global:

- Fe 32,1%
- O 30,1%
- Si 15,1%
- Mg 13,9%
- S 2,9%
- Ni 1,8%
- Ca 1,5%
- Al 1,4%
- Outros 1,2%

Crosta:

F. W. Clarke's Table of Crust Oxides		
Compound	Formula	Composition
silica	SiO_2	59.71%
Alumina	Al_2O_3	15.41%
Lime	CaO	4.90%
Magnesia	MgO	4.36%
Sodium oxide	Na_2O	3.55%
Iron (II) oxide	FeO	3.52%
Potassium oxide	K_2O	2.80%
Iron (III) oxide	Fe_2O_3	2.63%
Water	H_2O	1.52%
Titanium dioxide	TiO_2	0.60%
Phosphorous pentoxide	P_2O_5	0.22%
Total		99.22%

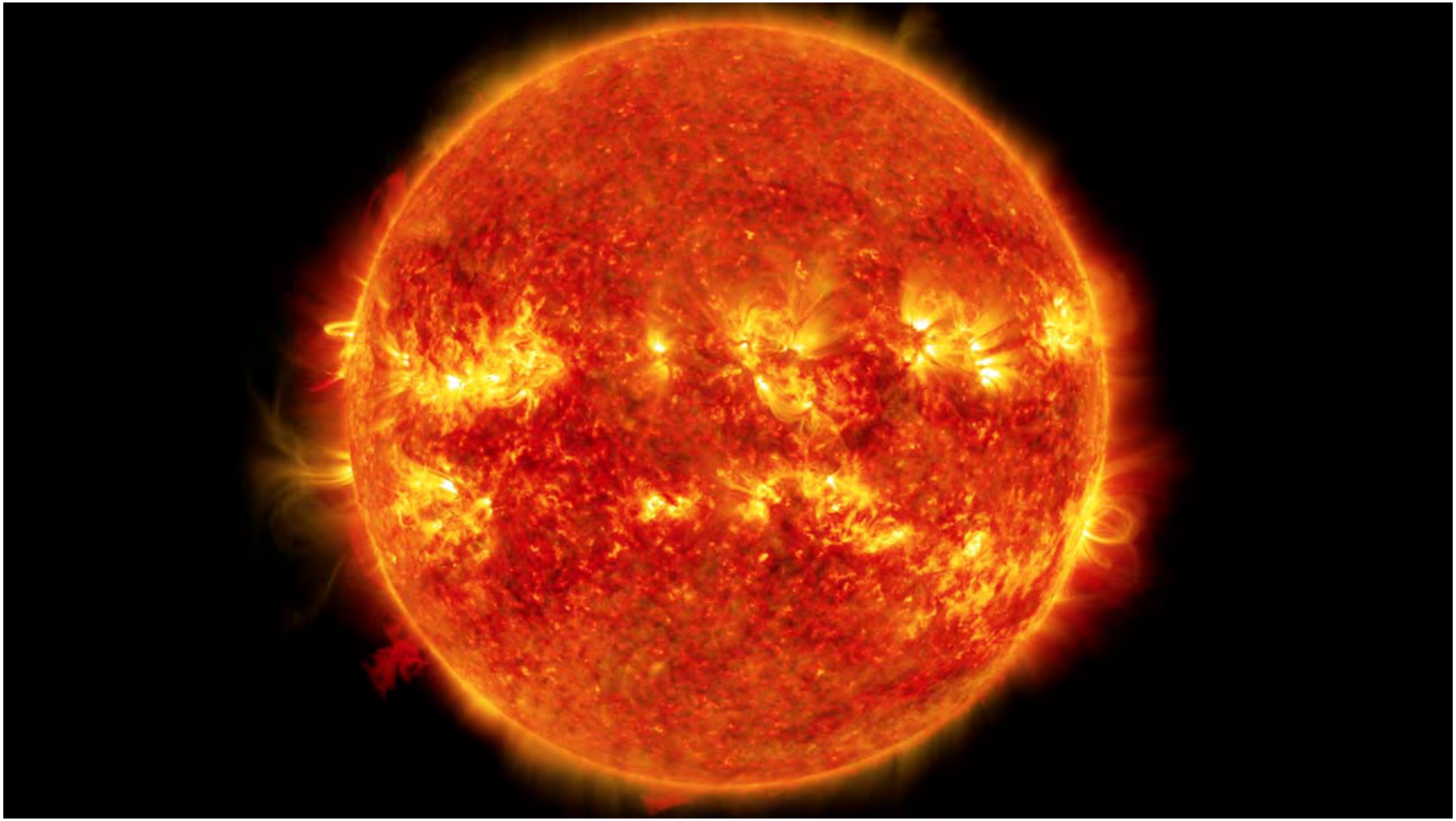
http://en.wikipedia.org/wiki/Earth#_note-EB1911



O Sol

http://svs.gsfc.nasa.gov/vis/a010000/a011700/a011762/timelapse2.jpg

O Sol



http://svs.gsfc.nasa.gov/vis/a010000/a011700/a011762/timelapse2.jpg

Vídeo ”5 anos SDO” neste link: https://svs.gsfc.nasa.gov/11742

Terra vs. Sol

	Sol	Terra	Razão S/T
Massa (kg)	2×10^{30}	6×10^{24}	333.000
Raio (km)	695.700	6.378	109
Volume (km^3)	$1{,}41 \times 10^{18}$	$1{,}08 \times 10^{12}$	1.300.000
Densidade Média (g/cm^3)	1,41	5,52	0,255
Temperatura	Centro $1{,}6 \times 10^7$ K Fotosfera 5.772 K Corona 5×10^6 K	Média 288 K	
Composição Aproximada	74% H 25% He 1% Outros	32,1% Fe 30,1% O 15,1% Si 13,9% Mg 2,9% S 5,9% Outros	

Dados da Wikipedia

Terra: Fontes de Energia

SOL

- Irradia 1,17 x 10^{31} kJ/ano !!!
- Terra intercepta pequena fração: 54,4 x 10^{20} kJ/ano

Outras Fontes

- Marés (atração gravitacional): 0,0013 x 10^{20} kJ/ano
- Calor geotérmico (núcleo da Terra): 0,01 x 10^{20} kJ/ano
- Energia nuclear

Terra: Fluxo de Energia

- 30% refletida (albedo – 24% atmosfera e 4% superfície).

Convertido em calor e irradiado de volta para o espaço:

- 24% absorvida pela atmosfera;
- 14% absorvida pela superfície terrestre;
- 32% absorvida pelos oceanos.

Da energia absorvida:

- 50% ”circula” pelo ciclo hidrológico;
- Calor de vaporização H_2O (a 15ºC) – 2,46 kJ/g;
- Mesmo chuvas fracas envolvem uma enorme quantidade de energia!

Terra: Balanço Energético

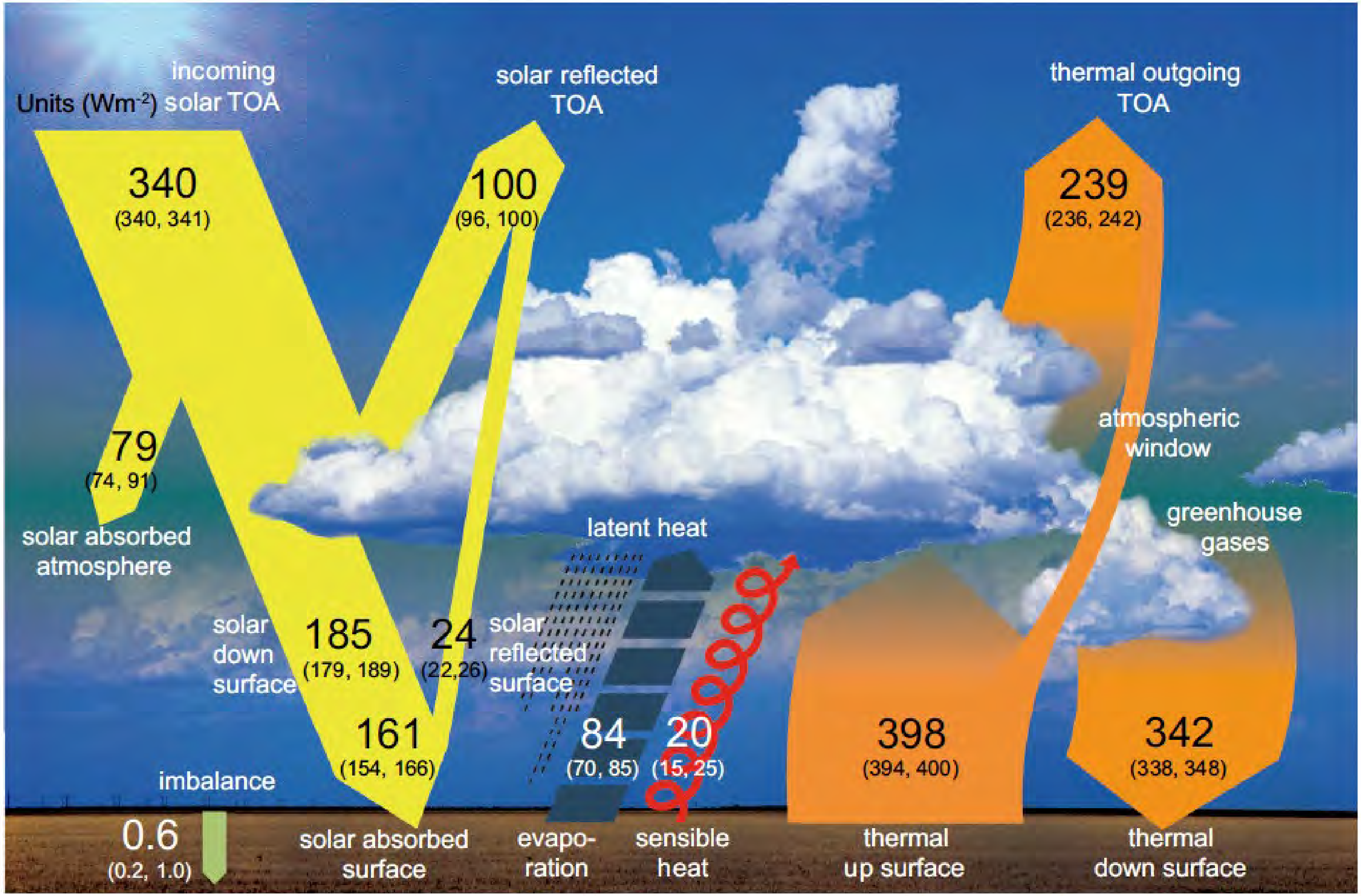


Figure 2.11: | Global mean energy budget under present-day climate conditions. Numbers state magnitudes of the individual energy fluxes in W m^{-2}, adjusted within their uncertainty ranges to close the energy budgets. Numbers in parentheses attached to the energy fluxes cover the range of values in line with observational constraints. (Adapted from Wild et al., 2013.)

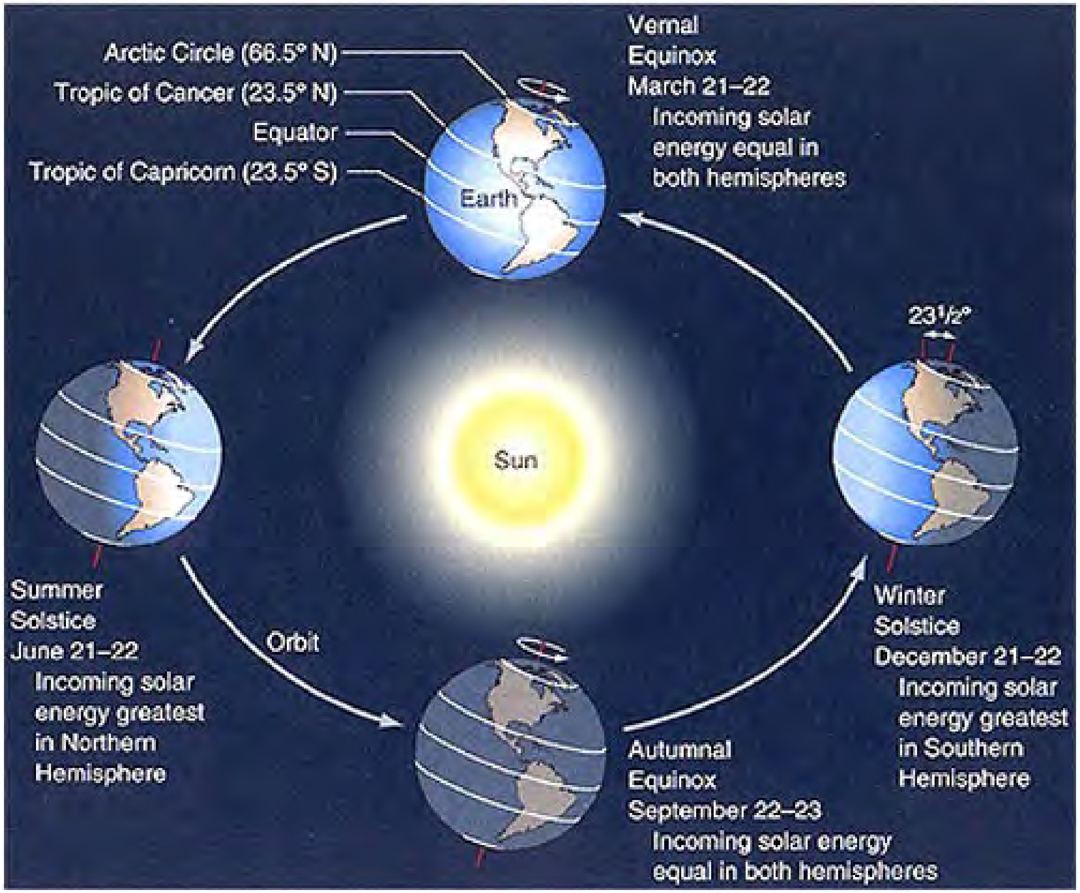
IPCC – 5th Assessment Report - http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/

Terra: Estações do Ano

Distância da Terra ao Sol?

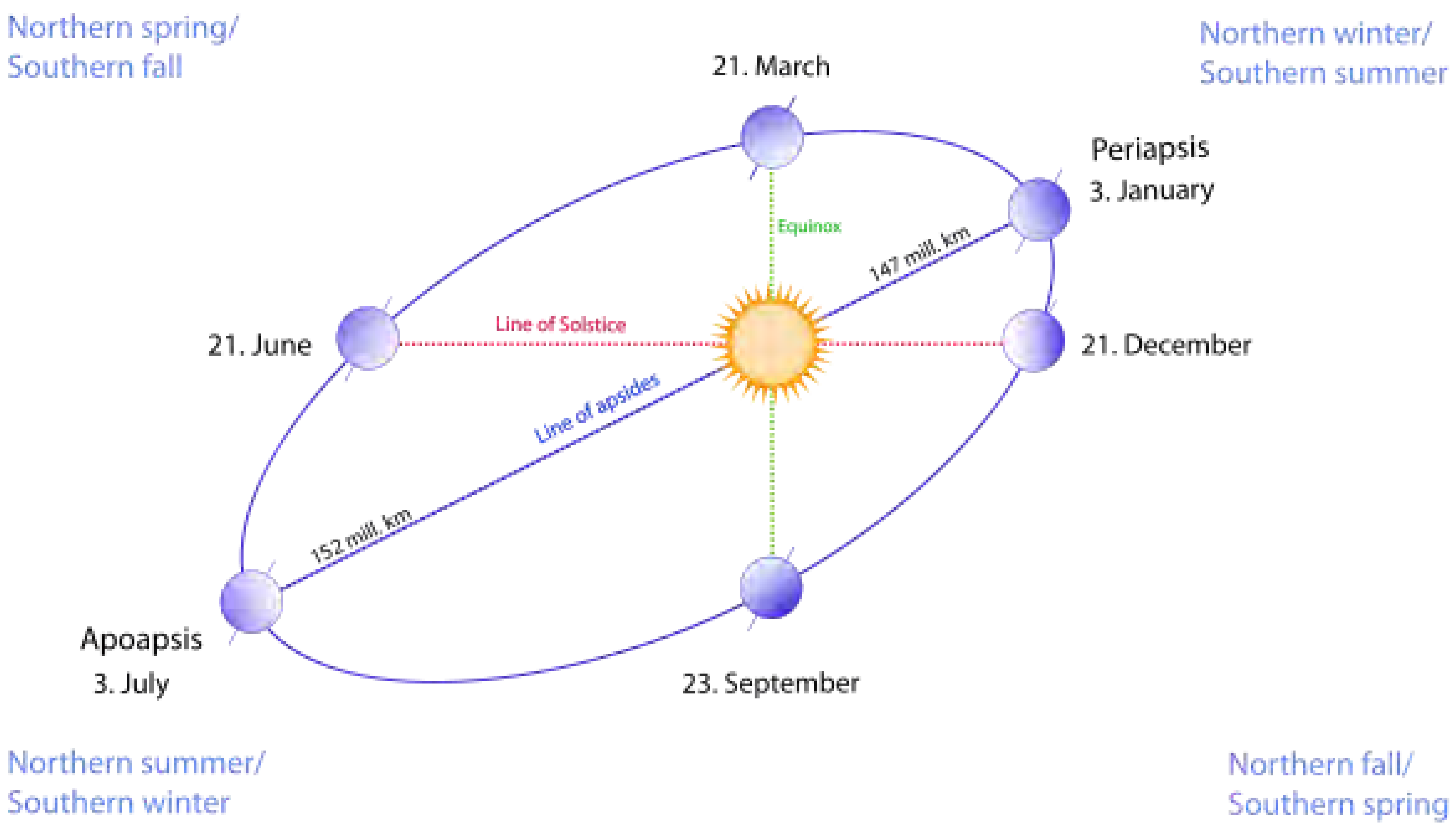
- Periélio (~147 milhões de km) – 3 de janeiro;
- Afélio (~152 milhões de km) – 4 de julho

Eixo de "precessão"?



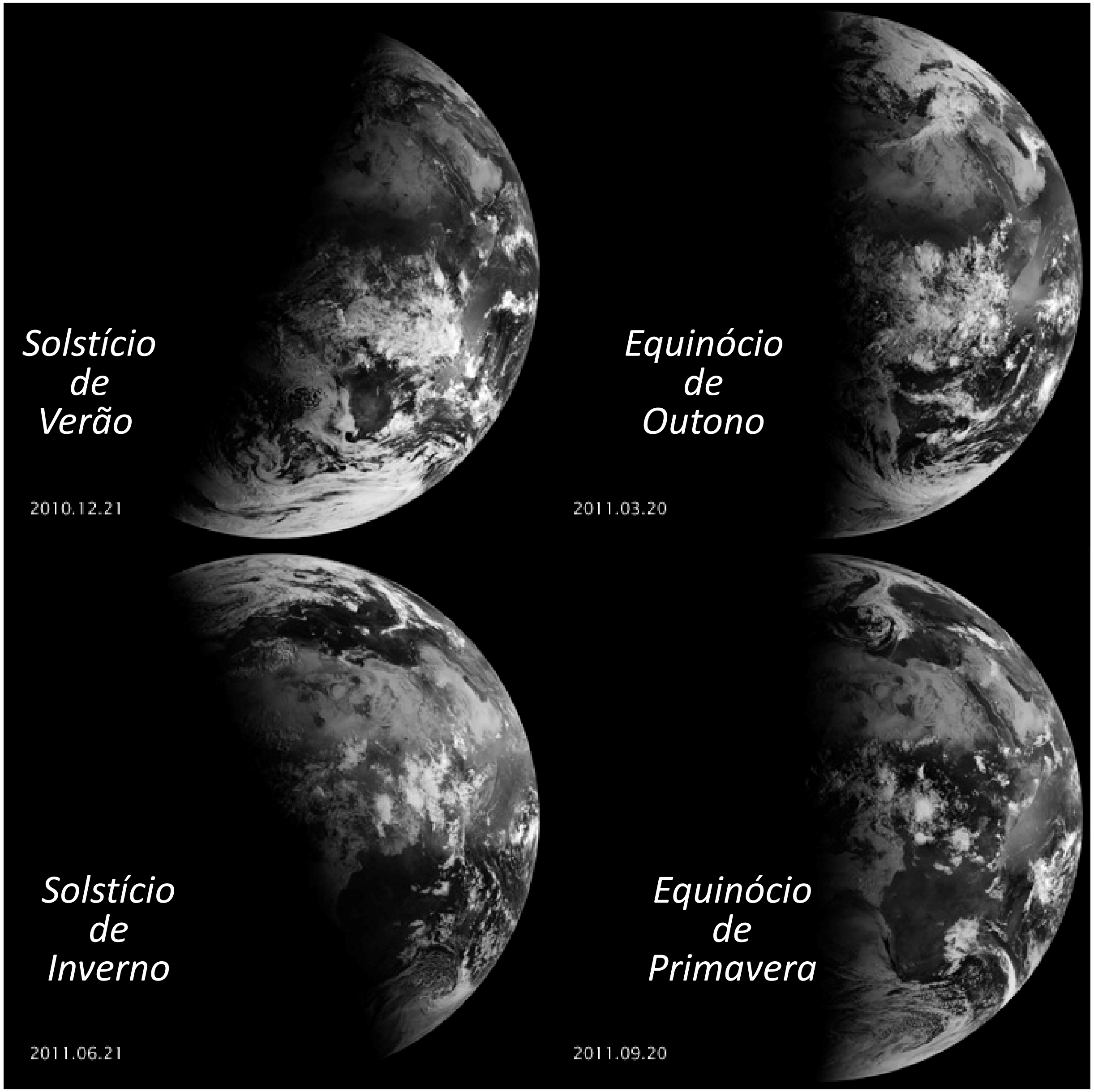
http://solarsystem.nasa.gov/multimedia/gallery/Solstice_Equinox-732X520.jpg

Terra: Estações do Ano



http://en.wikipedia.org/wiki/Earth's_orbit

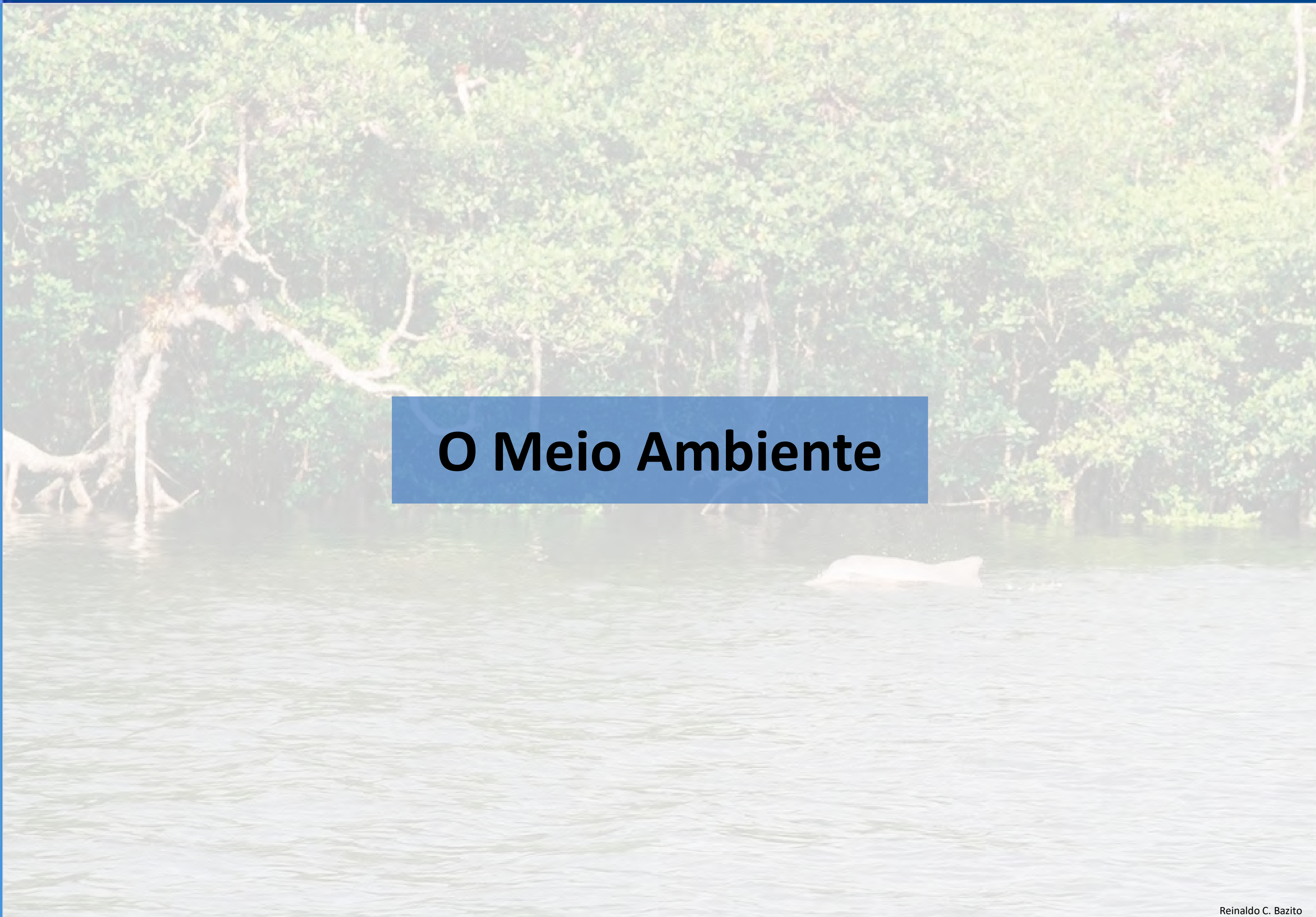
Terra: Estações do Ano



http://eoimages.gsfc.nasa.gov/images/imagerecords/52000/52248/seasons_msg_2010-2011.jpg

Imagens obtidas pelo Satélite Geoestacionário Meteosat-9 (usando o SEVIRI - Spinning Enhanced Visible and Infrared Imager), às 6:12 da manhã dos dias 21/12/2010, 20/03/2010, 21/06/2010 e 20/09/2010.

.



O Meio Ambiente

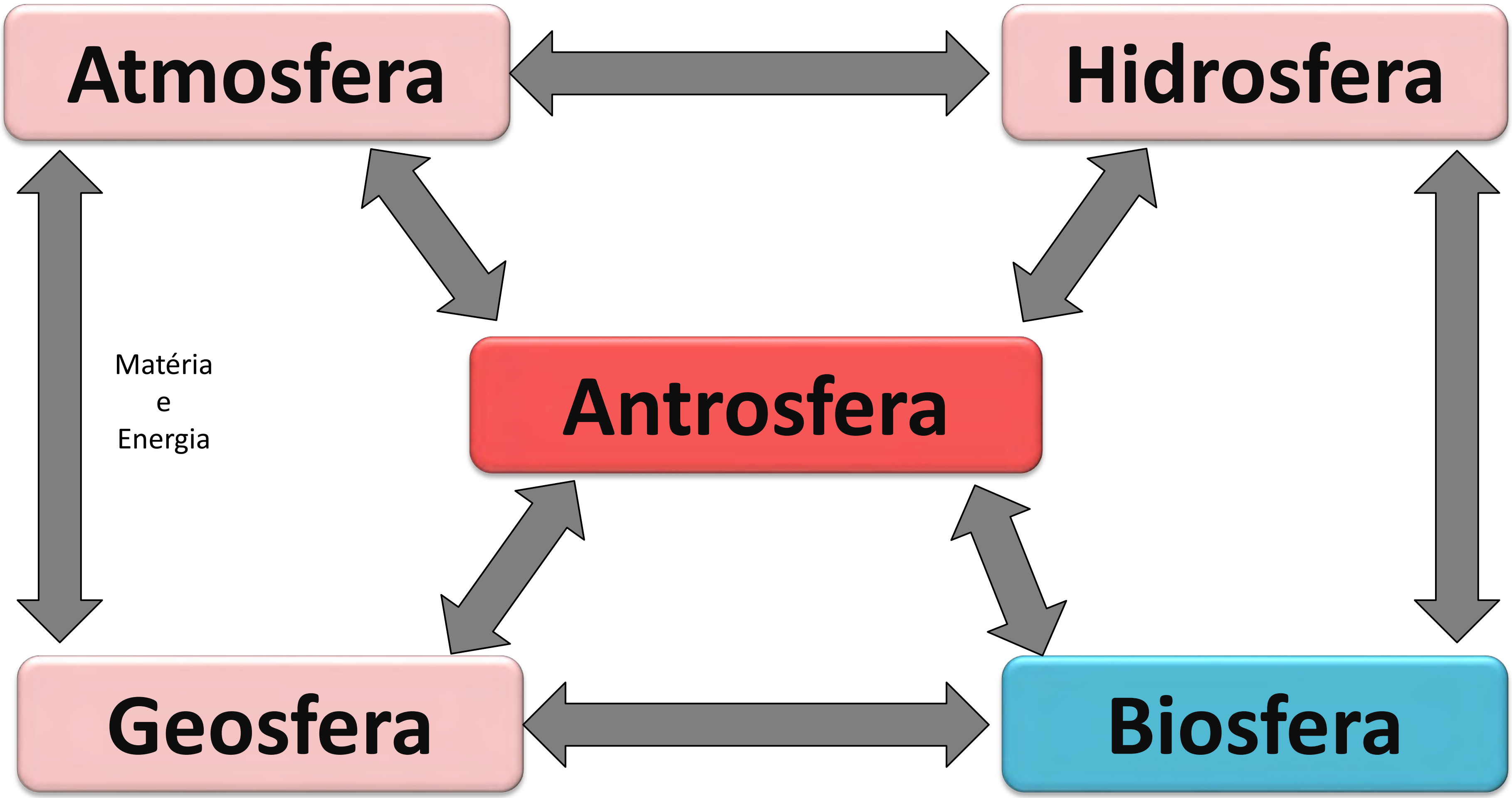
O Meio Ambiente

Meio Ambiente ⟷ **Sistema Complexo!**

↓ Abordagem "reducionista"

"Esferas"
ou
Compartimentos

Compartimentos Ambientais



A Atmosfera

http://www.allsciencesites.com/news/gallery/science/earth_atmosphere.jpg

A Atmosfera

http://www.allsciencesites.com/news/gallery/science/earth_atmosphere.jpg

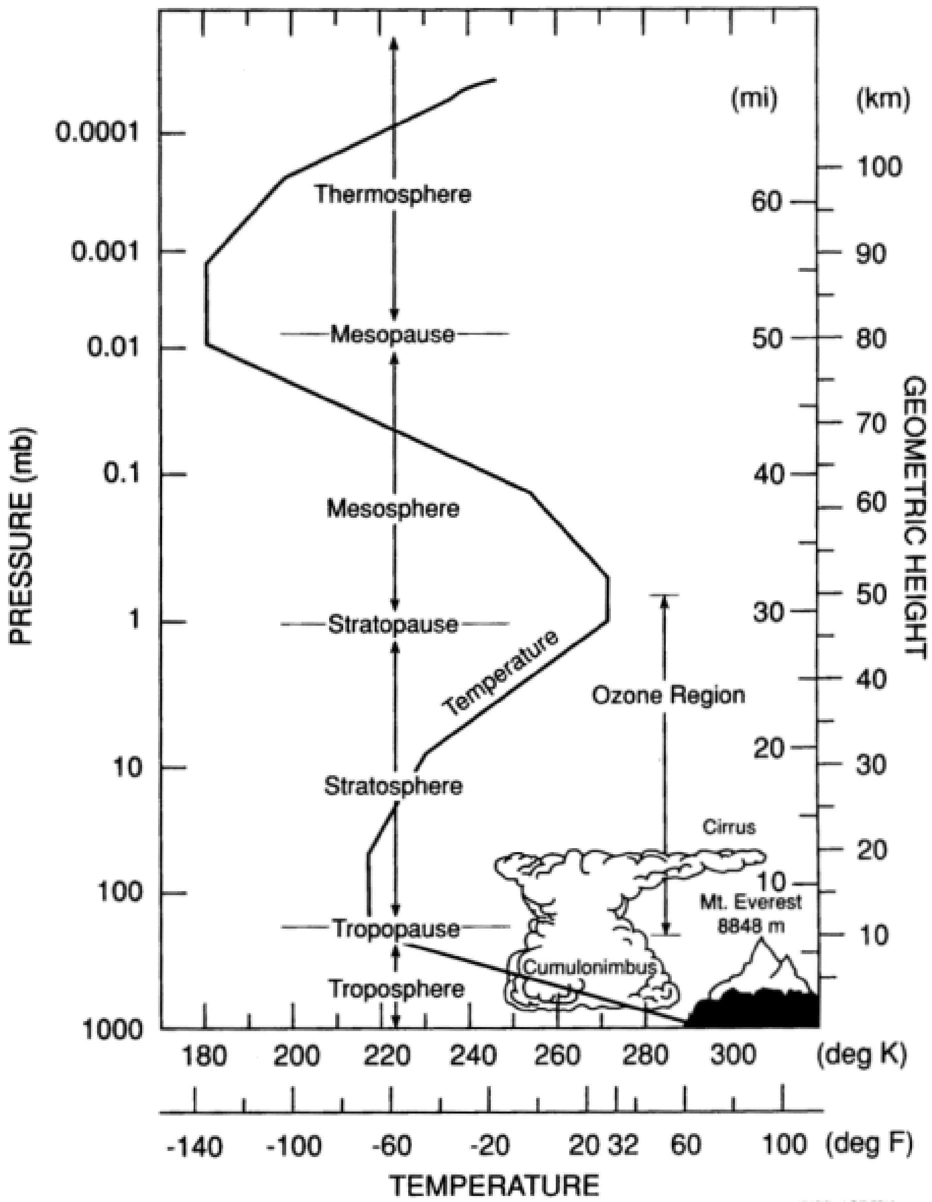
"Envelope" gasoso que circunda a Terra, composto de uma mistura de gases e líquidos/sólidos suspensos (aerossóis)

Atmosfera: Composição

Constituinte	Massa Molar (g/mol)	Razão de Mistura (mol/mol)
Nitrogênio (N_2)	28,016	0,7808
Oxigênio (O_2)	32,00	0,2095
Argônio (Ar)	39,94	0,0093
Vapor de água (H_2O)	18,02	0 – 0,04
Dióxido de Carbono (CO_2)	44,01	365×10^{-6}
Neônio (Ne)	20,18	18×10^{-6}
Hélio (He)	4,00	5 ,2 x 10^{-6}
Metano (CH_4)	16,04	$1,7 \times 10^{-6}$
Criptônio (Kr)	83,7	$1,1 \times 10^{-6}$
Hidrogênio (H_2)	2,02	$0,50 \times 10^{-6}$
Ozônio (O_3)	48,00	$0 - 12 \times 10^{-6}$
Óxido Nitroso (N_2O)	44,01	$0,32 \times 10^{-6}$

$$MM_{ar} = C_{N_2} MM_{N_2} + C_{O_2} MM_{O_2} + C_{Ar} MM_{Ar} = 28{,}96 \times 10^{-3} kg/mol$$

Atmosfera: Camadas



Brasseur, G.P. er al., (1999) Atmospheric Chemistry and Global Change. Oxford University Press. Page 7.

- Definidas pelo gradiente de temperatura;
- "pausas" = regiões intermediárias ("fronteiras")

Hidrosfera e Geosfera

https://earthobservatory.nasa.gov/IOTD//view.php?id=5254

A Hidrosfera e a Geosfera (ou Litosfera)

Rio Amazonas (confluência dos Rios Negro e Solimões)

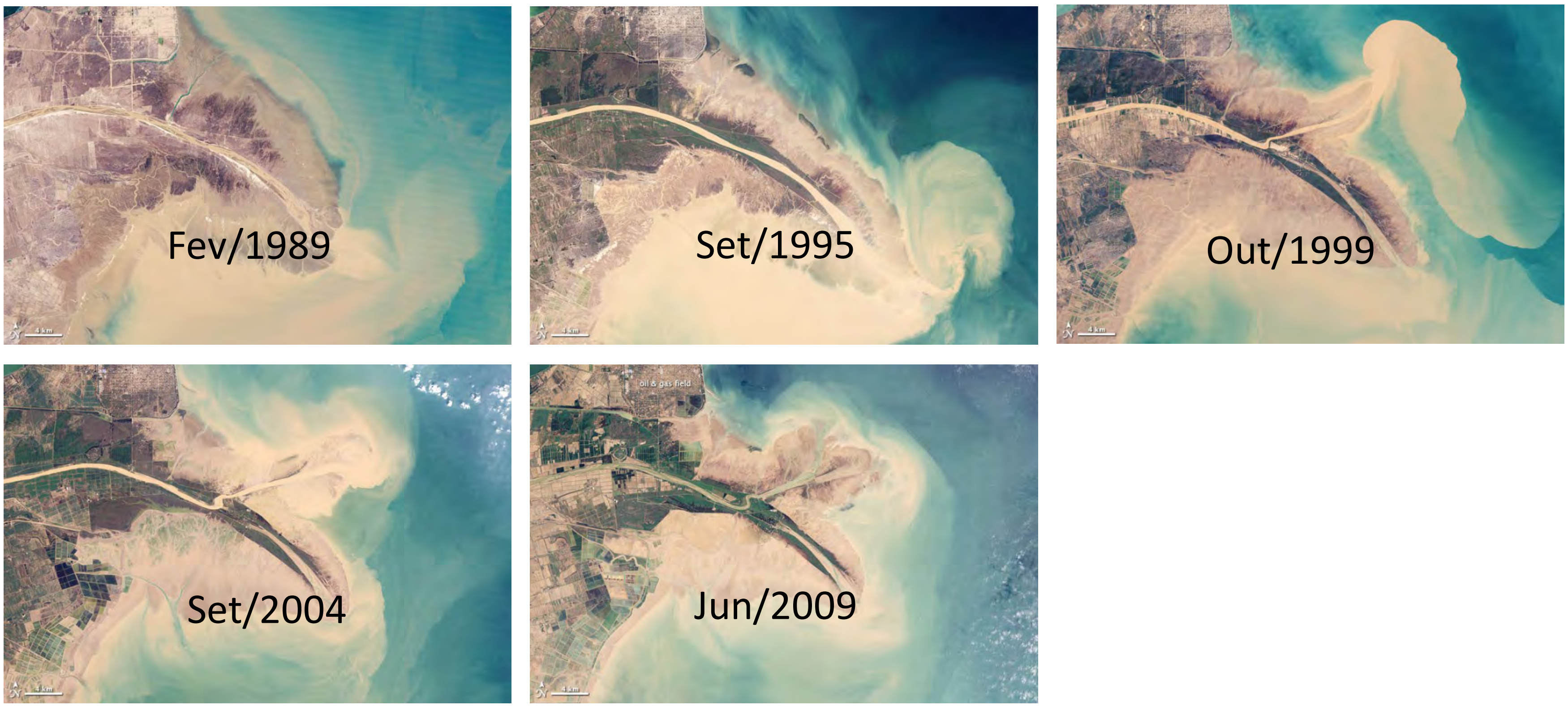
https://earthobservatory.nasa.gov/IOTD//view.php?id=5254

Hidrosfera: toda a água encontrada na, sob ou sobre a superfície da Terra.

Geosfera/Litosfera: crosta e porção "sólida" do Manto Superior da Terra

A Hidrosfera e a Geosfera (ou Litosfera)

Delta do Rio Amarelo (China) ao longo do tempo



https://earthobservatory.nasa.gov/Features/WorldOfChange/yellow_river.php?all=y

Água: Distribuição na Terra

Fonte	Volume de Água (Km³)	Porcentagem da água fresca	Porcentagem da água total
Oceanos, Mares e Baías	1,338,000,000	--	96.5
Neve de montanhas, glaciares e neve permanente	24,064,000	68.7	1.74
Água Subterrânea	23,400,000	--	1.69
Doce	10,530,000	30.1	0.76
Salgada	12,870,000	--	0.93
Umidade do solo	16,500	0.05	0.001
Solo congelado e Permafrost	300,000	0.86	0.022
Lagos	176,400	--	0.013
Doces	91,000	0.26	0.007
Salgados	85,400	--	0.006
Atmosfera	12,900	0.04	0.001
Água de pântanos	11,470	0.03	0.0008
Rios	2,120	0.006	0.0002
Água biológica	1,120	0.003	0.0001
Fonte: Igor Shiklomanov's chapter "World fresh water resources" in Peter H. Gleick (editor), 1993, Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources (Oxford University Press, New York).			

Porcentagens arredondadas, por isso não somam 100%

https://water.usgs.gov/edu/earthwherewater.html

Água: Distribuição na Terra

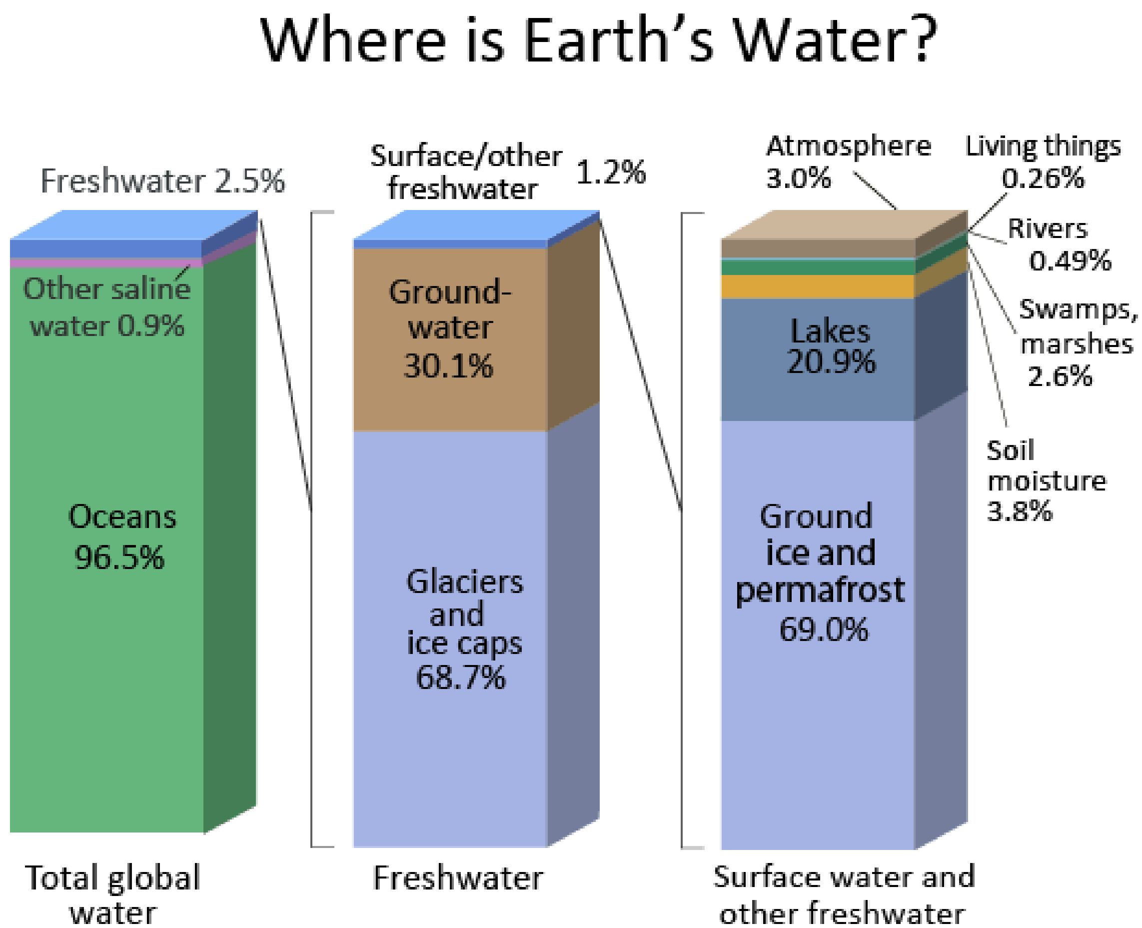
Fonte	Volume de Água (Km³)	Porcentagem da água fresca	Porcentagem da água total
Oceanos, Mares e Baías	1,338,000,000	--	96.5
Neve de montanhas, glaciares e neve permanente	24,064,000	68.7	1.74
Água Subterrânea	23,400,000	--	
Doce	10,530,000	30.1	0.76
Salgada	12,870,000	--	0.93
Umidade do solo	16,500	0.05	0.001
Solo congelado e Permafrost	300,000	0.86	0.022
Lagos	176,400	--	
Doces	91,000	0.26	0.007
Salgados	85,400	--	0.006
Atmosfera	12,900	0.04	0.001
Água de pântanos	11,470	0.03	0.0008
Rios	2,120	0.006	0.0002
Água biológica	1,120	0.003	0.0001

Fonte: Igor Shiklomanov's chapter "World fresh water resources" in Peter H. Gleick (editor), 1993, Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources (Oxford University Press, New York).

Água salgada 97,5%
Água doce 2,5%

https://water.usgs.gov/edu/earthwherewater.html

Água: Distribuição na Terra

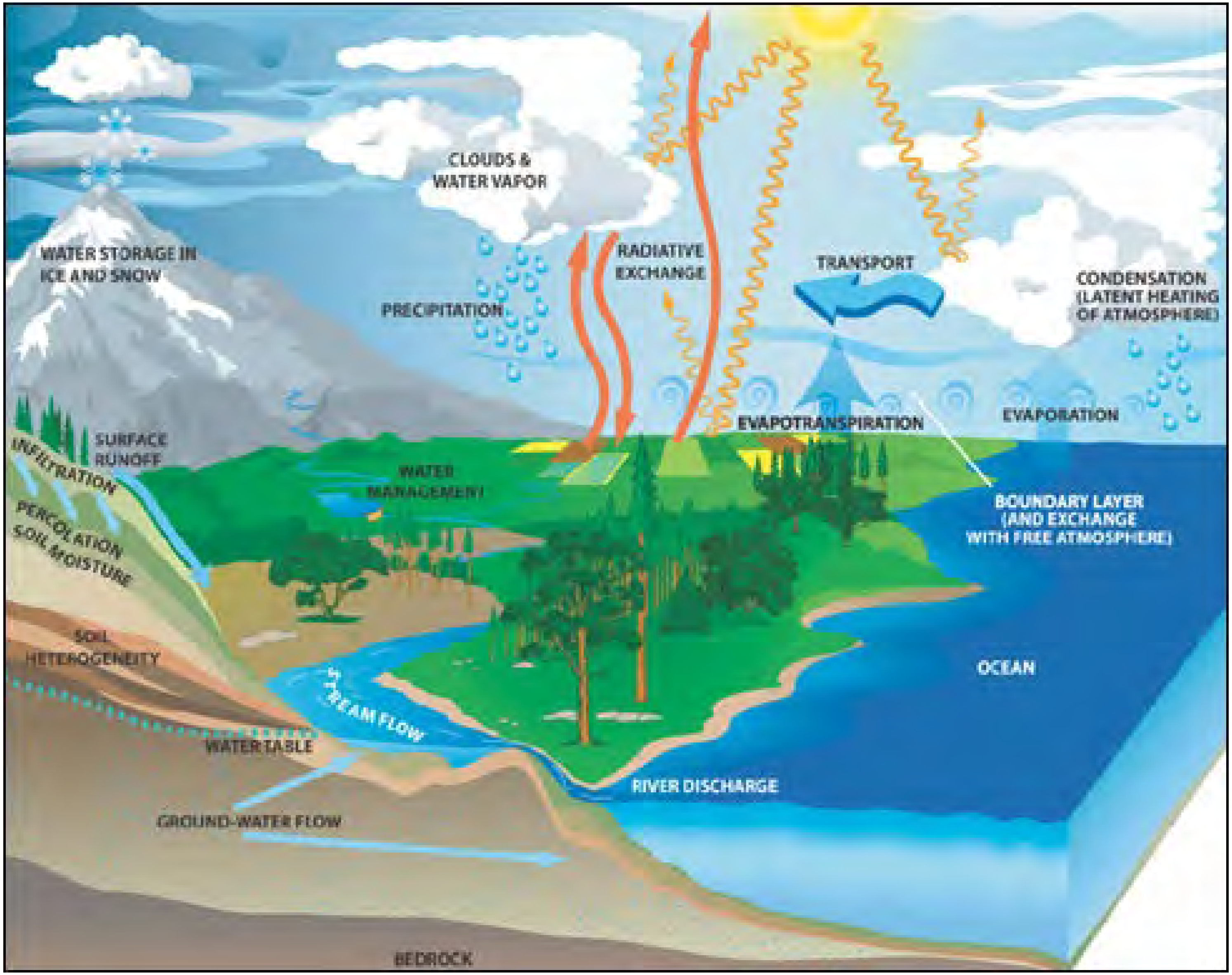


Source: Igor Shiklomanov's chapter "World fresh water resources" in Peter H. Gleick (editor), 1993, Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources.
NOTE: Numbers are rounded, so percent summations may not add to 100.

(porcentagens arredondadas, por isso não somam 100%)

https://water.usgs.gov/edu/earthwherewater.html

Ciclo Hidrológico



~ 50% da energia solar absorvida pela Terra

https://disc.gsfc.nasa.gov/images/water_cycle_nasa_earth.jpg

Ciclo Hidrológico

~ *50% da energia solar absorvida pela Terra*

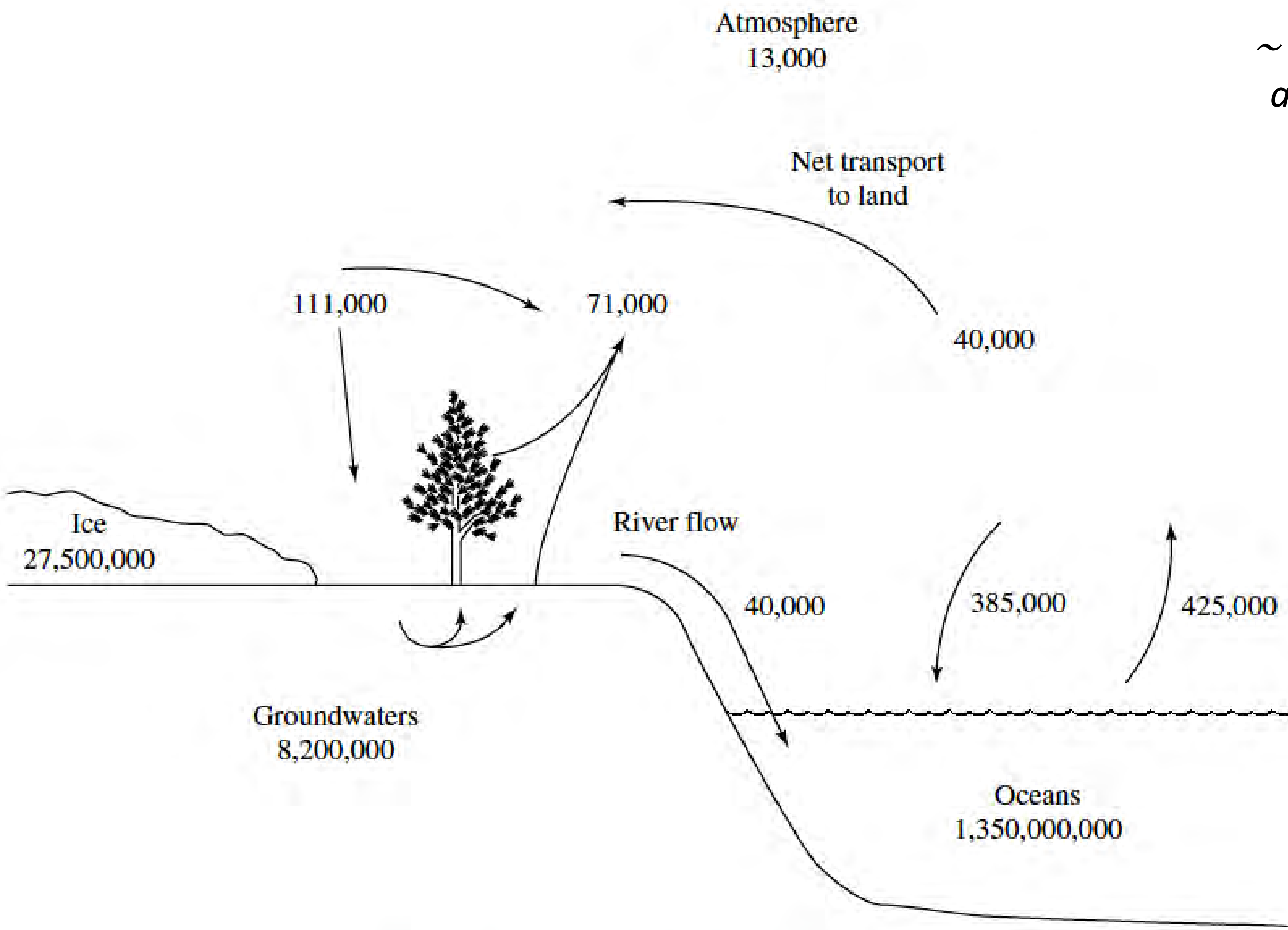
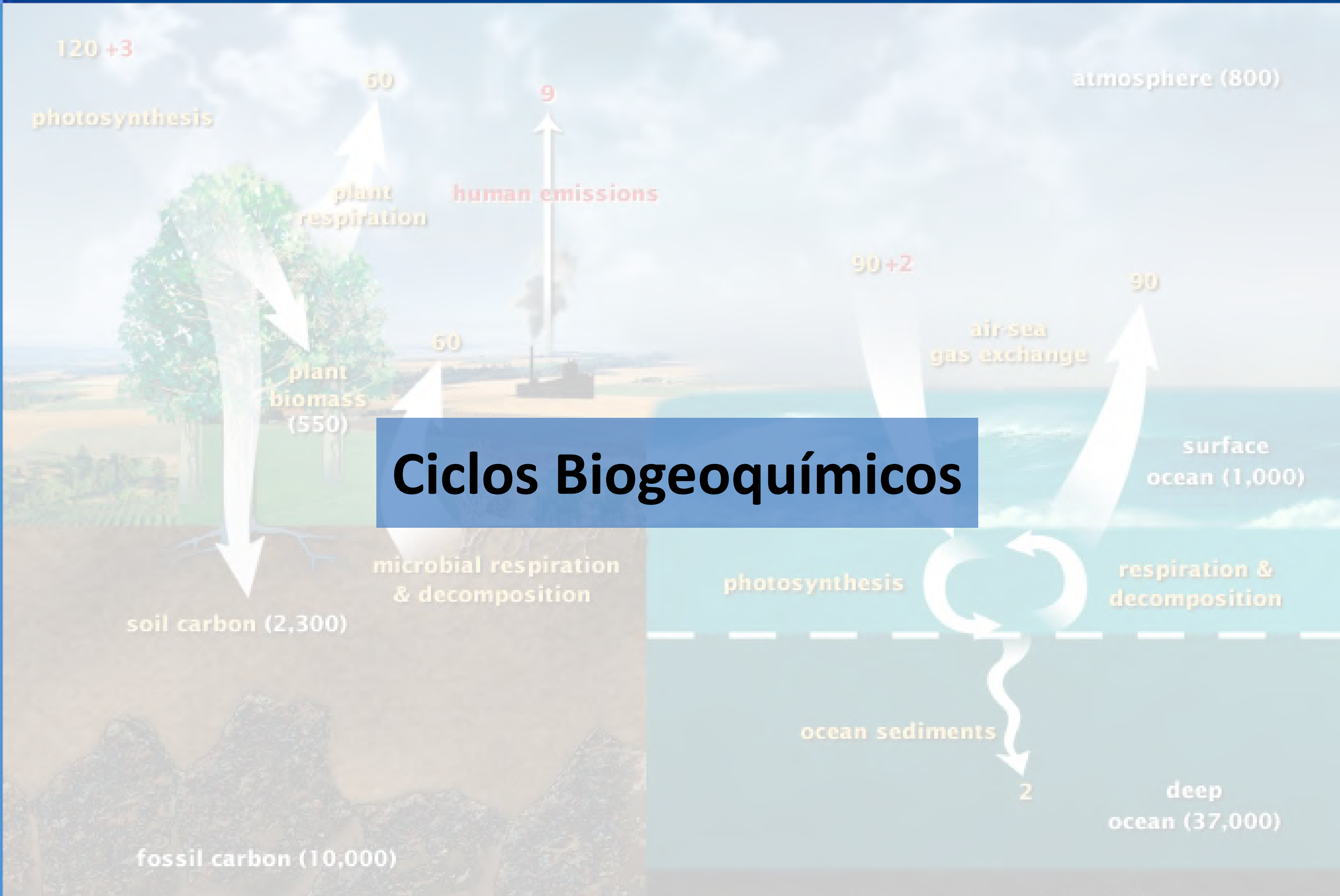


Figure 10.1 The global water cycle. The numbers are in km^3 for the water reservoirs, and km^3/yr for the flows. Figure from "The Global Water Cycle" in *Biogeochemistry: An Analysis of Global Change* by William H. Schlesinger. Copyright © 1991 by Academic Press. Reproduced by permission of the publisher.

Spiro & Stigliani, Chemistry of the Environment, 2nd ed., 2002.

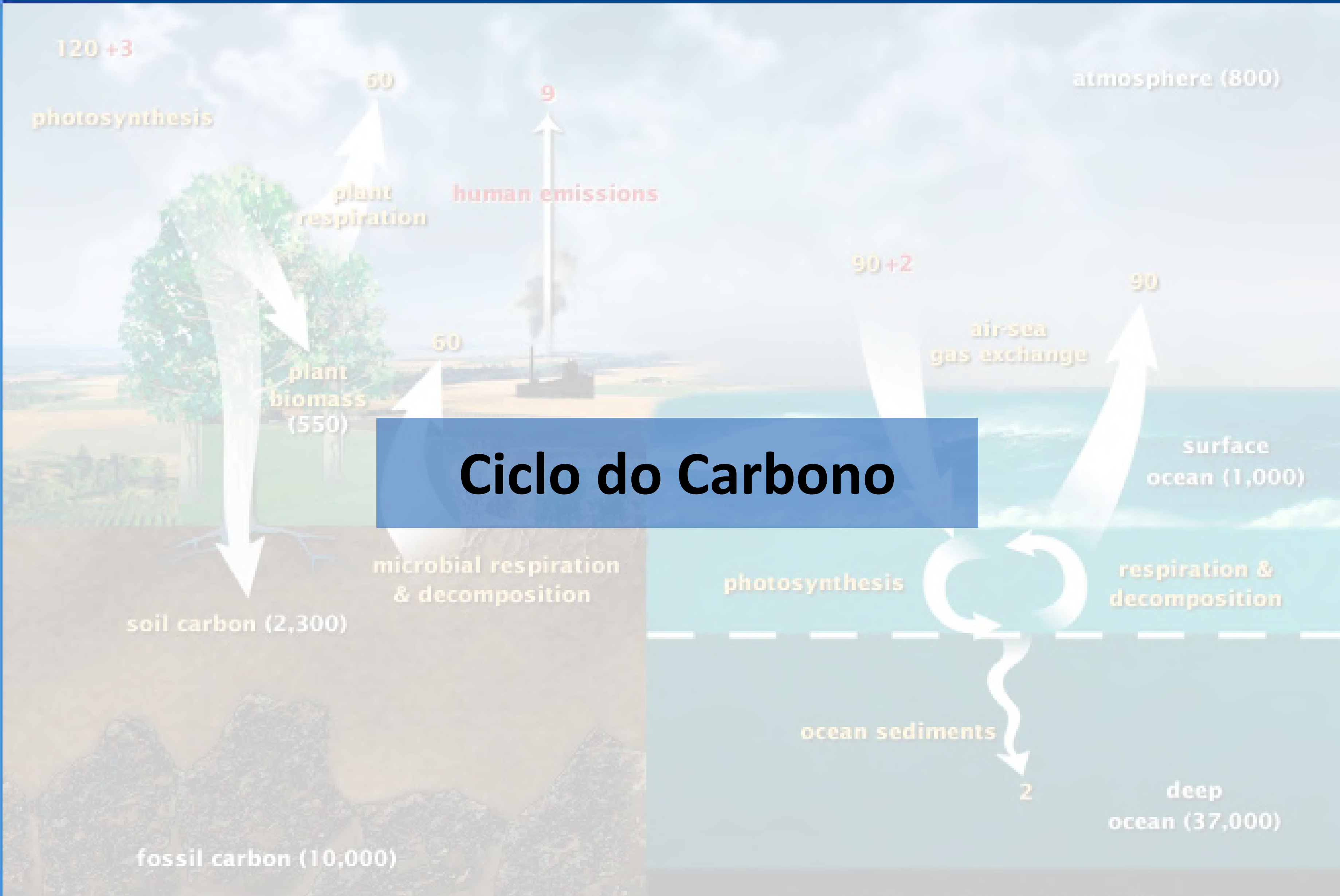


Ciclos Biogeoquímicos

https://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/

Reinaldo C. Bazito

Ciclo do Carbono



https://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/

Ciclo do Carbono

Fluxo e estoques de carbono na Terra

Há dois ”ciclos do carbono”:

- **Ciclo Rápido** – troca ”rápida” entre atmosfera, oceanos, camada superior do solo e
- **Ciclo Lento** – conversão em carbonatos (rochas), eventos geológicos (movimento de placas tectônicas, erupções vulcânicas, etc) – escala de milhares a milhões de anos

Reservatórios de Carbono

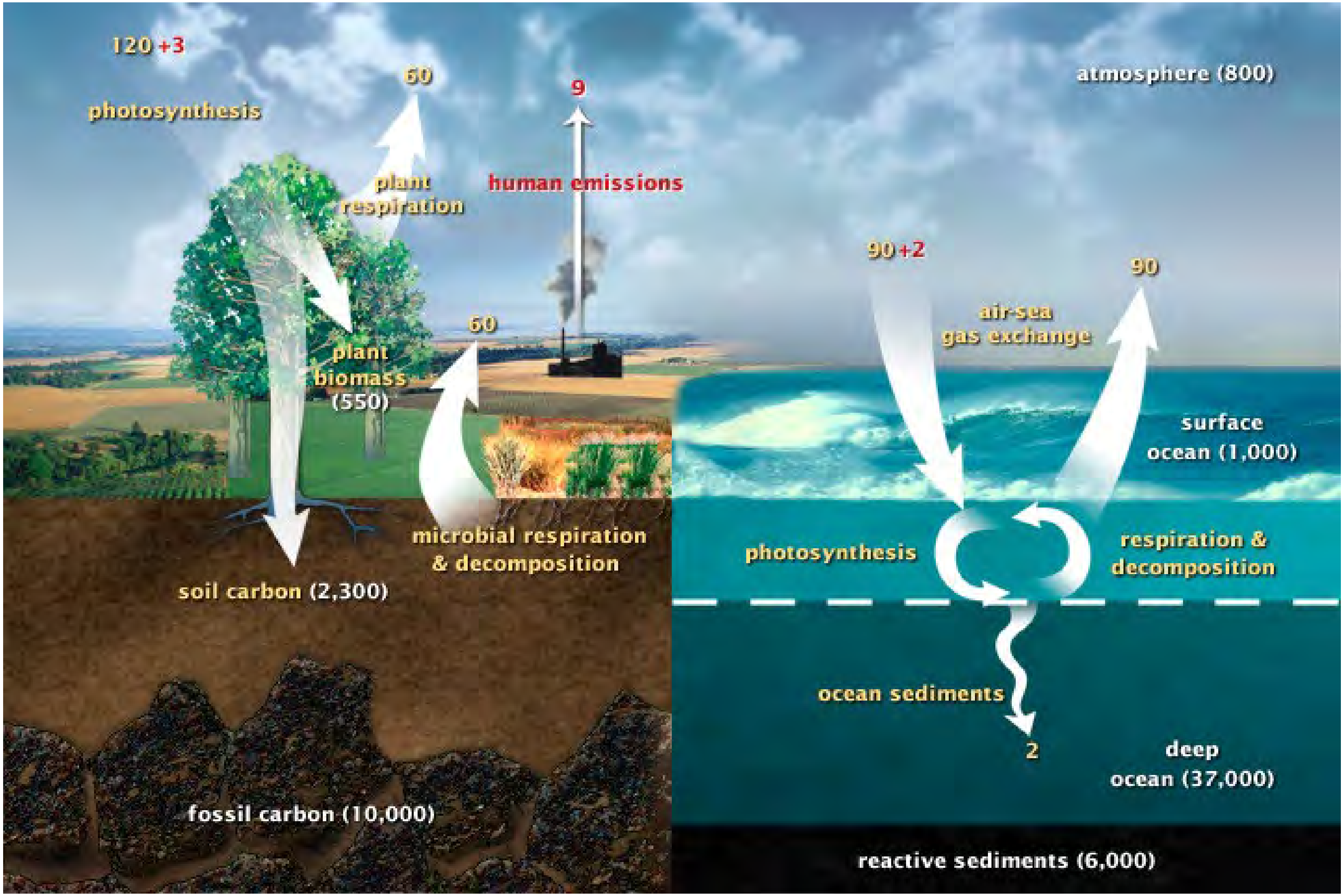
Table 1. Carbon pools in the major reservoirs on Earth.

Pools	Quantity (Gt)
Atmosphere	720
Oceans	38,400
Total inorganic	37,400
Surface layer	670
Deep layer	36,730
Total organic	1,000
Lithosphere	
Sedimentary carbonates	>60,000,000
Kerogens	15,000,000
Terrestrial biosphere (total)	2,000
Living biomass	600–1,000
Dead biomass	1,200
Aquatic biosphere	1–2
Fossil fuels	4,130
Coal	3,510
Oil	230
Gas	140
Other (peat)	250

The Global Carbon Cycle: A Test of Our Knowledge of Earth as a System
BY P. FALKOWSKI, R. J. SCHOLES, E. BOYLE, J. CANADELL, D. CANFIELD, J. ELSER, N. GRUBER, K. HIBBARD, P. HÖGBERG, S. LINDER, F. T. MACKENZIE, B. MOORE III, T. PEDERSEN, Y. ROSENTHAL, S. SEITZINGER, V. SMETACEK, W. STEFFEN
***SCIENCE*13 OCT 2000 : 291-296**

http://science.sciencemag.org/content/290/5490/291

Ciclo do Carbono



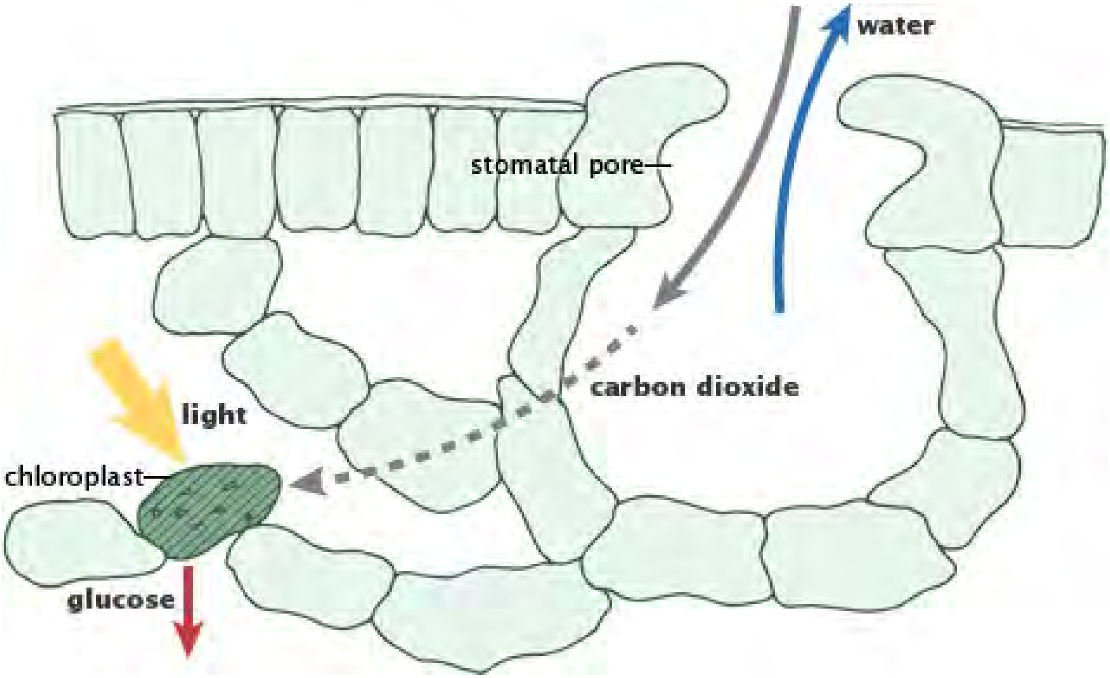
Amarelo = fluxos naturais
Vermelho = Contribuições humanas
Branco = Carbono estocado

Fluxos = GTon C/Ano
Estoques = GTon

https://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/

Reinaldo C. Bazito

Fotossíntese



https://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/

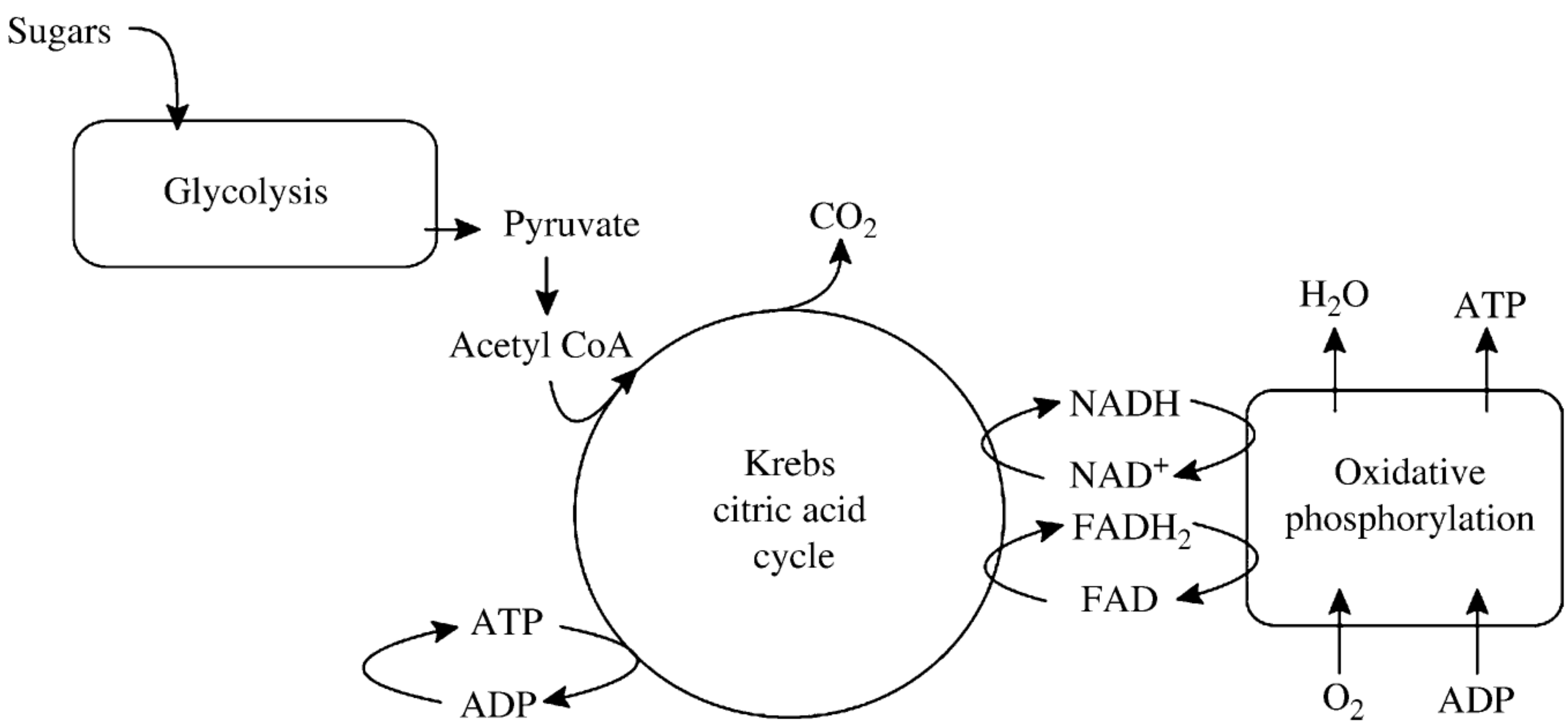
$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{h\nu} \{CH_2O\} + O_2(g)$$

Eficiência ao redor de 3 a 6%

**Renewable biological systems for alternative sustainable energy production (FAO Agricultural Services Bulletin - 128)
http://www.fao.org/docrep/w7241e/w7241e05.htm#1.2.1 photosynthetic efficiency**

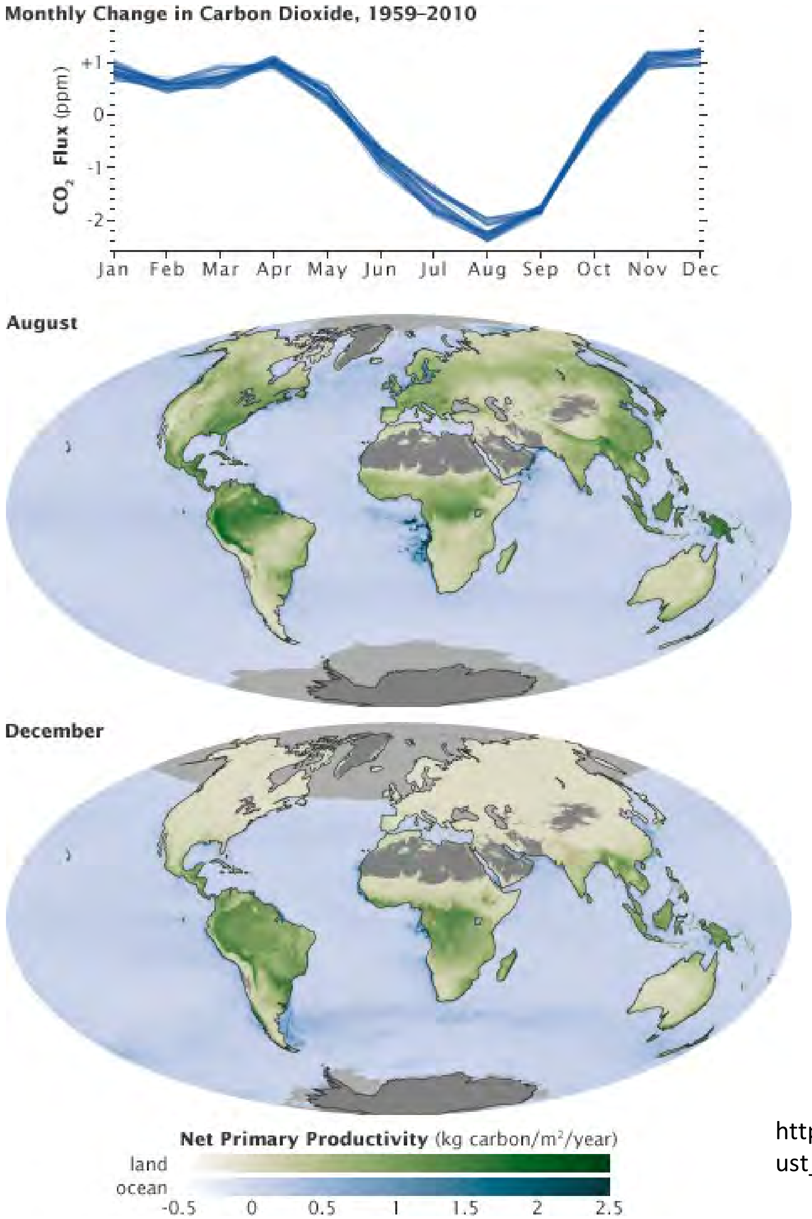
Respiração: **Aeróbica**

$$\{CH_2O\} + O_2(g) \rightarrow CO_2 + H_2O$$



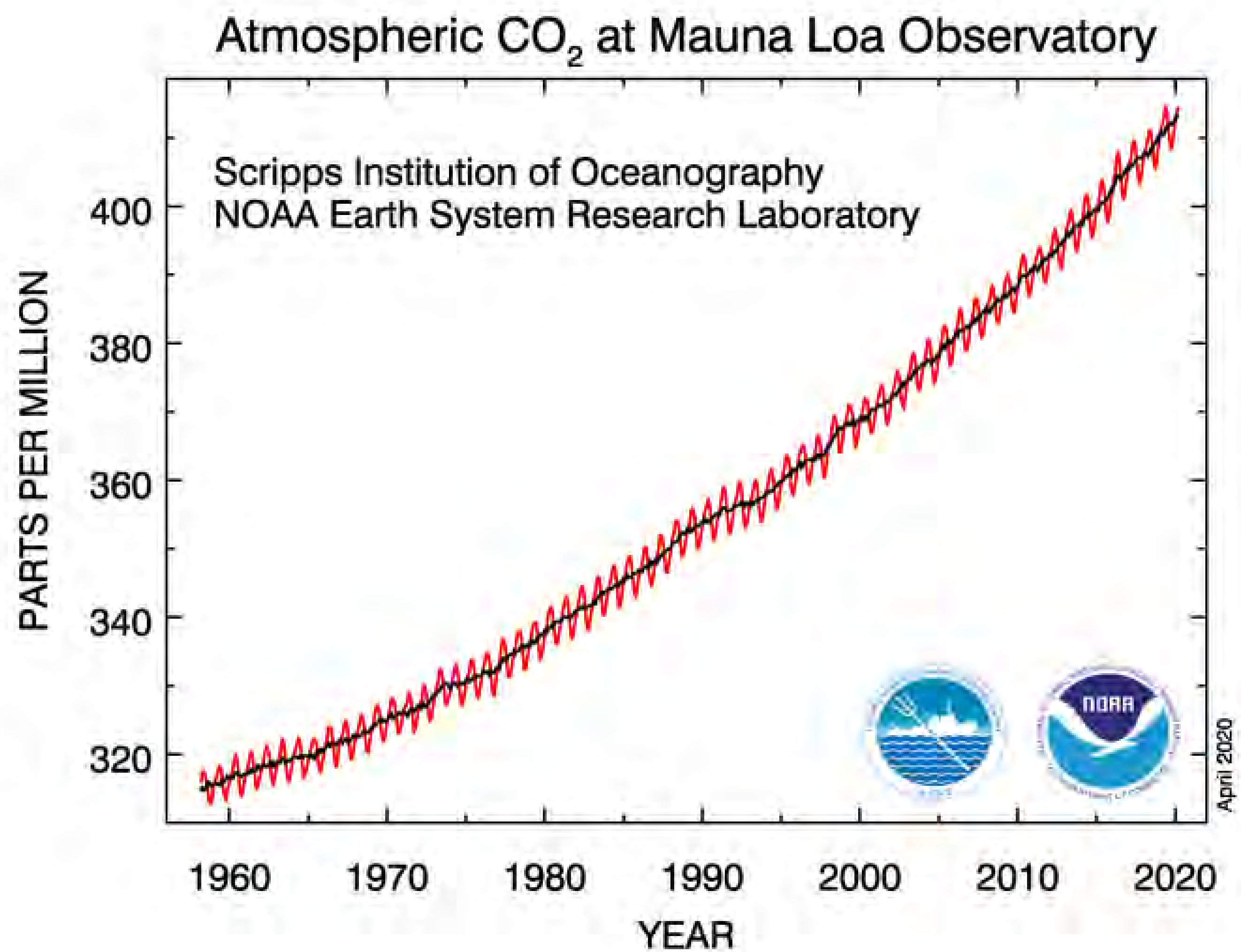
Reinaldo C. Bazito

Mudanças Mensais na $[CO_2]$



https://earthobservatory.nasa.gov/Features/CarbonCycle/images/co2_flux_npp_august_december_2010.jpg

CO_2 medido em Mauna Loa



https://www.esrl.noaa.gov/gmd/webdata/ccgg/trends/co2_data_mlo.png

Ciclo do Carbono

Major Reservoirs and Natural Fluxes of Carbon 475

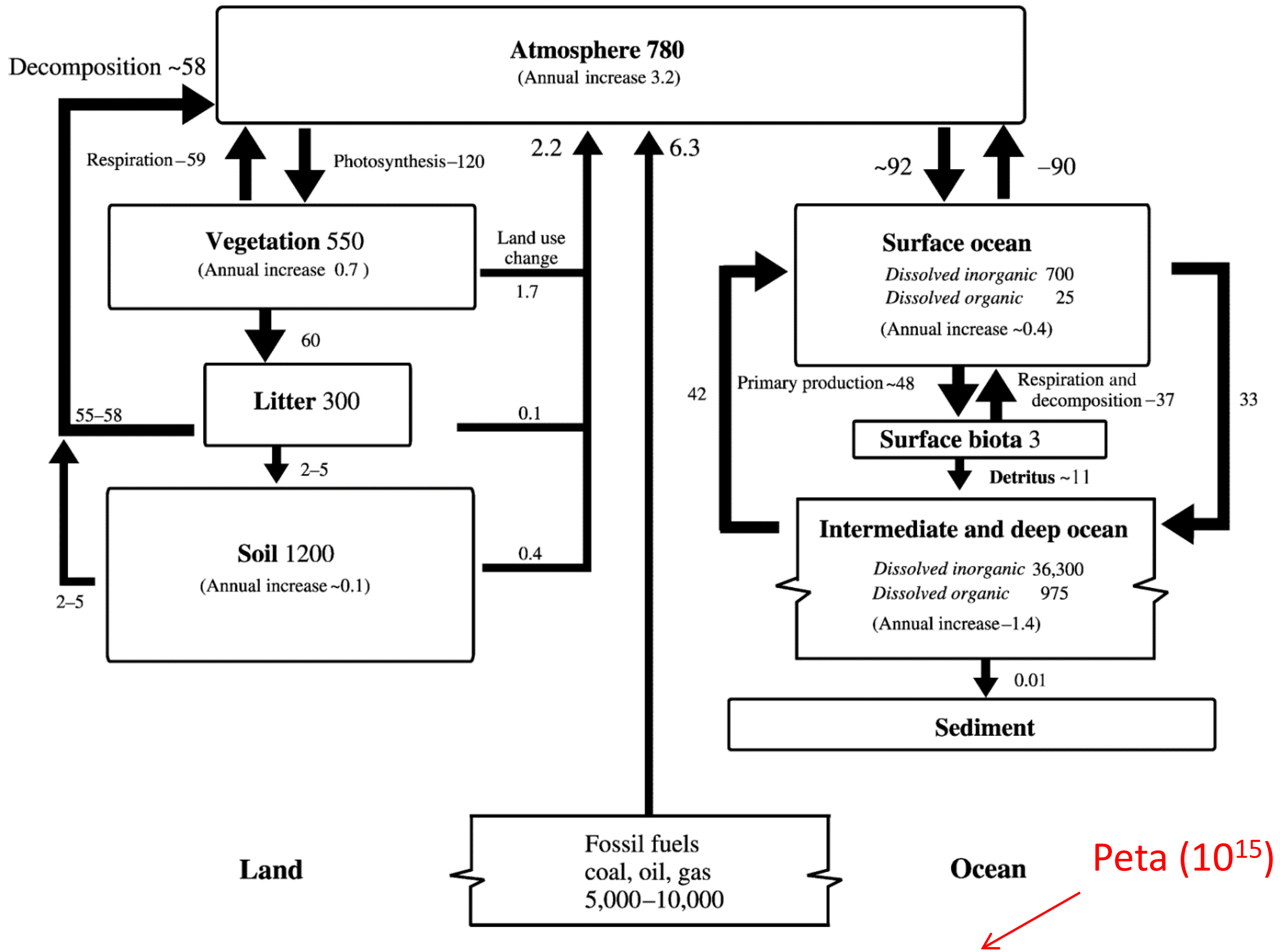


Figure 1 The contemporary global carbon cycle. Units are Pg C or Pg C yr^{-1}.

Holland, H. D.; Turekian, K. K., *Treatise on geochemistry*. 1st ed.; Elsevier/Pergamon: Amsterdam ; Boston, 2004; Vol. 8

Ciclo do Carbono

Table 1 Stocks and flows of carbon.

Carbon stocks (Pg C)	
Atmosphere	780
Land	2,000
Vegetation	500
Soil	1,500
Ocean	39,000
Surface	700
Deep	38,000
Fossil fuel reserves	10,000
Annual flows (Pg C yr^{-1})	
Atmosphere-oceans	90
Atmosphere-land	120
Net annual exchanges (Pg C yr^{-1})	
Fossil fuels	6
Land-use change	2
Atmospheric increase	3
Oceanic uptake	2
Other terrestrial uptake	3

Holland, H. D.; Turekian, K. K., *Treatise on geochemistry*. 1st ed.; Elsevier/Pergamon: Amsterdam ; Boston, 2004; Vol. 8

Ciclo do Carbono

Table 2 Area, carbon in living biomass, and net primary productivity of major terrestrial biomes.

Biome	*Area* (10^9 ha)		*Global carbon stocks* (Pg C)						*Carbon stocks* (Mg C ha^{-1})				*NPP* (Pg C yr^{-1})	
	WBGU	*MRS*	*WGBU*			*MRS IGBP*			*WBGU*		*MRS IGPB*		*Ajtay*	*MRS*
			Plants	*Soil*	*Total*	*Plants*	*Soil*	*Total*	*Plants*	*Soil*	*Plants*	*Soil*		
Tropical forests	17.6	17.5	212	216	428	340	214	553	120	123	194	122	13.7	21.9
Temperate forests	1.04	1.04	59	100	159	139	153	292	57	96	134	147	6.5	8.1
Boreal forests	1.37	1.37	88	471	559	57	338	395	64	344	42	247	3.2	2.6
Tropical savannas and grasslands	2.25	2.76	66	264	330	79	247	326	29	117	29	90	17.7	14.9
Temperate grasslands and shrublands	1.25	1.78	9	295	304	23	176	199	7	236	13	99	5.3	7.0
Deserts and semi-deserts	4.55	2.77	8	191	199	10	159	169	2	42	4	57	1.4	3.5
Tundra	0.95	0.56	6	121	127	2	115	117	6	127	4	206	1.0	0.5
Croplands	1.60	1.35	3	128	131	4	165	169	2	80	3	122	6.8	4.1
Wetlands	0.35		15	225	240				43	643			4.3	
Total	15.12	14.93	466	2,011	2,477	654	1,567	2,221					59.9	62.6

Source: Prentice *et al*. (2001).

Holland, H. D.; Turekian, K. K., *Treatise on geochemistry*. 1st ed.; Elsevier/Pergamon: Amsterdam ; Boston, 2004; Vol. 8

Ciclo do Carbono

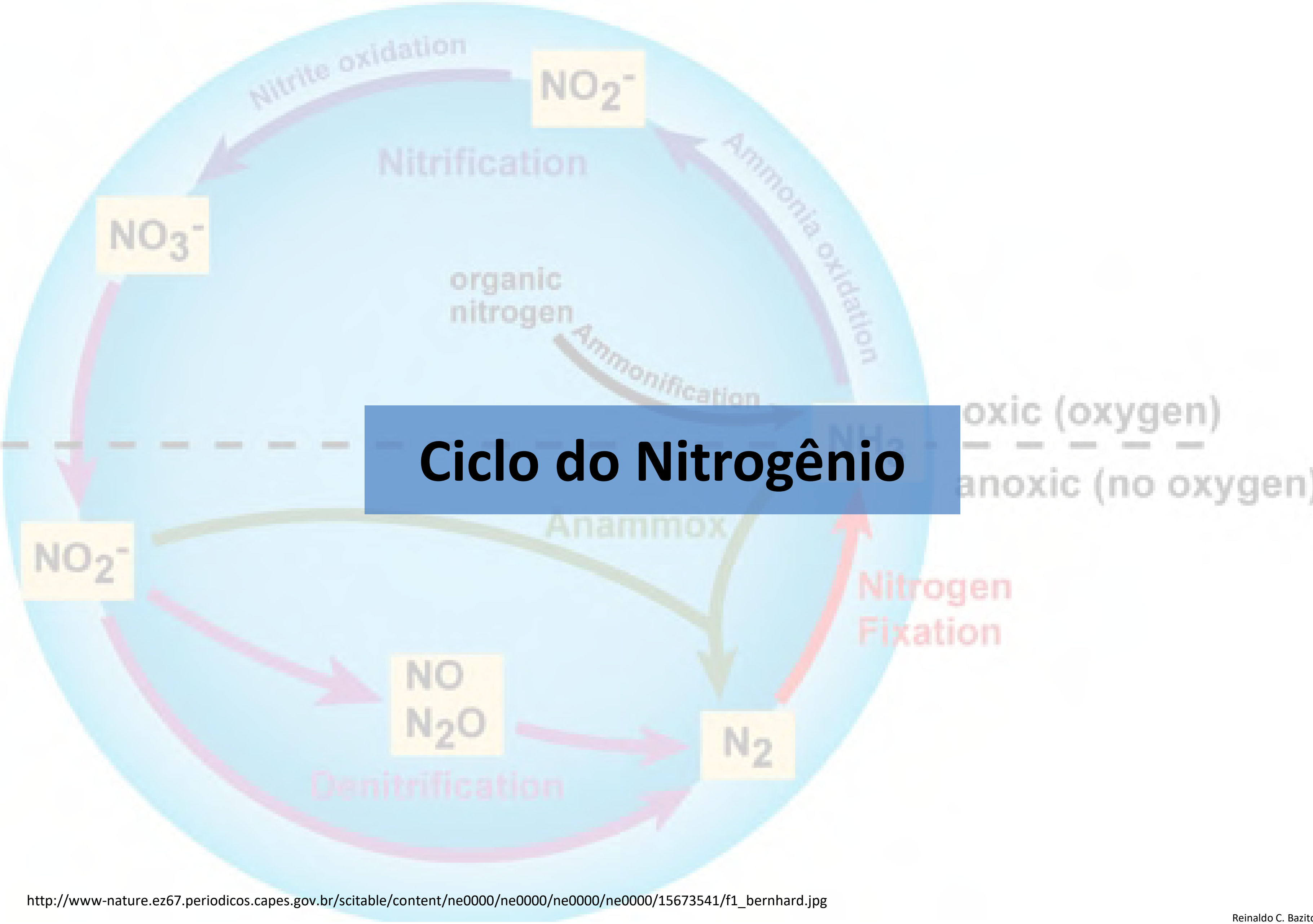
Table 3 The distribution of 1,000 CO_2 molecules in the atmosphere–ocean.

Atmosphere	15
Ocean	985
CO_2	5
HCO_3^-	875
CO_3^{2-}	105
Total	1,000

Source: Sarmiento (1993).

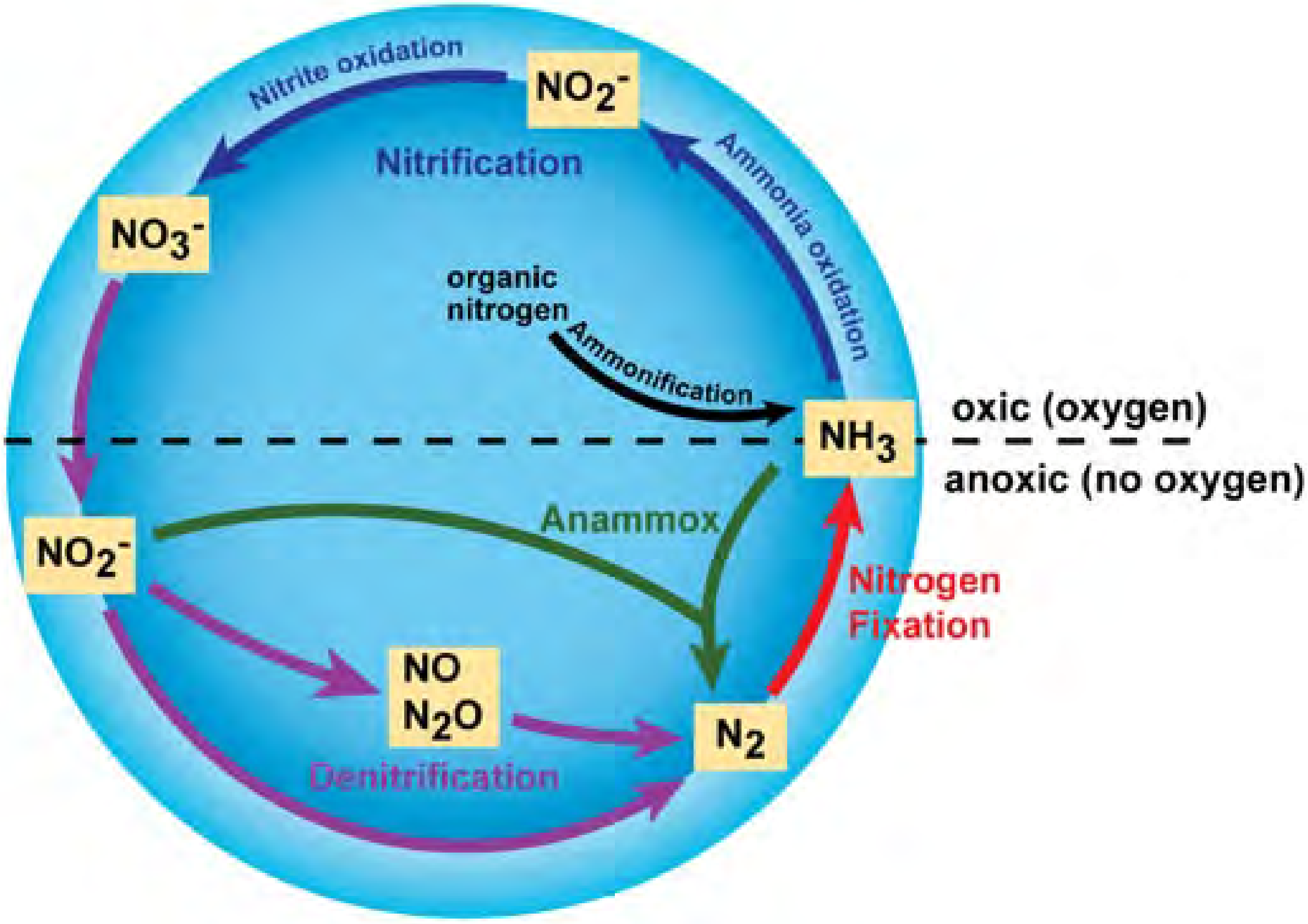
Holland, H. D.; Turekian, K. K., *Treatise on geochemistry*. 1st ed.; Elsevier/Pergamon: Amsterdam ; Boston, 2004; Vol. 8

Ciclo do Nitrogênio



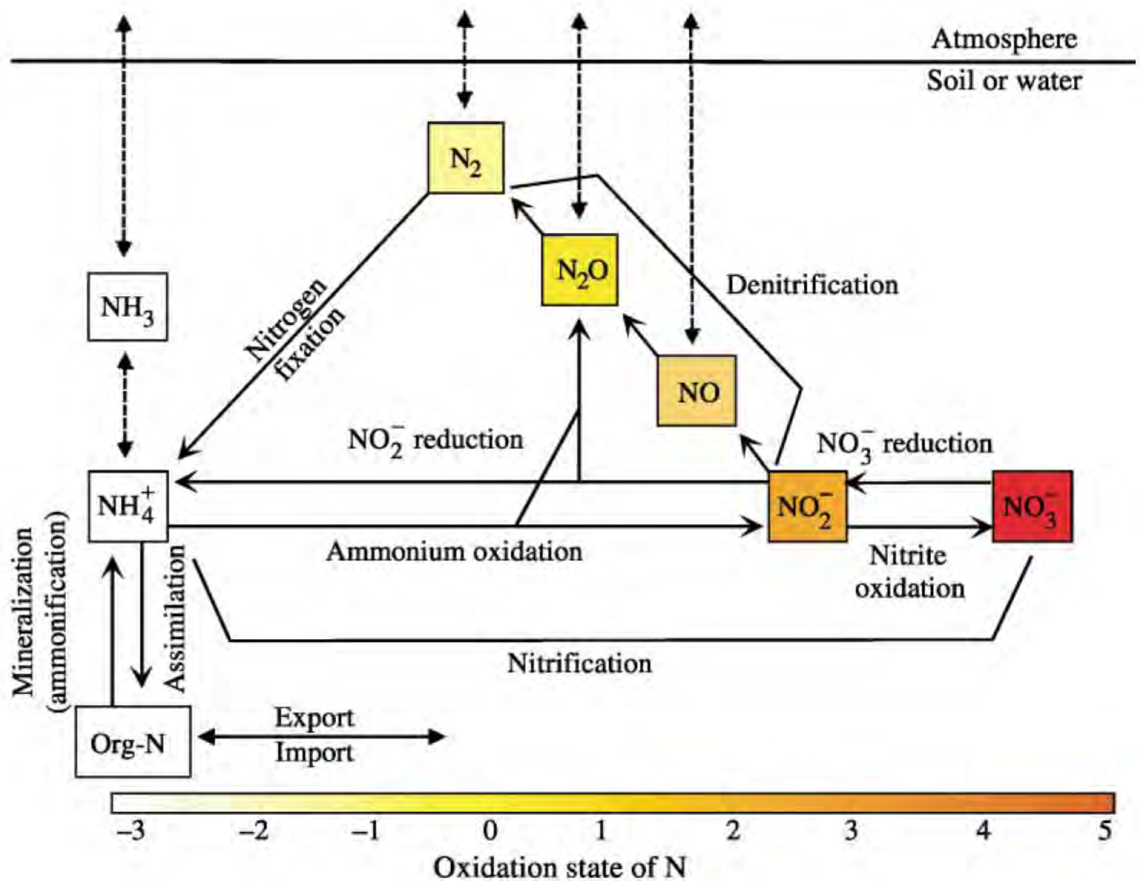
http://www-nature.ez67.periodicos.capes.gov.br/scitable/content/ne0000/ne0000/ne0000/ne0000/15673541/f1_bernhard.jpg

Ciclo do Nitrogênio



http://www-nature.ez67.periodicos.capes.gov.br/scitable/content/ne0000/ne0000/ne0000/ne0000/15673541/f1_bernhard.jpg

Ciclo do Nitrogênio



Redrawn from Karl

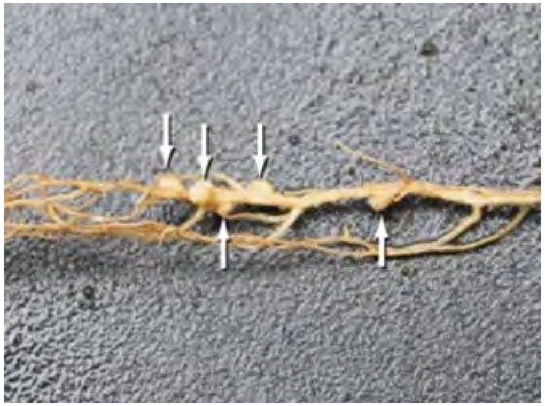
Figure 1 The processes of nitrogen fixation, assimilation, nitrification, decomposition, ammonification, and denitrification (after Karl, 2002).

Holland, H. D.; Turekian, K. K., *Treatise on geochemistry*. 1st ed.; Elsevier/Pergamon: Amsterdam ; Boston, 2004; Vol. 8

Ciclo do Nitrogênio

Fixação de Nitrogênio:

$$N_2 + 8\,H^+ + 8\,e^- \longrightarrow 2\,NH_3 + H_2$$



Genus	Phylogenetic Affiliation	Lifestyle
Nostoc, Anabaena	Bacteria (Cyanobacteria)	free-living,aerobic, phototrophic
Pseudomonas, Azotobacter, Methylomonas	Bacteria	free-living, aerobic, chemoorganotrophic
Alcaligenes, Thiobacillus	Bacteria	free-living, aerobic, chemolithotrophic
Methanosarcina, Methanococcus	Archaea	free-living, anaerobic, chemolithotrophic
Chromatium, Chlorobium	Bacteria	free-living, anaerobic, phototrophic
Desulfovibrio, Clostridium	Bacteria	free-living, anaerobic, chemoorganotrophic
Rhizobium, Frankia	Bacteria	symbiotic, aerobic, chemoorganotrophic

http://www-nature.ez67.periodicos.capes.gov.br/scitable/knowledge/library/the-nitrogen-cycle-processes-players-and-human-15644632

Ciclo do Nitrogênio

Nitrificação *(oxidação aeróbia da amônia por bactérias gerando nitrito e nitrato)*

$$1)\ NH_3 + O_2 + 2\ e^- \longrightarrow NH_2OH + H_2O$$

Enzima amônia mono-oxigenase

$$2)\ NH_2OH + H_2O \longrightarrow NO_2^- + 5\ H^+ + 4\ e^-$$

Enzima hidroxilamina oxidoredutase

Bactérias dos gêneros Nitrosomonas, Nitrosospira, e Nitrosococcus

$$NO_2^- + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow NO_3^-$$

Bactérias dos gêneros Nitrospira, Nitrobacter, Nitrococcus, and Nitrospina

http://www-nature.ez67.periodicos.capes.gov.br/scitable/knowledge/library/the-nitrogen-cycle-processes-players-and-human-15644632

Ciclo do Nitrogênio

<u>Anamox</u> *(oxidação anaeróbia da amônia)*

"perda" de nitrogênio em ambientes aquáticos

$$NH_4^+ + NO_2^- \longrightarrow N_2 + 2\,H_2O$$

Bactérias do filo Planctomycetes

http://www-nature.ez67.periodicos.capes.gov.br/scitable/knowledge/library/the-nitrogen-cycle-processes-players-and-human-15644632

Ciclo do Nitrogênio

Desnitrificação *(nitrato é convertido em nitrogênio gasoso, passando por intermediários) – processo anaeróbio*

1) $NO_3^- \longrightarrow NO_2^- \longrightarrow NO + N_2O \longrightarrow N_2$

2) $2\ NO_3^- + 10\ e^- + 12\ H^+ \longrightarrow N_2 + 6\ H_2O$

Bactérias dos gêneros Bacillus, Paracoccus, and Pseudomonas
Necessitam de C orgânico também!

http://www-nature.ez67.periodicos.capes.gov.br/scitable/knowledge/library/the-nitrogen-cycle-processes-players-and-human-15644632

Ciclo do Nitrogênio

Amonificação *(nitrogênio orgânico é convertido em amônia)*

http://www-nature.ez67.periodicos.capes.gov.br/scitable/knowledge/library/the-nitrogen-cycle-processes-players-and-human-15644632

Ciclo do Nitrogênio

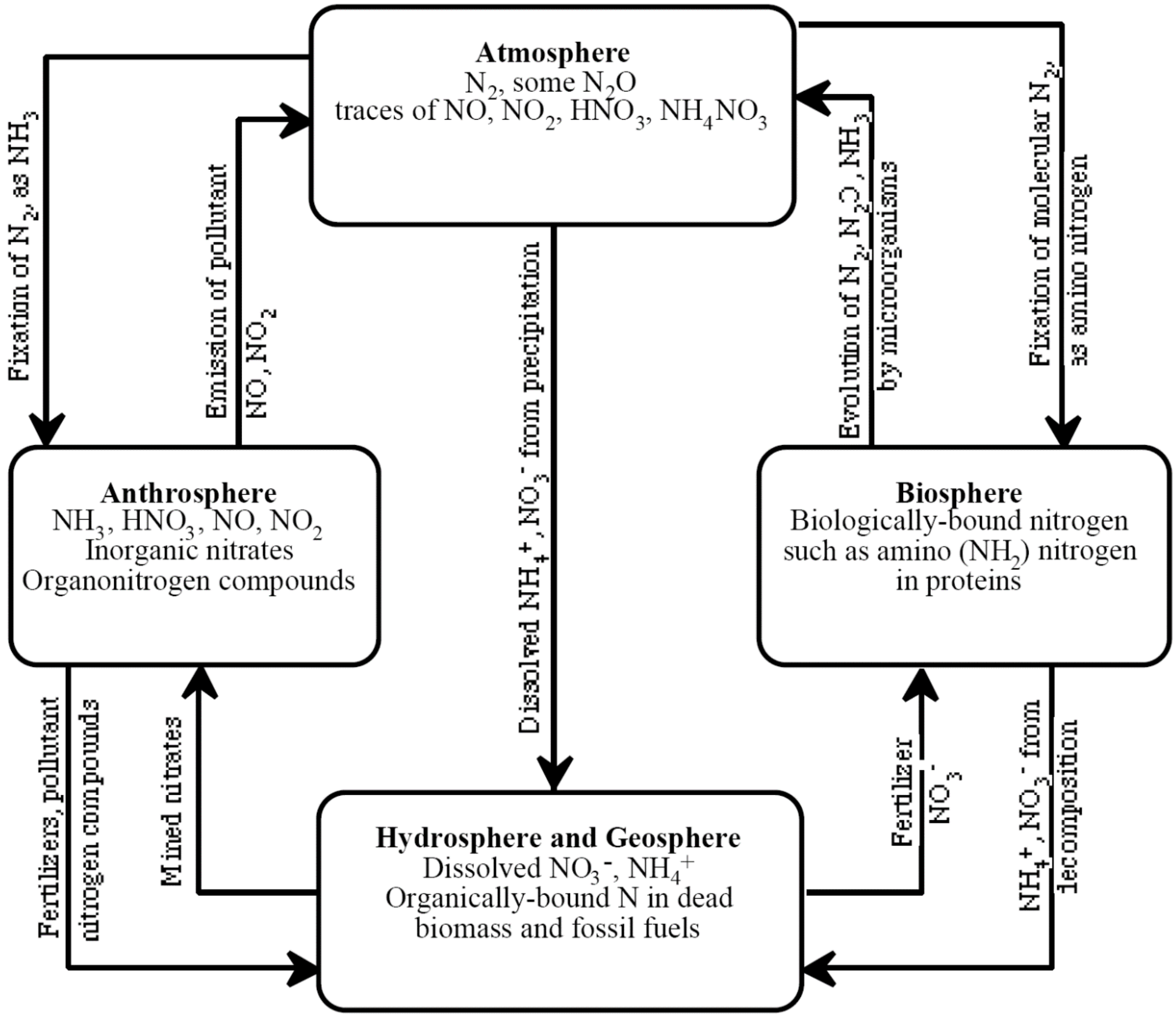


Figure 1.6. The nitrogen cycle.

Holland, H. D.; Turekian, K. K., *Treatise on geochemistry*. 1st ed.; Elsevier/Pergamon: Amsterdam ; Boston, 2004; Vol. 8

Ciclo do Nitrogênio

Tera (10^{12})

Table 2 N amounts in global reservoirs ($Tg\,N\,yr^{-1}$).

Reservoirs	*Amount*	*Percentage of total*
Atmosphere, N_2	3,950,000,000	79.5
Sedimentary rocks	999,600,000	20.1
Ocean		
N_2	20,000,000	0.4
NO_3^-	570,000	0.0
Soil organics	190,000	0.0
Land biota	10,000	0.0
Marine biota	500	0.0

Source: Mackenzie (1998) except ocean, N_2 from Schlesigner (1997).

Holland, H. D.; Turekian, K. K., *Treatise on geochemistry*. 1st ed.; Elsevier/Pergamon: Amsterdam ; Boston, 2004; Vol. 8

Ciclo do Nitrogênio

Table 4 Global creation and distribution rates of Nr (Tg N yr^{-1}).

Reactive nitrogen

Biological nitrogen fixation

	~1970 (Delwiche, 1970)	1970 (Svensson and Söderlund, 1976)	~1980 (Rosswall, 1983[a])	1990 (Galloway et al., 1995)	1990s (Schlesinger, 1997)
Natural Nr creation					
Terrestrial BNF	30	140	44–200	90–130	100
Marine BNF	10	30–130	1–130	40–200	15
Total lightning	7.6	?	0.5–30	3	5
Anthropogenic Nr creation					
Haber–Bosch	30	36	60	78	80
BNF, cultivation	14	89		43	40
Fossil-fuel combustion		19	10–20	21	24
Total terrestrial	74	194		255	249
Total global	174	274		375	264
Atmospheric emission					
NO_x, fossil-fuel combustion		19	10–20	21	24
NO_x, other		21–89	0–90	14.5	24
Terrestrial NH_3		113–244	36–250	53	62
Marine NH_3		0		13	13
Total emissions		253		102	123
Atmospheric deposition					
Terrestrial NO_y		32–83	110–240	26.5	30
Marine NO_y		11–33		12.3	14[b]
Terrestrial NH_x		91–186	40–116	52	40
Marine NH_x		19–50		17	16[b]
Organic N			10–100		
Total deposition		253	173–496	110	100
Riverine flux to coast	30	13–24	13–40	76[c]	36[d]
Denitrification[e]					
Continental N_2O		16–69	16–69	9.1	11.7
Marine N_2O		20–80	9–90	2	4
Continental N_2	43	91–92	43–390	130–290	13–233
Marine N_2	40	5–99	0–330	150–180	110
Total denitrification	83	236		386	249

[a] Deposition values for land plus ocean; NH_3 emissions include marine. [b] Wet. [c] Total. [d] Dissolved. [e] N_2O emissions are included with the realization that N_2O is also produced during nitrification.

Holland, H. D.; Turekian, K. K., *Treatise on geochemistry*. 1st ed.; Elsevier/Pergamon: Amsterdam ; Boston, 2004; Vol. 8

Ciclo do Nitrogênio

Table 5 Global Nr creation and distribution in 1890 and 1990 ($Tg\,N\,yr^{-1}$).

	1890	*1990*
Natural Nr creation		
BNF, terrestrial	100	89
BNF, marine	120	120
Total lightning	5	5
Anthropogenic Nr creation		
Haber–Bosch	0	85
BNF, cultivation	15	33
Fossil-fuel combustion	0.6	21
Nr creation		
Total terrestrial	121	233
Total global	241	353
Atmospheric emission		
NO_x, fossil-fuel combustion	0.6	21
NO_x, other	6.2	13.0
NH_3, terrestrial	8.7	43.0
NH_3, marine	8	8
Total emissions	24	85
Atmospheric deposition		
NO_y, terrestrial	8	33
NO_y, marine	5	13
NH_x, terrestrial	8	43
NH_x, marine	12	14
Total deposition	33	103
Riverine flux to coast (DIN)	5	20

Source: Galloway and Cowling (2002). N_2O emissions are included here with the realization that N_2O is also produced during nitrification; deposition values are for land plus ocean.

Ciclo do Nitrogênio

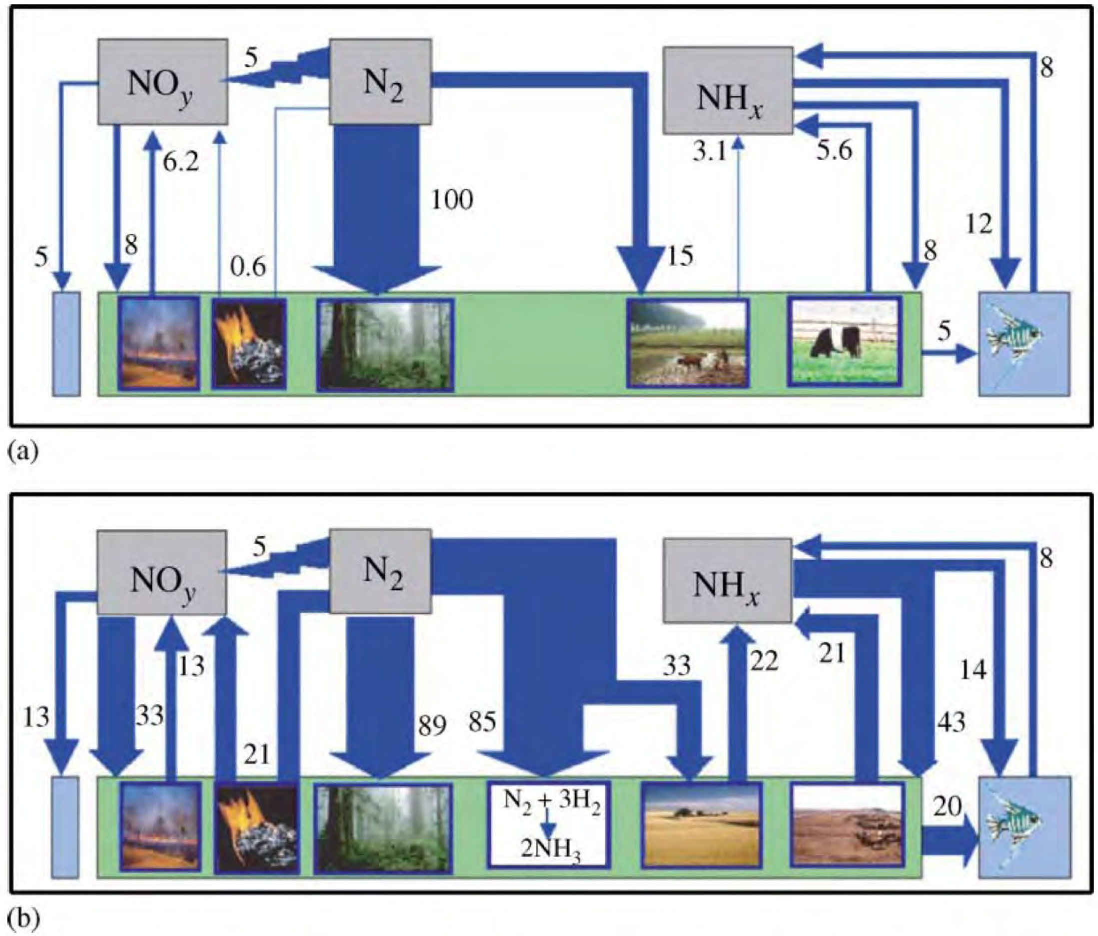
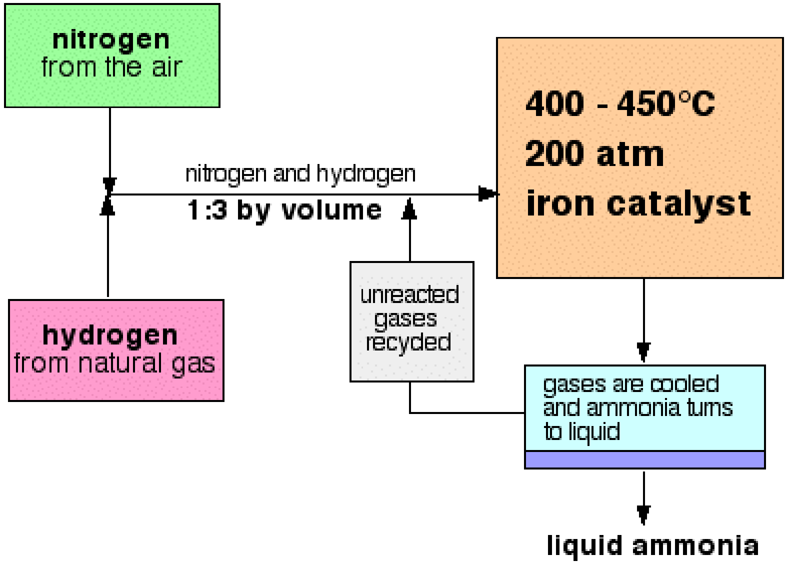


Figure 3 Global nitrogen budgets for: (a) 1890 and (b) 1990, Tg N yr^{-1}. Emissions to the (left) NO$_y$ box from (first

Processo Haber-Bosch

Fritz Haber

Carl Bosch



$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \rightleftharpoons 2NH_{3(g)} \qquad \Delta H = -92\ kJ\ mol^{-1}$$

http://www.chemguide.co.uk/physical/equilibria/haber.html

https://www.britannica.com/biography/Fritz-Haber

https://www.britannica.com/biography/Carl-Bosch

Óxidos de Nitrogênio na Combustão

NO_x (NO e NO_2 – maiores contribuições) **e** N_2O (menor contribuição)

Formação de NO_x em processos de combustão:

1) N_2 do ar (***NO_x térmico*** e ***NO_x "imediato"*** - prompt NO_x)

2) Compostos com N presentes no combustível (NO_x de combustível)

Óxidos de Nitrogênio na Combustão

NO_x térmico (mecanismo de Zeld'ovich):

$N_2 + O \rightarrow NO + N$
$N + O_2 \rightarrow NO + O$
$N + OH \rightarrow NO + H$

NO_x prompt (mecanismo de Fenimore):

$CH + N_2 \rightarrow HCN + N$
$HCN + O \rightarrow NCO + H$
$NCO + H \rightarrow NH + CO$
$NH + H \rightarrow N + H_2$

Óxidos de Nitrogênio na Combustão

NO_x de combustível

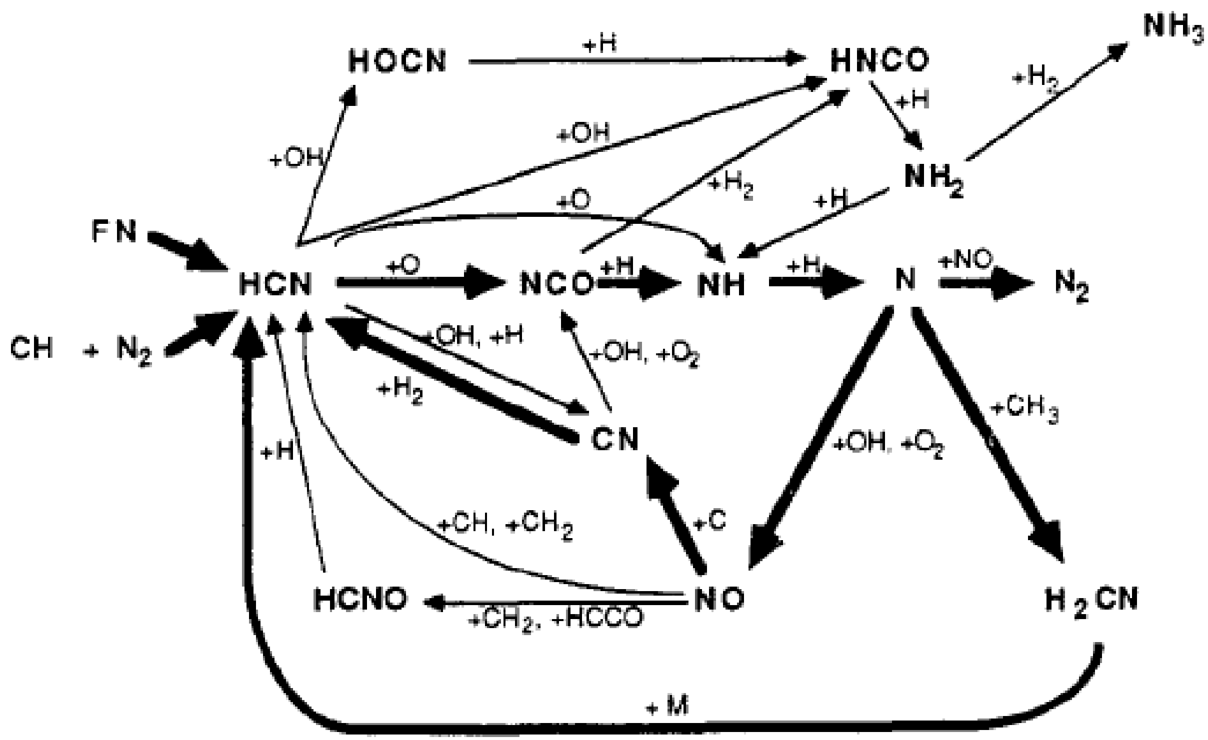
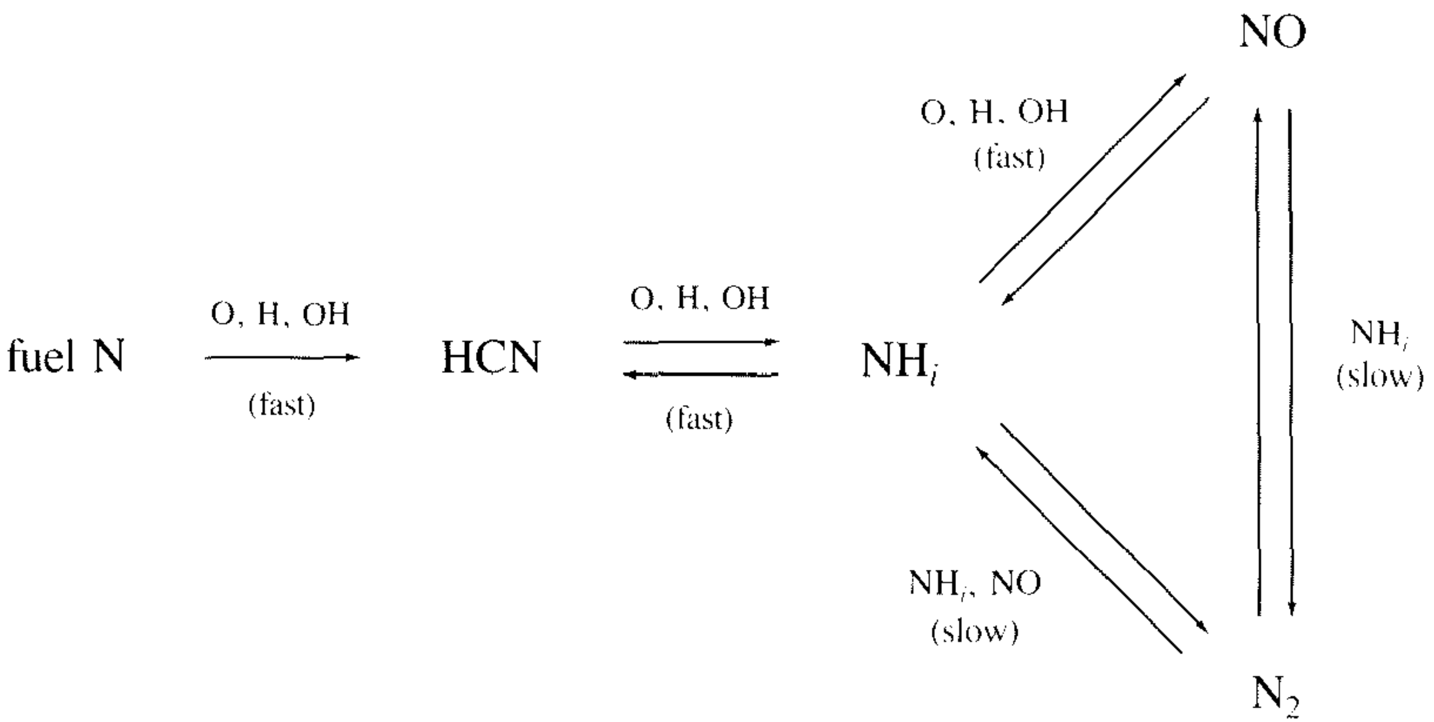


FIG. 11. Reaction path diagram illustrating the major steps in prompt NO formation and conversion of fuel nitrogen (FN) to NO. The bold lines represent the most important reaction paths.

http://www-sciencedirect-com.ez67.periodicos.capes.gov.br/science/article/pii/0360128589900178

NO_x de combustível

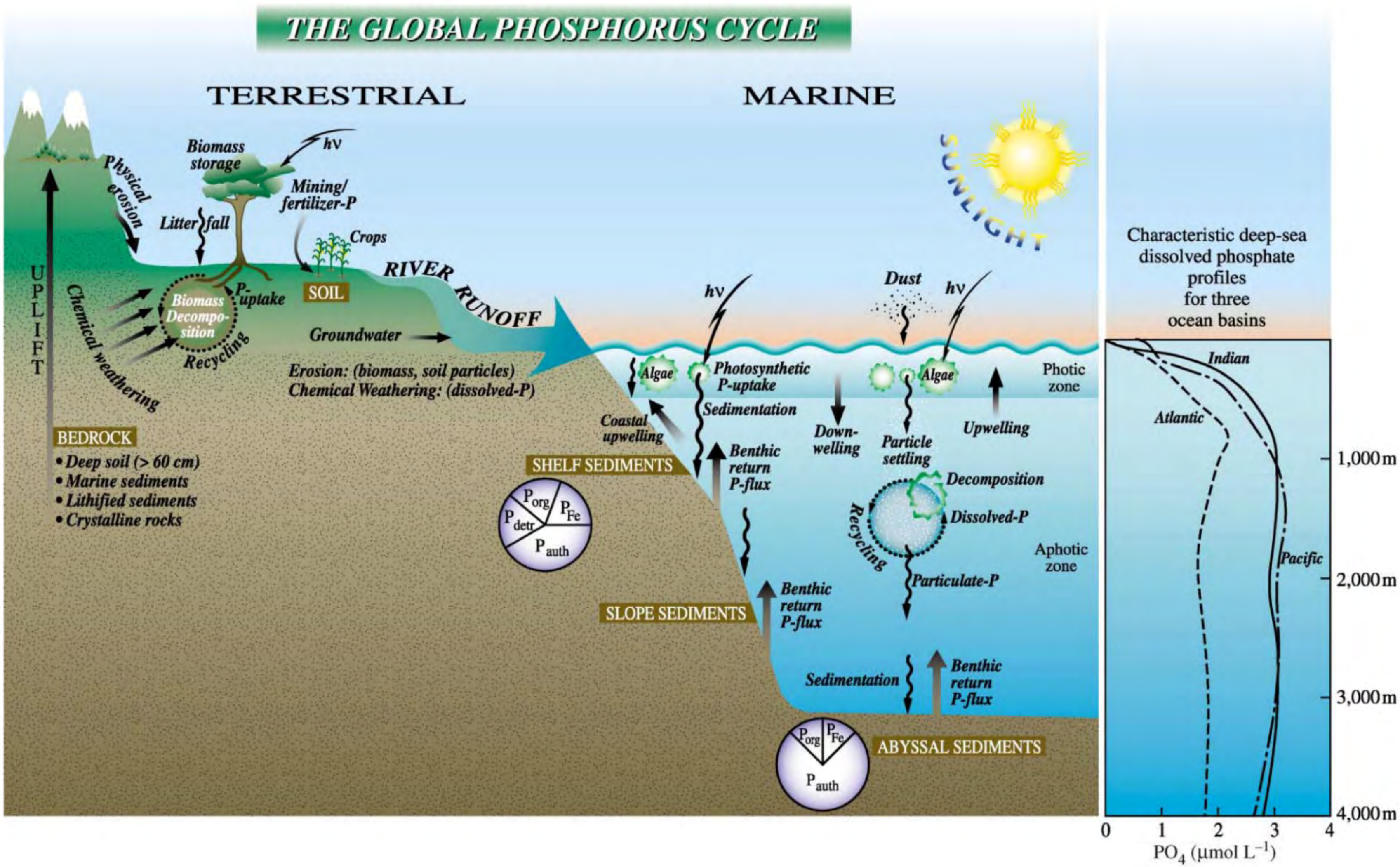


http://authors.library.caltech.edu/25069/5/AirPollution88-Ch3.pdf

Ciclo do Fósforo

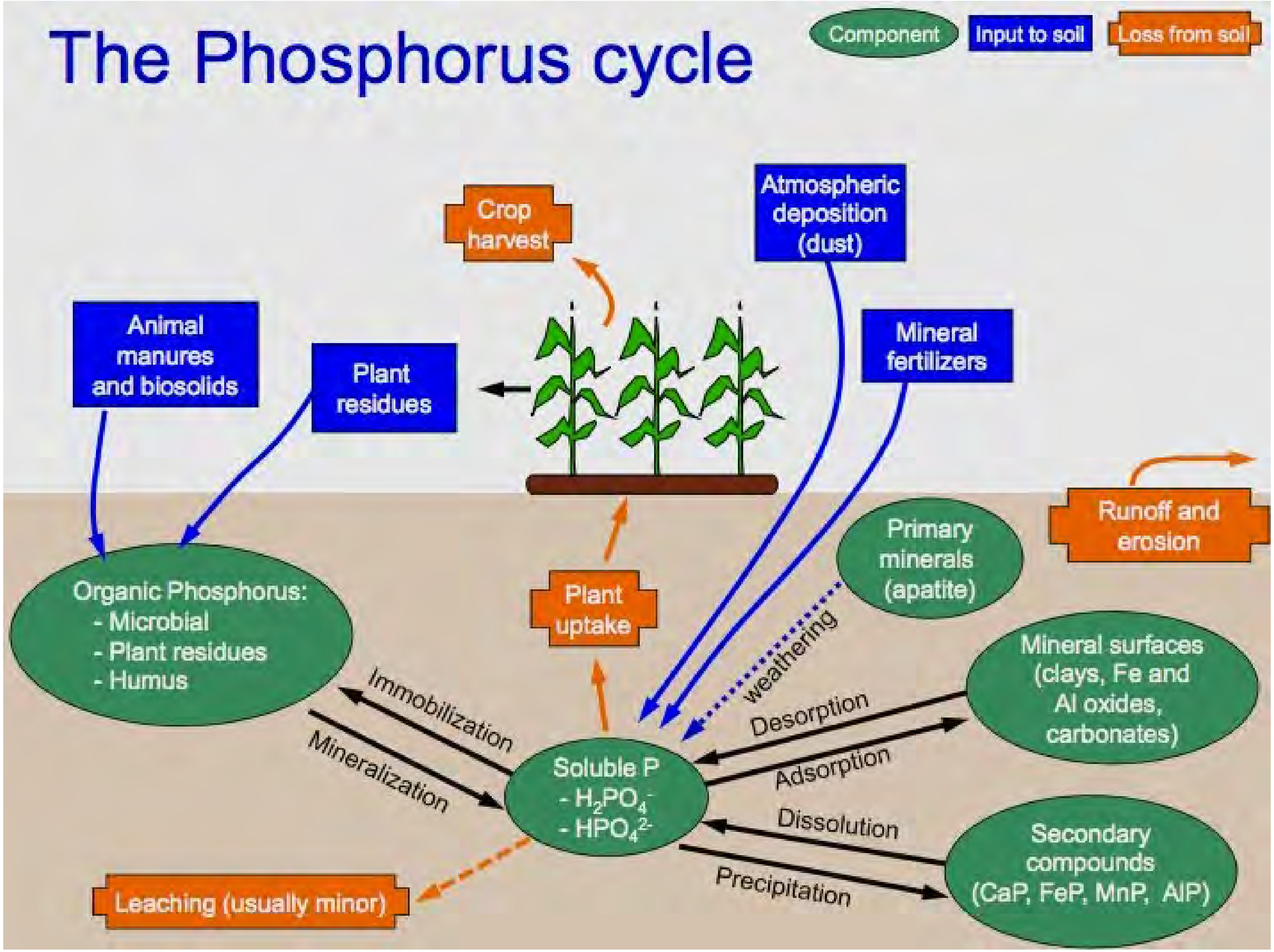
https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/91/Phosphorus_Cycle_copy.jpg

Ciclo do Fósforo



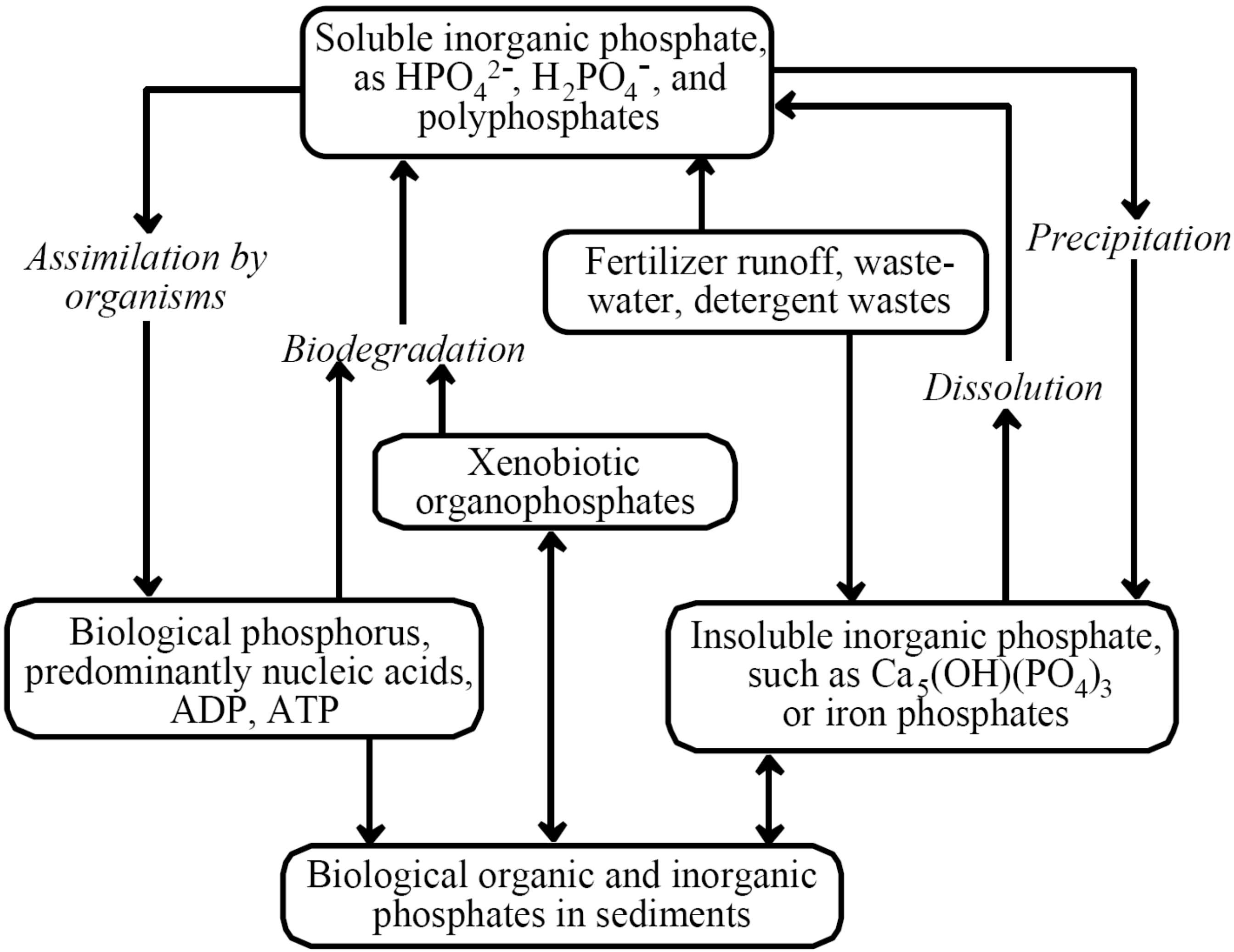
Reinaldo C. Bazito

Ciclo do Fósforo



https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/9/91/Phosphorus_Cycle_copy.jpg

Ciclo do Fósforo



ıre 1.7. The phosphorus cycle.

Ciclo do Enxofre

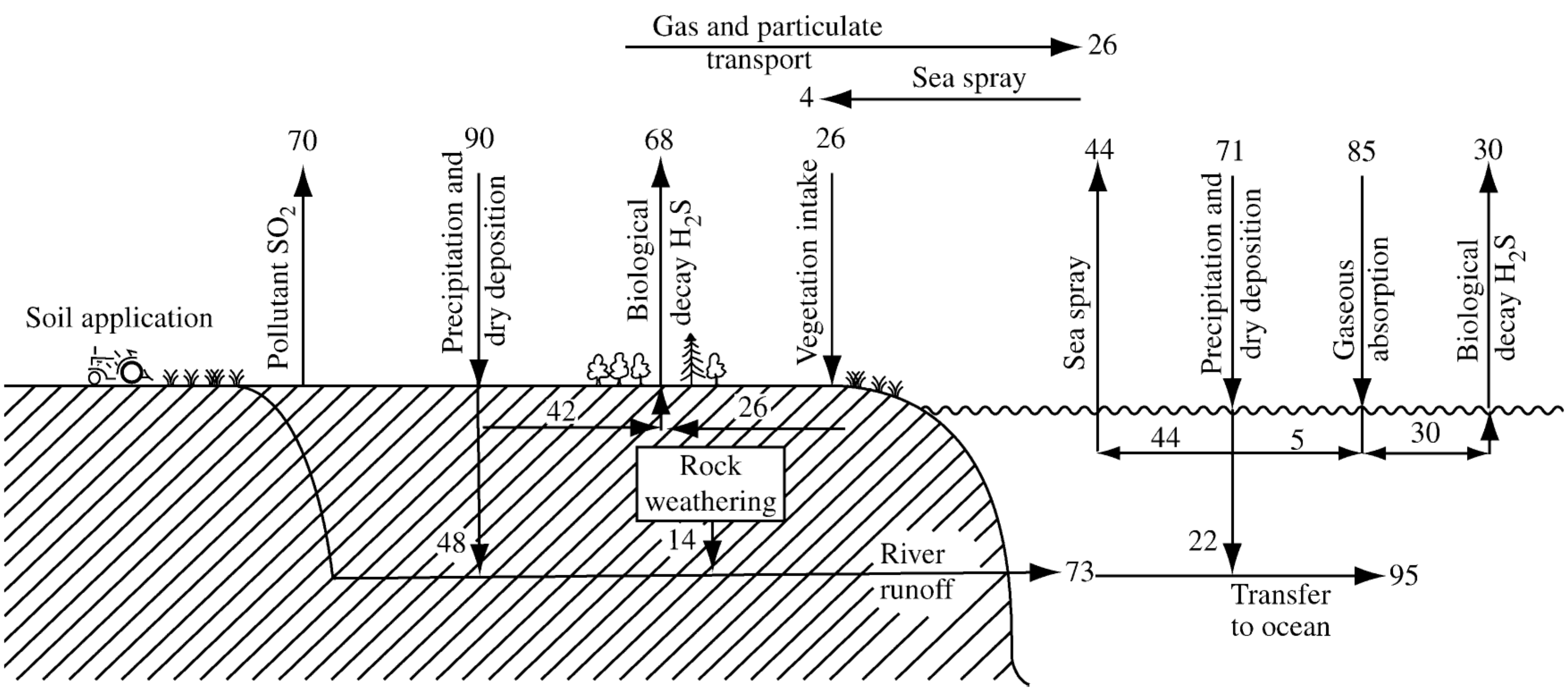


Figure 1 A generalized geochemical cycle for sulfur of the early 1970s. Note the large emissions of hydrogen sulfide from the land and oceans and that volcanic sulfur emissions are neglected (units: Tg (s) a^{-1}).

Ciclo do Enxofre

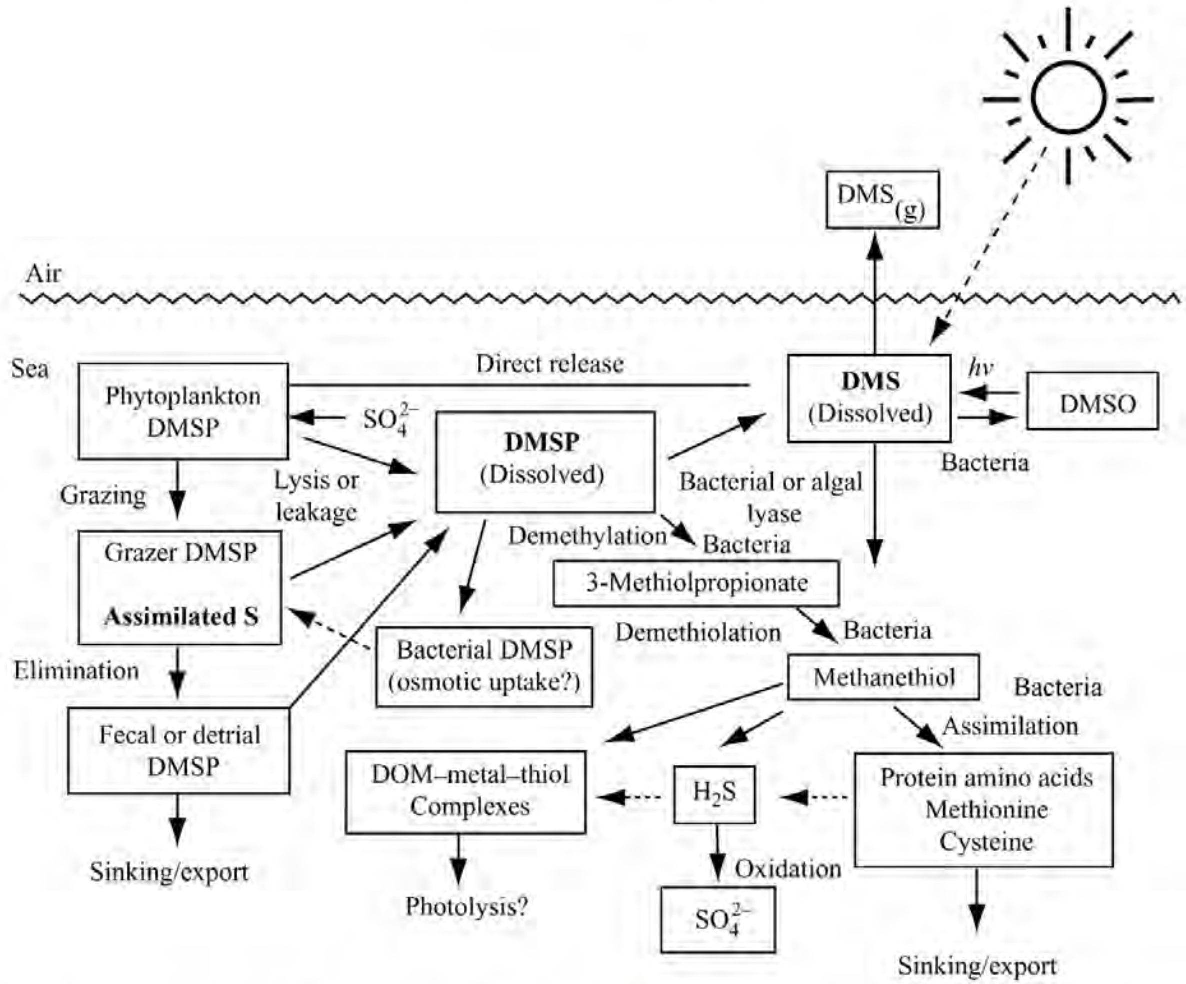


Figure 11 The biogeochemical cycles of DMSP and DMS in surface waters of the oceans (source Kiene *et al.*, 2000).

Ciclo do Enxofre

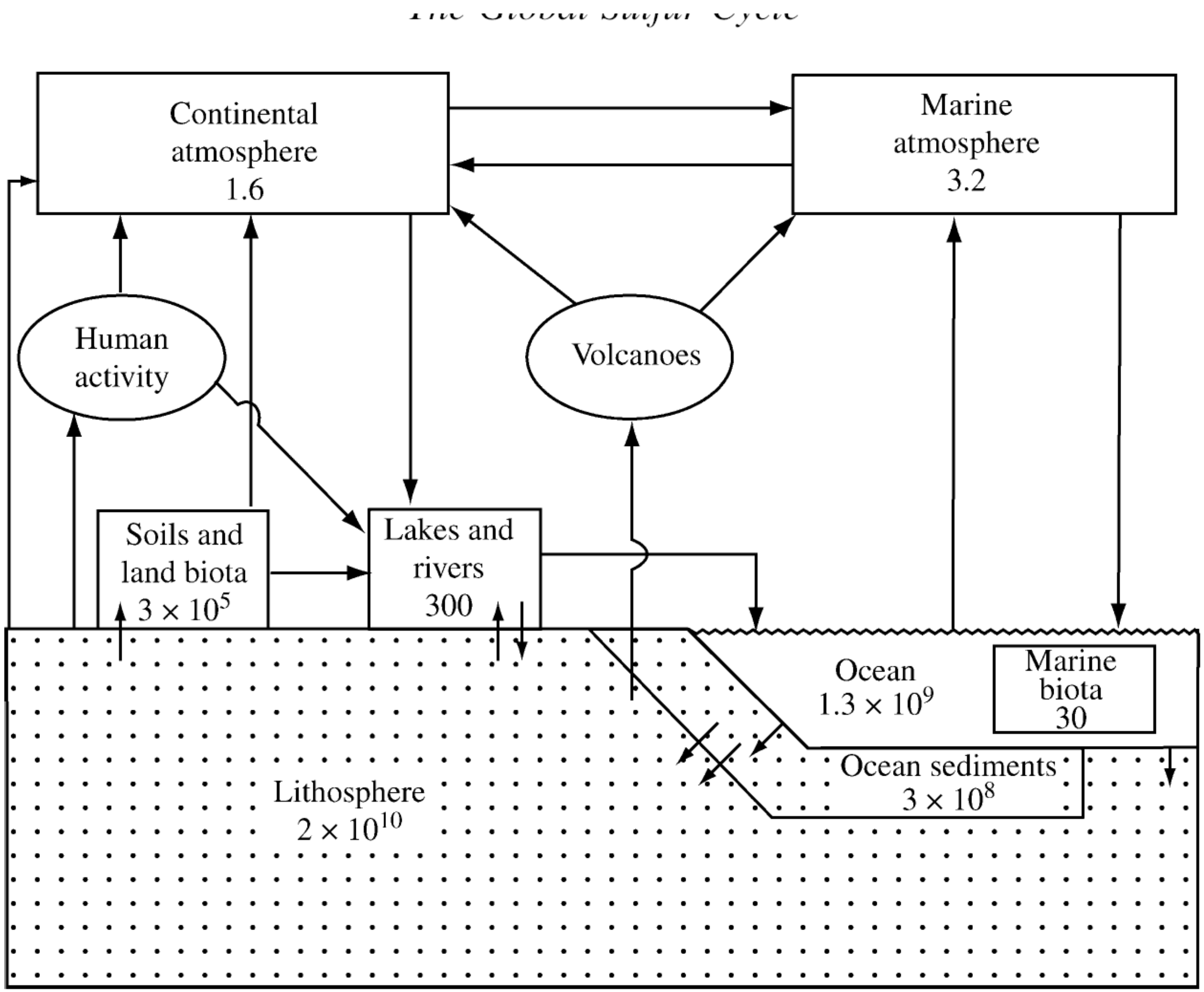


Figure 15 Major reservoirs and burdens of sulfur as Tg(S) (source Charlson *et al.*, 1992).

Ciclo do Enxofre

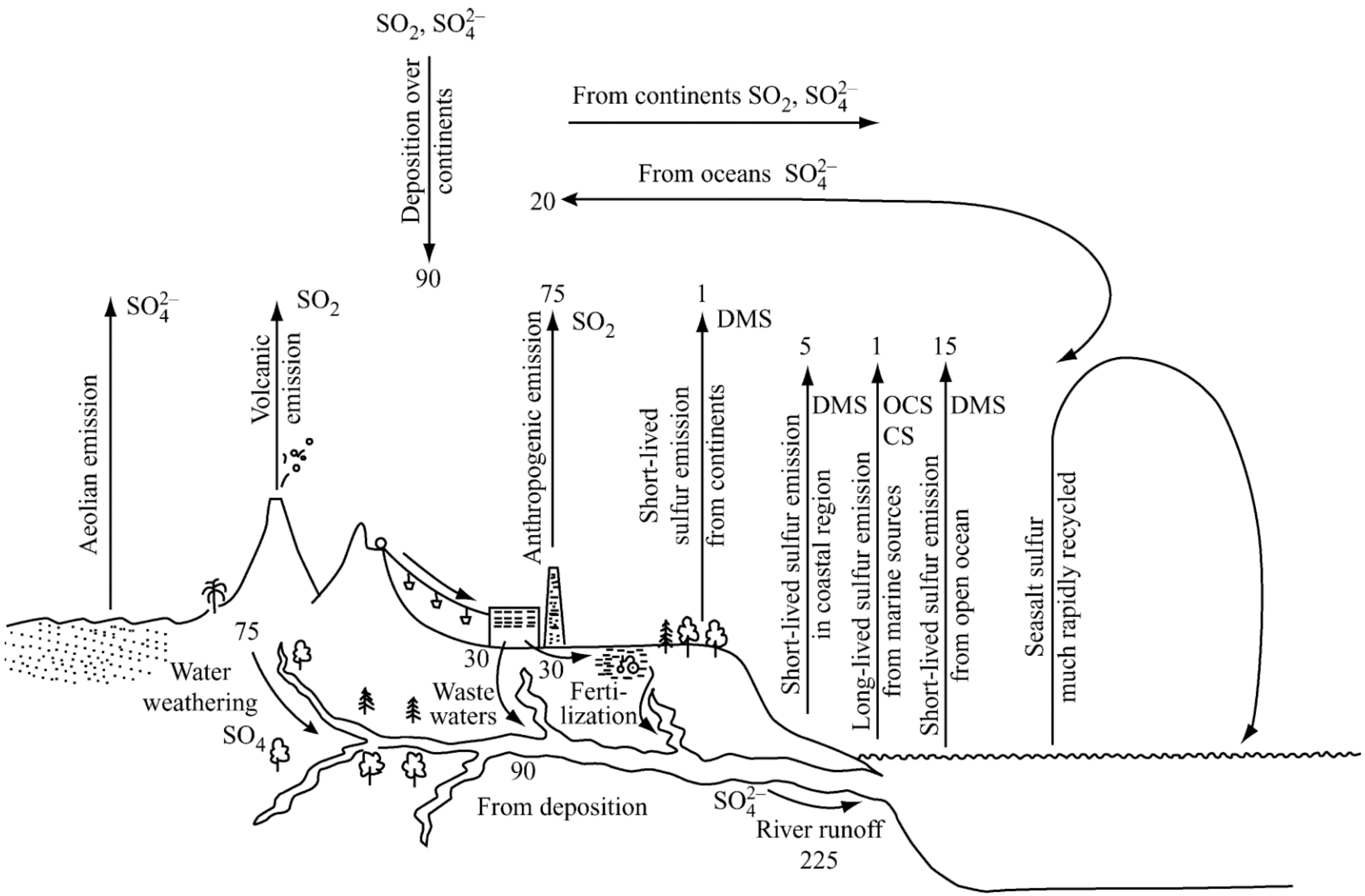


Figure 22 Global cycle showing key fluxes at Tg(S) yr^{-1}. The formula for the most significant components are marked against each flux.

Influência Humana sobre o Meio Ambiente

Percepção da Influência Humana

Industrialização

↓

Efeitos sobre habitat e saúde

↓

Preocupação Ambiental

http://www.nickelinthemachine.com/wordpress/wp-content/uploads/smog-e.jpg

- *1952: Grande Smog de Londres*
- *1956: Clean Air Act (UK)*

Origem

Liberação de poluente/contaminante

↓

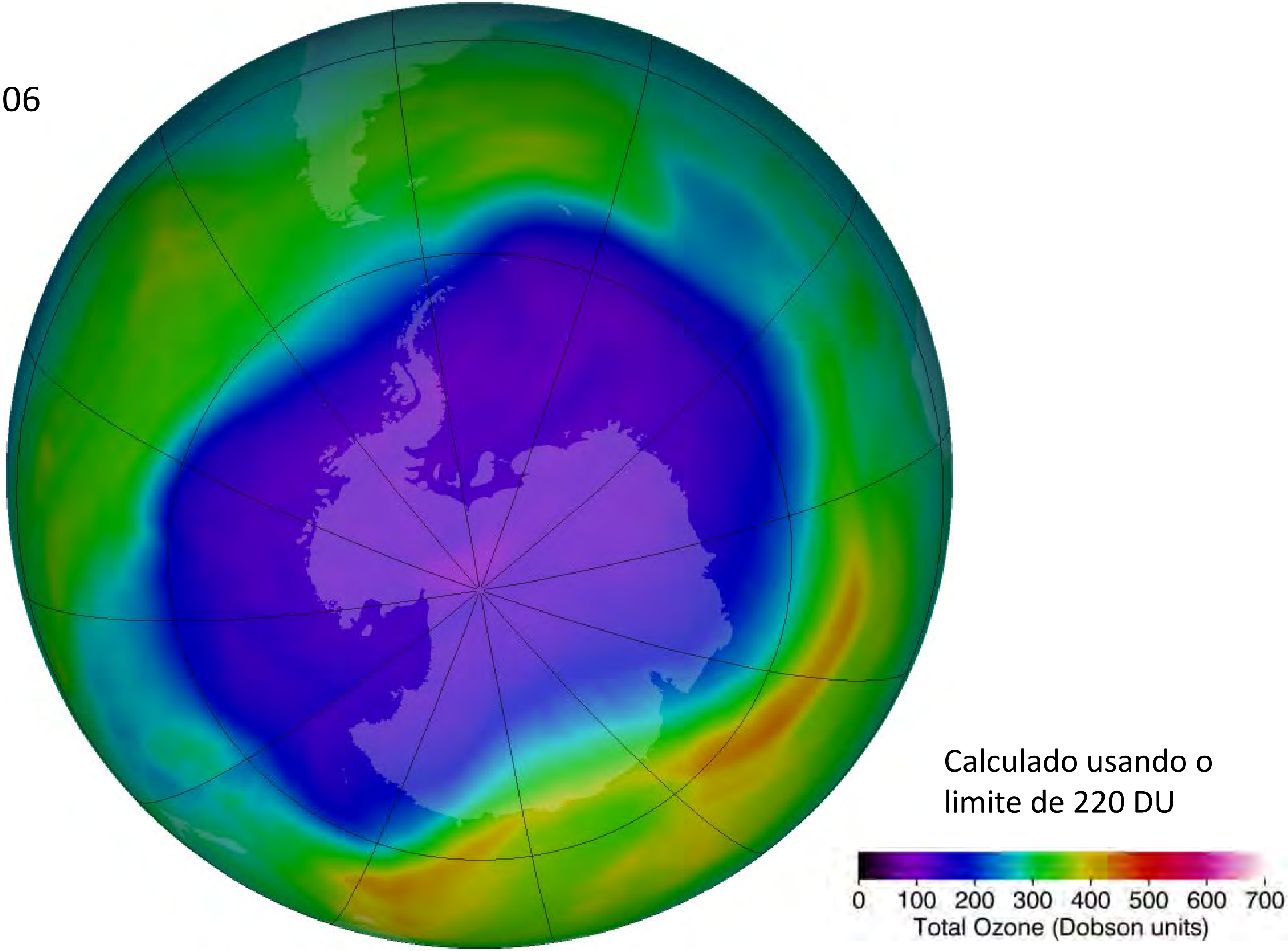
Efeitos Diversos

"Buraco" na Camada de Ozônio

http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/Scripts/big_image.php?date=2006-09-24&hem=S

Buraco na Camada de Ozônio

Recorde:
24/09/2006



Calculado usando o limite de 220 DU

http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/Scripts/big_image.php?date=2006-09-24&hem=S

Unidades Dobson: densidade de coluna

1 Unidade Dobson = espessura que o ozônio iria ocupar se fosse comprimido a uma densidade uniforme, T= 273,15K e P= 1 atm, em unidades de 10^{-3} cm.

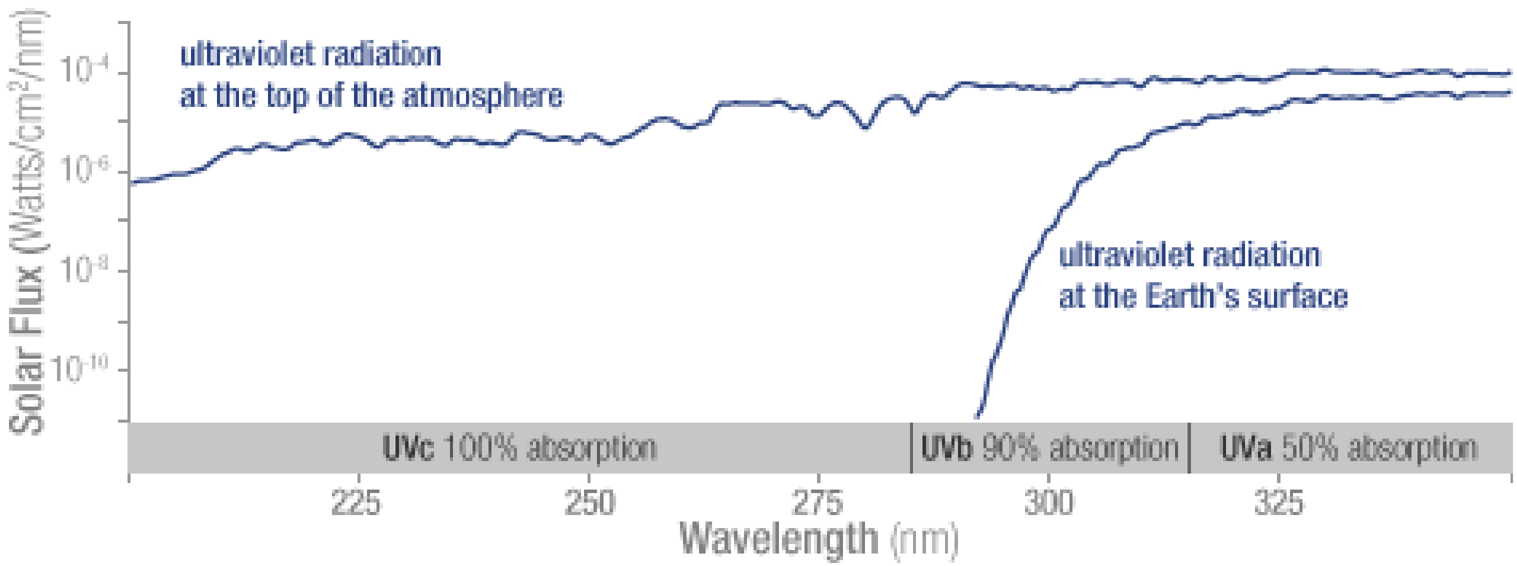
1 Dobson = 446,2 µmol/m^2 = 21,4 mg/m^2 de ozônio.

O valor médio típico é ao redor de 300 DU

IUPAC: S. E. Schwartz; P. Warneck (1995). "Units for use in atmospheric chemistry". Pure Appl. Chem. 67, p.1377–1406 (1995)

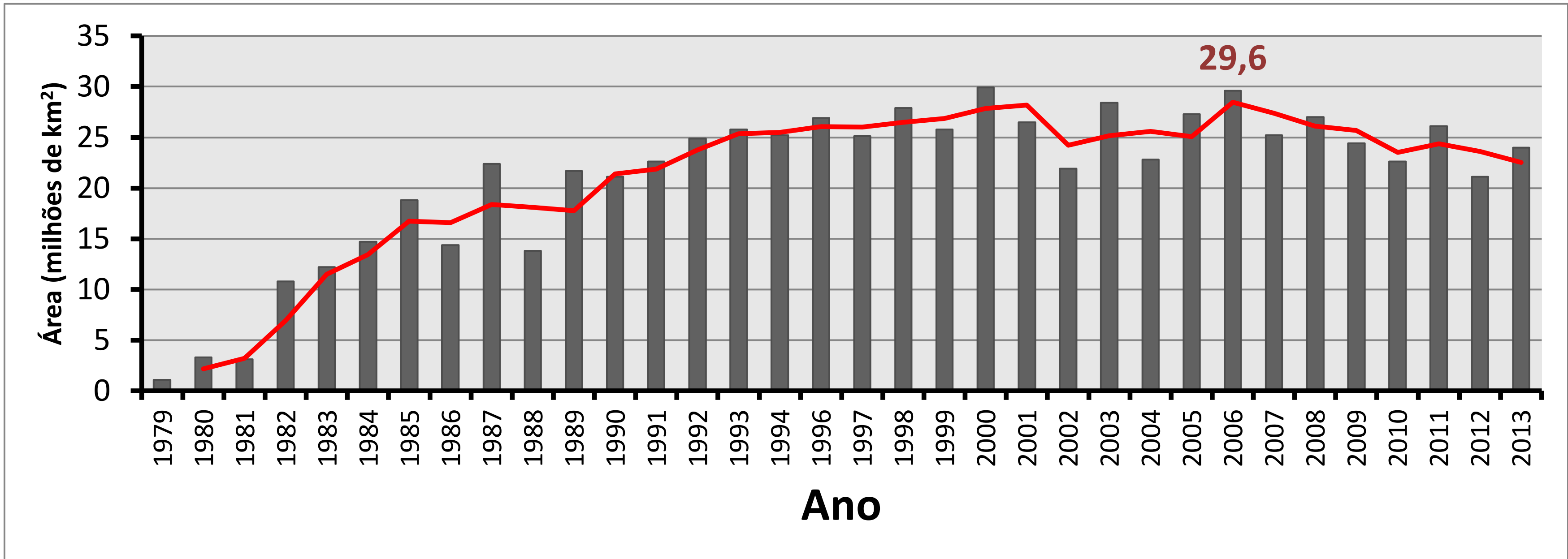
Por quê é um problema?

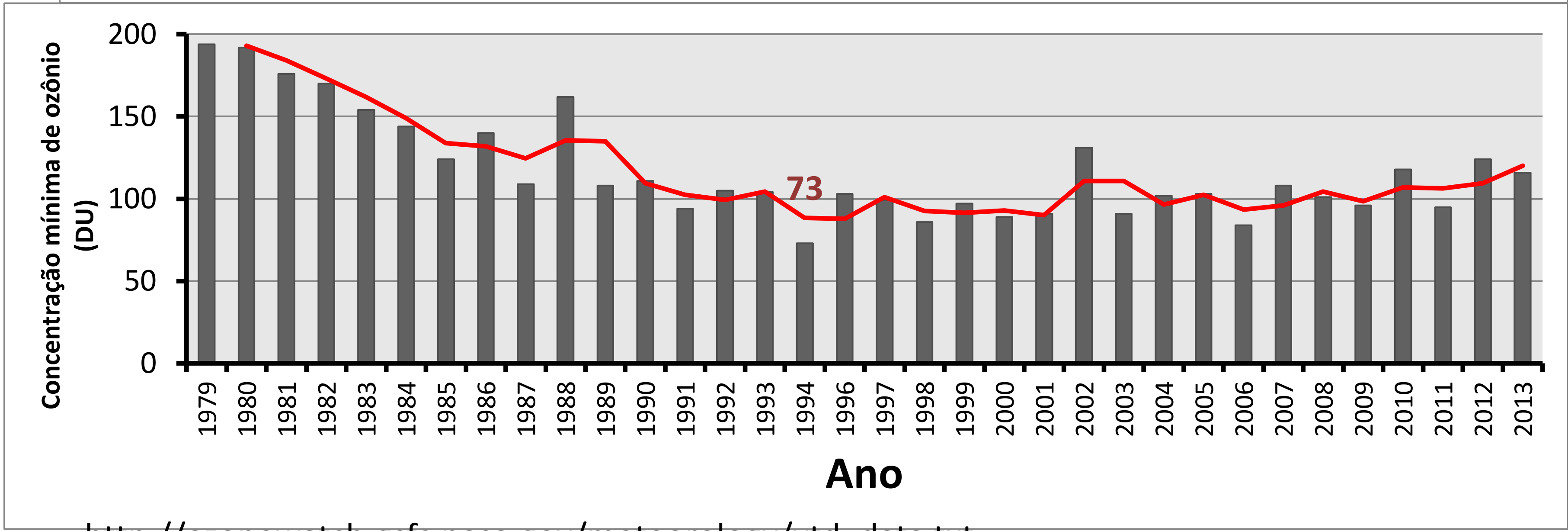
Fluxo de radiação solar



http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/images/uv_flux_graph.gif

Buraco na Camada de Ozônio





http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/meteorology/ytd_data.txt

Buraco na Camada de Ozônio: Sazonal

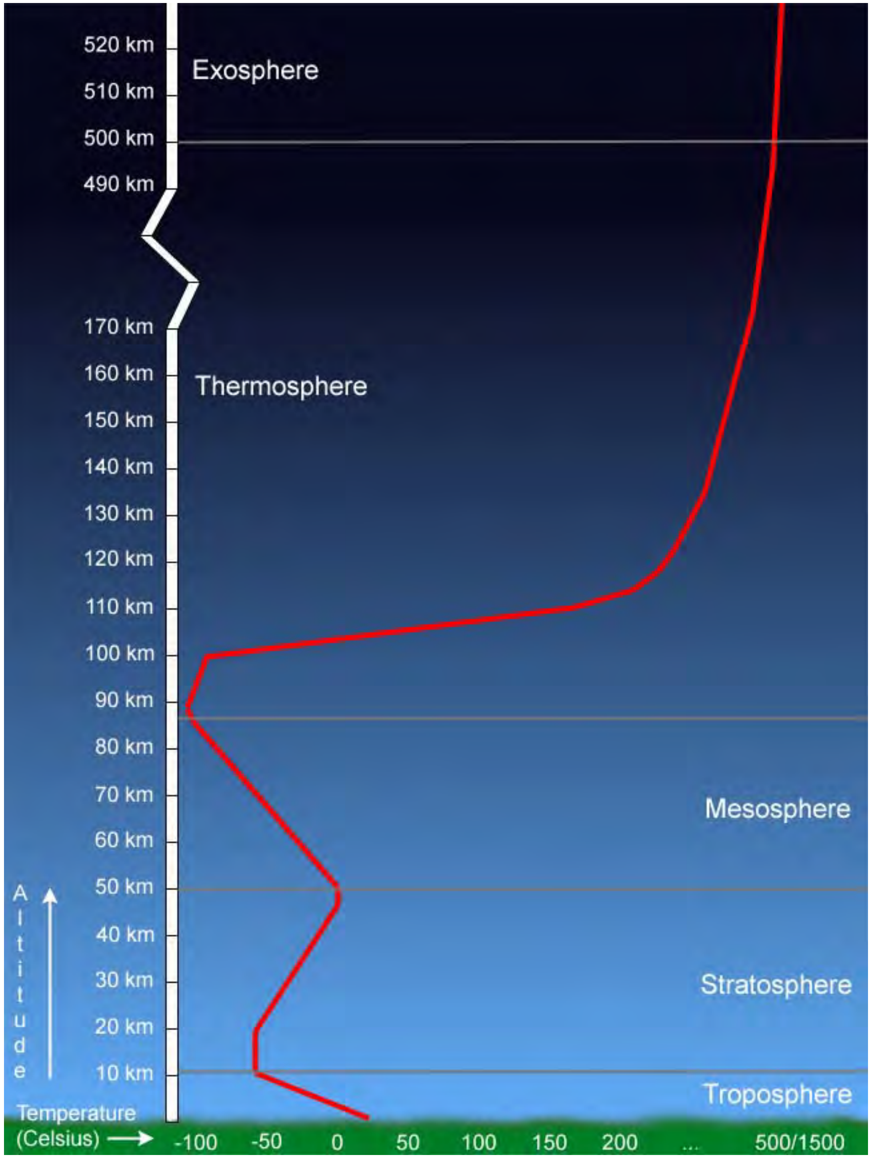
Origem do Problema

CFCs + hν

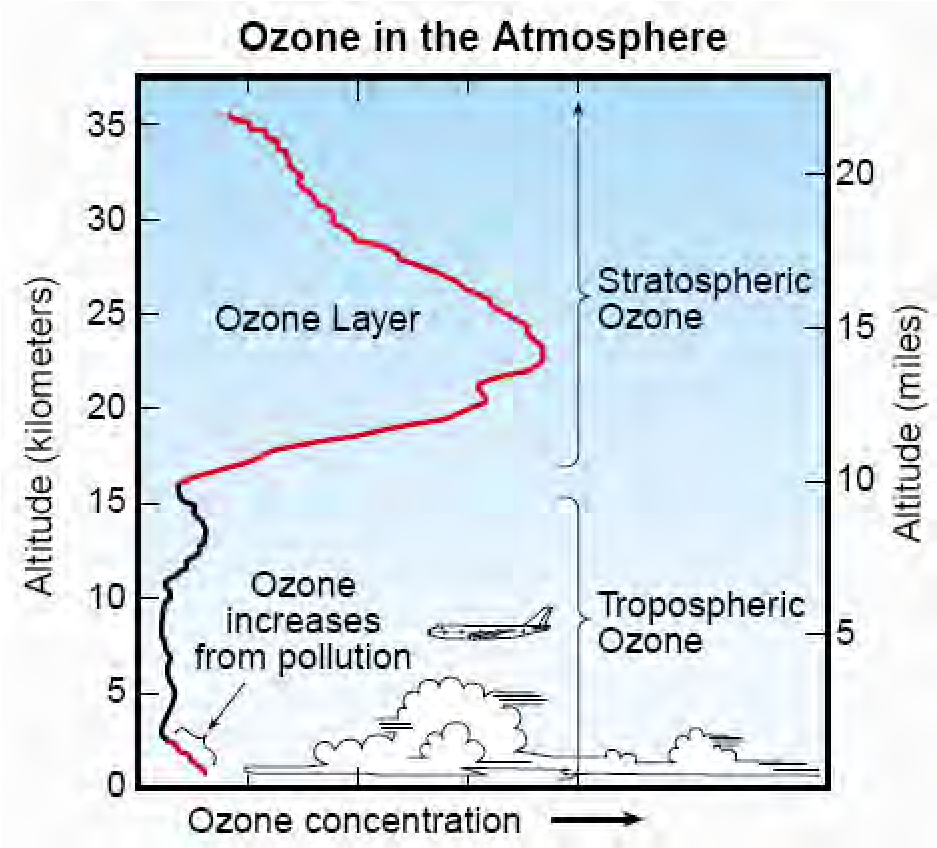
$\Downarrow$

Destruição do Ozônio

Ozônio Estratosférico



http://www.windows2universe.org/earth/images/profile.jpg



http://www2.sunysuffolk.edu/mandias/global_warming/images/ozone_atmosphere.gif

A Química do Ozônio Estratosférico

Ciclo Natural:

$$O_2 + h\nu \rightarrow O + O$$
$$O + O_2 \rightarrow O_3$$
$$O_3 + h\nu \rightarrow O_2 + O$$

Destruição:

$$ClO^{\cdot} + ClO^{\cdot} + M \rightarrow ClOOCl + M$$

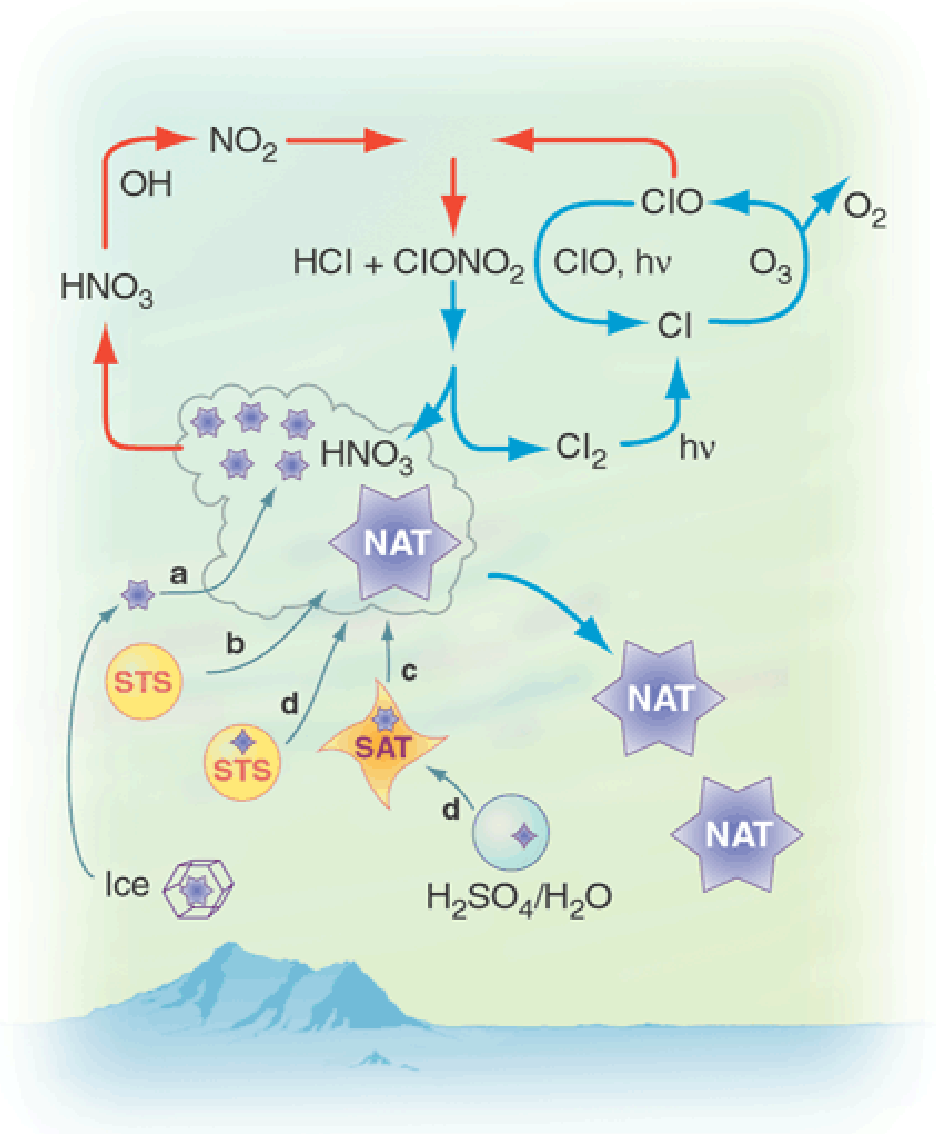
$$ClOOCl + h\nu \rightarrow Cl^{\cdot} + ClOO^{\cdot}$$

$$ClOO^{\cdot} + M \rightarrow Cl^{\cdot} + O_2 + M$$

$$2\ X\ (Cl^{\cdot} + O_3 \rightarrow ClO^{\cdot} + O_2\ )$$

resultado: $\mathbf{2\ O_3 \rightarrow 3\ O_2}$

Ciclo da destruição do Ozônio



http://www.sciencemag.org/content/292/5514/61/F1.expansion.html

Espécies inativas de Cloro ("Reservatórios"):

$ClONO_2$ e **HCl**

Espécies ativas de Cloro

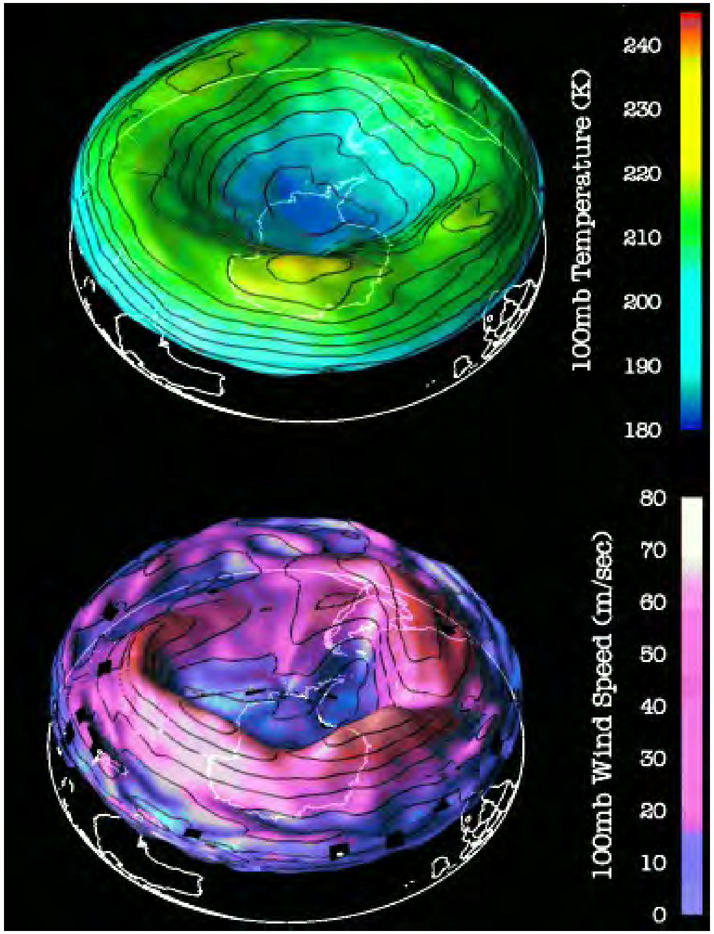
$ClO^{\cdot}$ e **$Cl^{\cdot}$**

Solving the PSC Mystery
Science 6 April 2001:
vol. 292 no. 5514 61-63

Nuvens Polares Estratosféricas (PSC)

http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/images/polar_stratospheric_cloud.jpg

Vórtex Polar



"Ativação" do Cloro:
Conversão de espécies de cloro inativas em ativas

Reação em Fase heterogênea nas Nuvens Polares Estratosféricas

$HCl + ClONO_2 \rightarrow HNO_3 + Cl_2$

$ClONO_2 + H_2O \rightarrow HNO_3 + HOCl$

$HCl + HOCl \rightarrow H_2O + Cl_2$

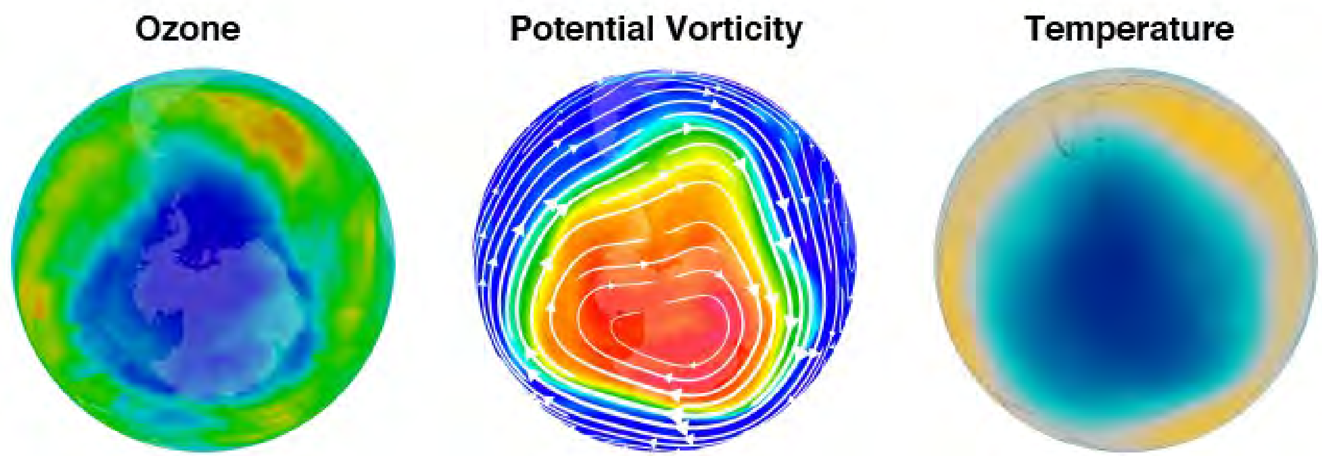
$N_2O_5 + HCl \rightarrow HNO_3 + ClONO_2$

$N_2O_5 + H_2O \rightarrow 2\ HNO_3$

$Cl_2 + h\nu \rightarrow Cl + Cl$

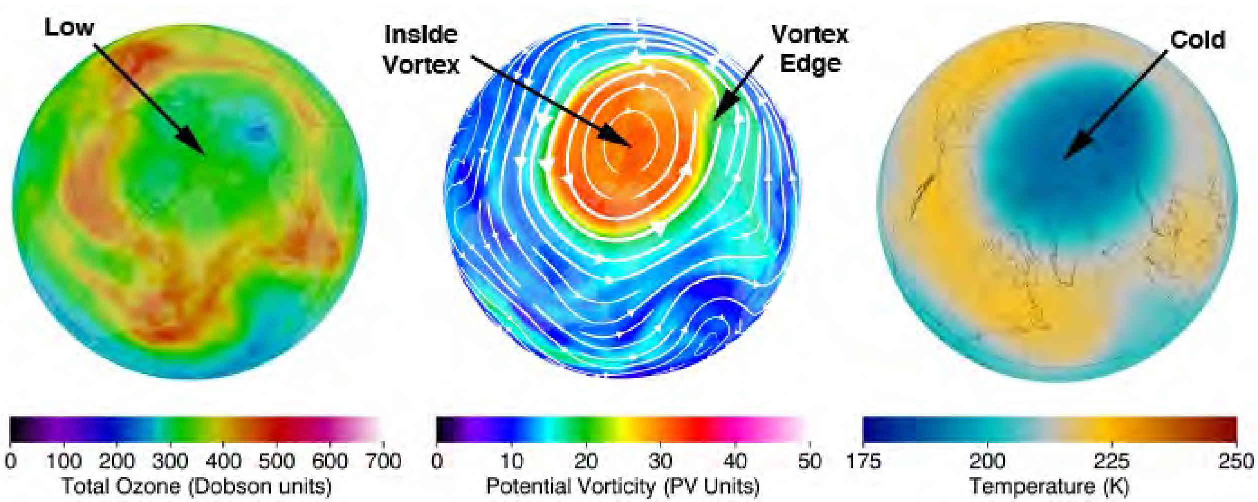
Pólo Sul vs. Pólo Norte

SUL



http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/images/2011-08-22_LSH.png

Norte



http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/images/2011-02-22_LNH.png

”Smog” Fotoquímico

http://magazine.ucla.edu/exclusives/air-pollution_cholesterol2.jpg

Ozônio Troposférico

http://magazine.ucla.edu/exclusives/air-pollution_cholesterol2.jpg

Ozônio Troposérico: Smog Fotoquímico

VOCs + NOx + hν

Ozônio Troposférico

A Química do Ozônio Estratosférico

Na ausência de VOCs:

$$NO + O_3 \rightarrow NO_2 + O_2$$

$$NO_2 + h\nu(\lambda < 420\ \text{nm}) \rightarrow NO + O(^3P)$$

$$O(^3P) + O_2(+M) \rightarrow O_3(+M)$$

Na presença de VOCs:

$$HO_2 + NO \rightarrow OH + NO_2$$

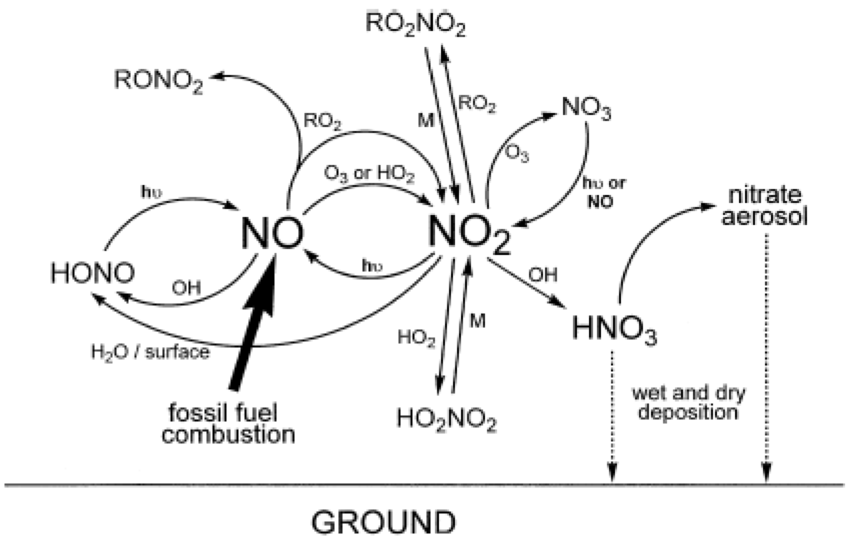
$$RO_2 + NO \rightarrow RO + NO_2.$$

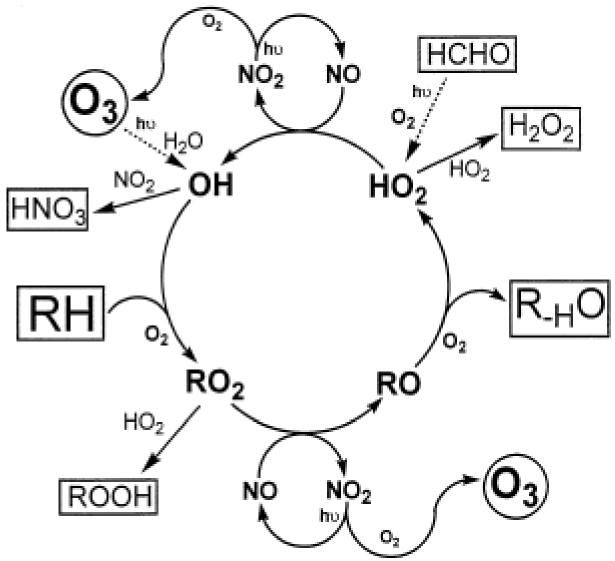
$$NO_2 + h\nu(\lambda < 420\ \text{nm}) \rightarrow NO + O(^3P)$$

$$O(^3P) + O_2(+M) \rightarrow O_3(+M)$$

M.E. Jenkin, K.C. Clemitshaw / Atmospheric Environment 34 (2000) 2499–2527

A Química do Ozônio Estratosférico





$$RH + 4O_2 \rightarrow R_{-H}O + H_2O + 2O_3$$

M.E. Jenkin, K.C. Clemitshaw / Atmospheric Environment 34 (2000) 2499–2527

Reinaldo C. Bazito

Dados Monitoramento CETESB – Cidade Universitária

Cid.Universitária-USP-Ipen - 31/01/2014

Hora	NO2 µg/m³		CO ppm			O3 µg/m³			MP2.5 µg/m³		
	Média Horária	Índice / Qualidade	Média horária	Média 8 h	Índice / Qualidade	Média horária	Média 8 h	Índice / Qualidade	Média horária	Média 24 h	Índice / Qualidade
01:00	--	--	2.3	2.2	10	2	70	28	33	18	28
02:00	83	17	2.3	2.2	10	1	44	18	22	18	28
03:00	77	15	2.3	2.2	10	1	27	11	9	17	27
04:00	70	14	2.2	2.2	10	6	16	6	24	17	27
05:00	75	15	--	2.2	10	1	9	4	22	17	27
06:00	68	14	0.6	2.0	9	1	5	2	23	17	27
07:00	72	14	0.6	1.8	8	1	2	1	34	17	27
08:00	72	14	1.1	1.6	7	3	2	1	33	18	28
09:00	109	22	2.9	1.7	8	7	3	1	44	20	31
10:00	105	21	2.6	1.8	8	26	6	2	44	21	33
11:00	29	6	2.0	1.7	8	76	15	6	17	21	33
12:00	26	5	2.0	1.7	8	107	28	11	3	20	31
13:00	20	4	1.9	1.7	8	156	47	19	12	20	31
14:00	19	4	2.0	1.9	8	188	70	28	19	21	33
15:00	21	4	2.0	2.1	9	234	100	40	26	21	33
16:00	31	6	2.1	2.2	10	284	135	87	19	22	35
17:00	30	6	2.0	2.1	9	234	163	126	23	22	35
18:00	26	5	2.0	2.0	9	170	181	162	18	22	35
19:00	27	5	2.0	2.0	9	128	188	175	13	23	36
20:00	36	7	2.0	2.0	9	116	189	177	12	23	36
21:00	55	11	2.1	2.0	9	78	179	158	18	24	38
22:00	66	13	2.2	2.1	9	51	162	124	15	24	36
23:00	53	11	2.2	2.1	9	53	139	92	0	22	35
24:00	62	12	2.3	2.1	9	45	109	52	9	21	33

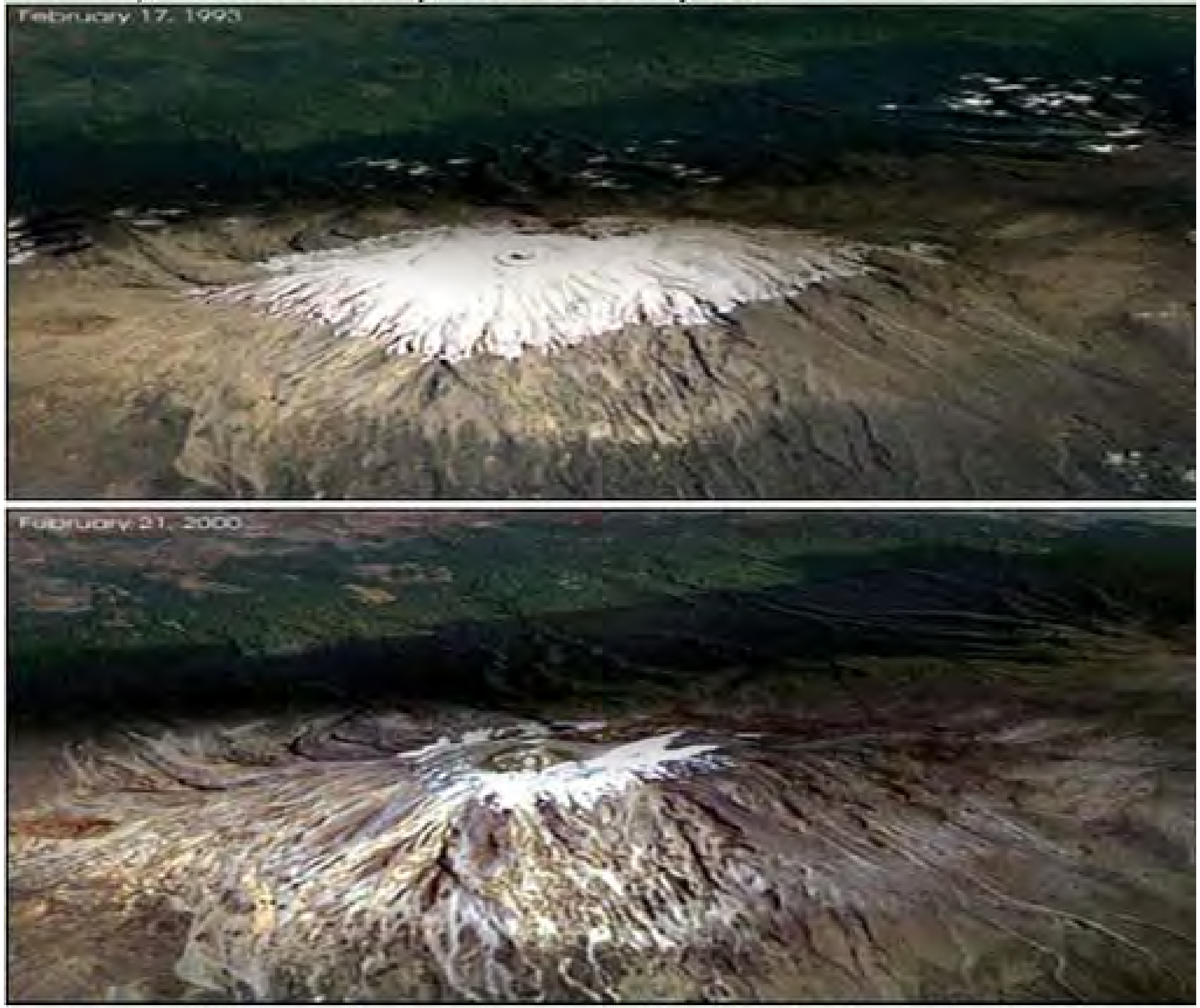
http://sistemasinter.cetesb.sp.gov.br/Ar/php/ar_dados_horarios_resultado.php

Aquecimento Global

https://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=82300

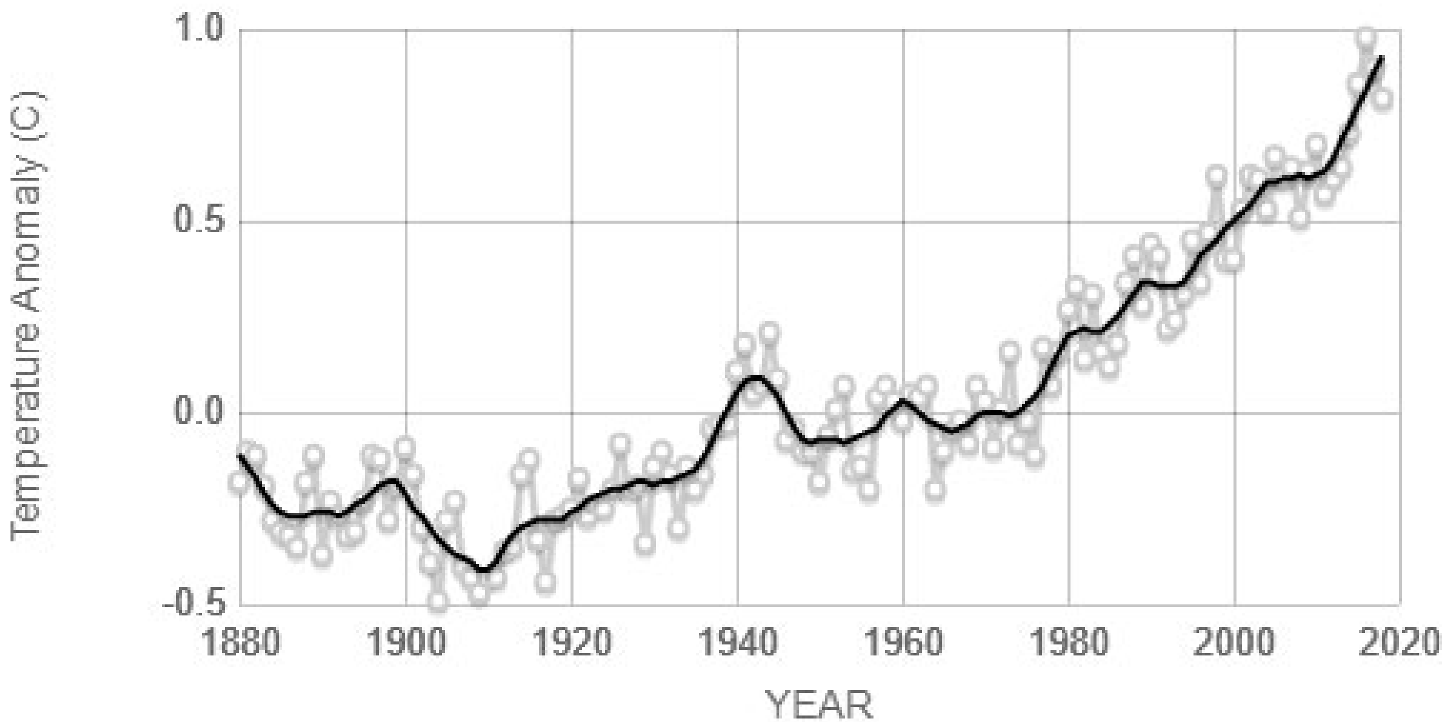
Aquecimento Global

Figure 13: A Photo showing comparison of the area covered by ice cap (snow) at Mt. Kilimanjaro between February, 1993 and February 2000



http://www.worldculturepictorial.com/images/content_2/kilimanjaro-icecap-1993-vs-2000.jpg

Temperatura global superficial



Source: climate.nasa.gov

This graph illustrates the change in global surface temperature relative to 1951-1980 average temperatures. Eighteen of the 19 warmest years all have occurred since 2001, with the exception of 1998. The year 2016 ranks as the warmest on record. (Source: NASA/GISS). This research is broadly consistent with similar constructions prepared by the Climatic Research Unit and the National Oceanic and Atmospheric Administration.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

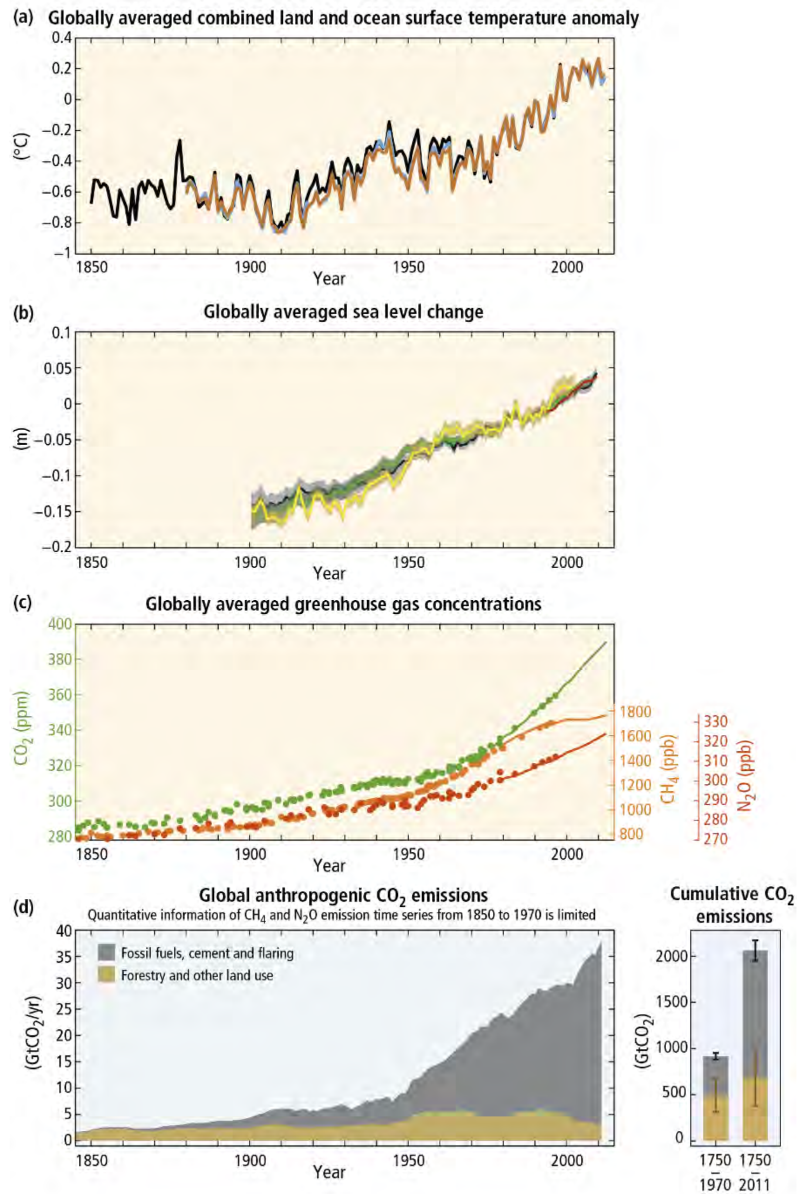
- Órgão da ONU e*avaliações regulares das bases científicas da mudança climática, seus impactos e riscos futuros e opções para adaptação e mitigação*ncarregado de “”

- Criado em 1988 pela World Meteorological Organization (WMO) e pelo United Nations Environment Programme (UNEP);

- 195 membros;

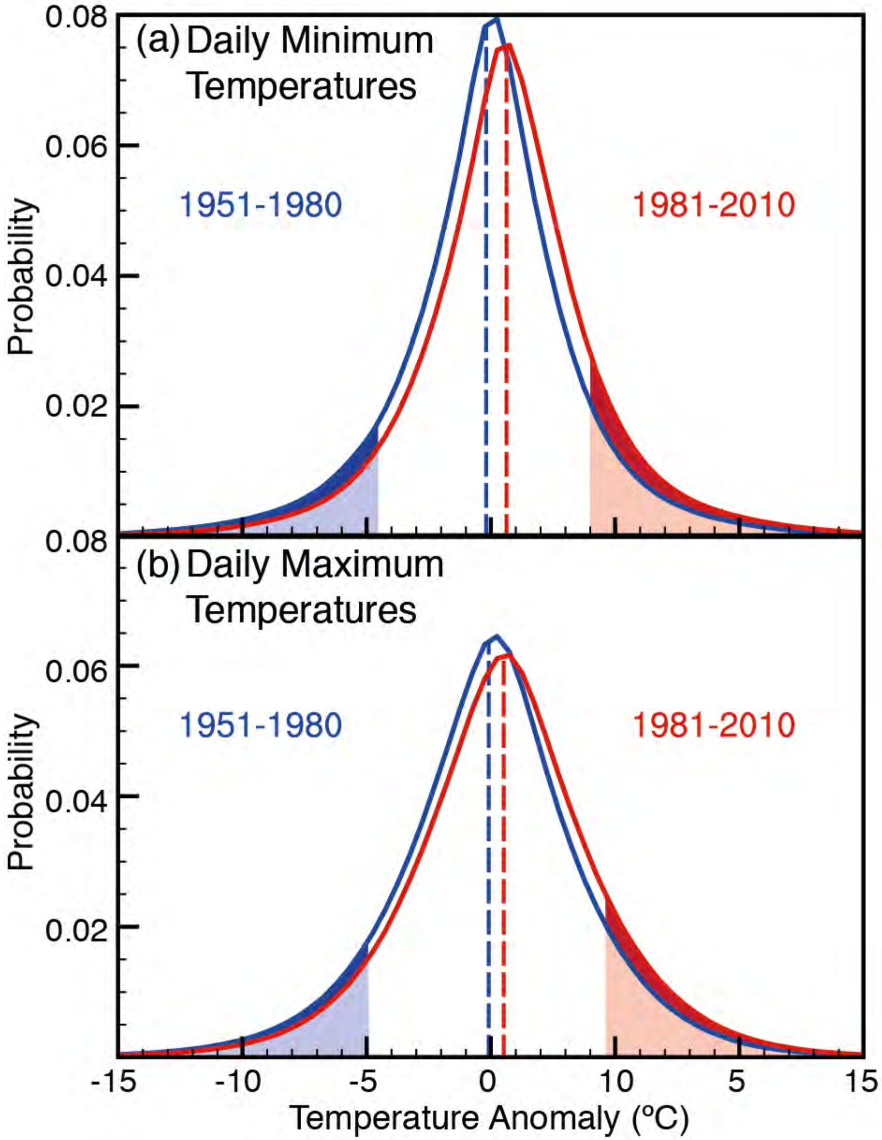
- Milhares de artigos avaliados;

- “Assessment Reports – AR”
  - AR1 – 1990;
  - AR2 – 1995;
  - AR3 – 2001;
  - AR4 – 2007;
  - AR5 – 2014;
  - AR6 – 2021/2022.

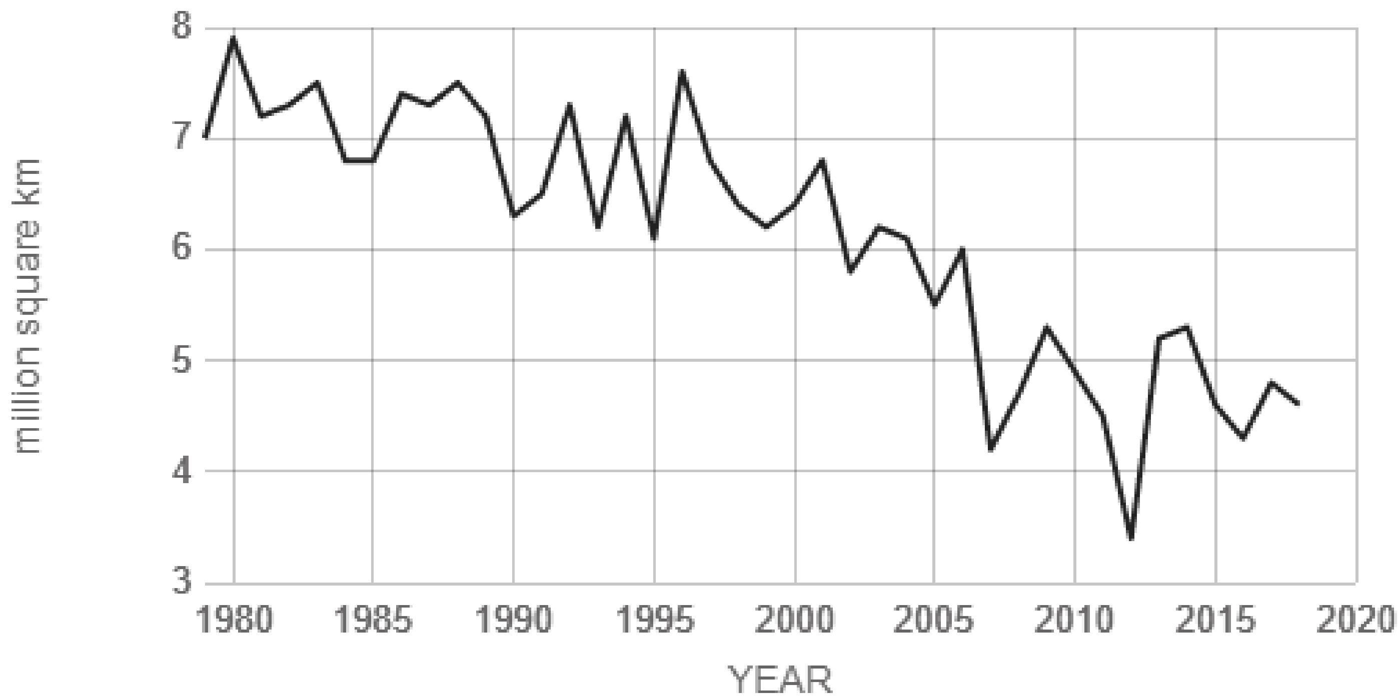


IPCC – 5th Assesment Report – 2014

Alguns dados de Temperatura



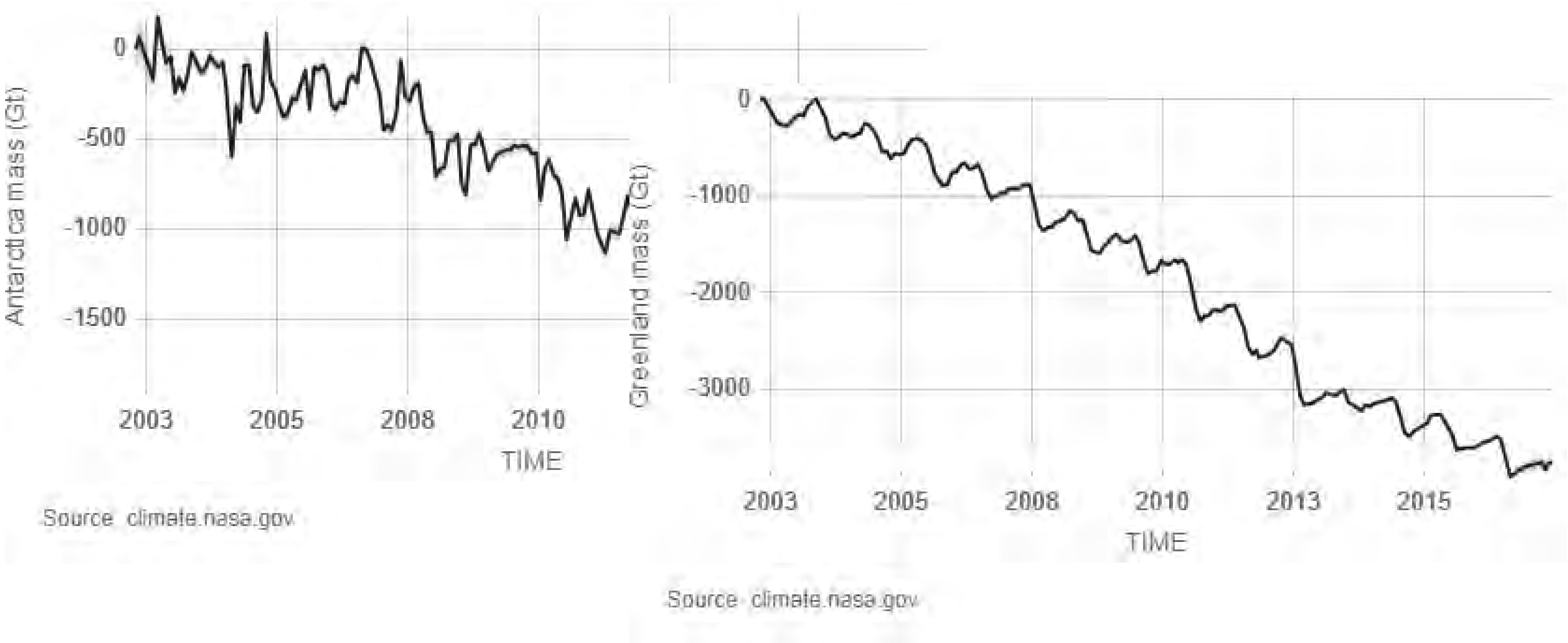
Gelo Ártico



Source: climate.nasa.gov

Arctic sea ice reaches its minimum each September. September Arctic sea ice is now declining at a rate of 12.8 percent per decade, relative to the 1981 to 2010 average. The graph above shows the average monthly Arctic sea ice extent each September since 1979, derived from satellite observations. The 2012 extent is the lowest in the satellite record.

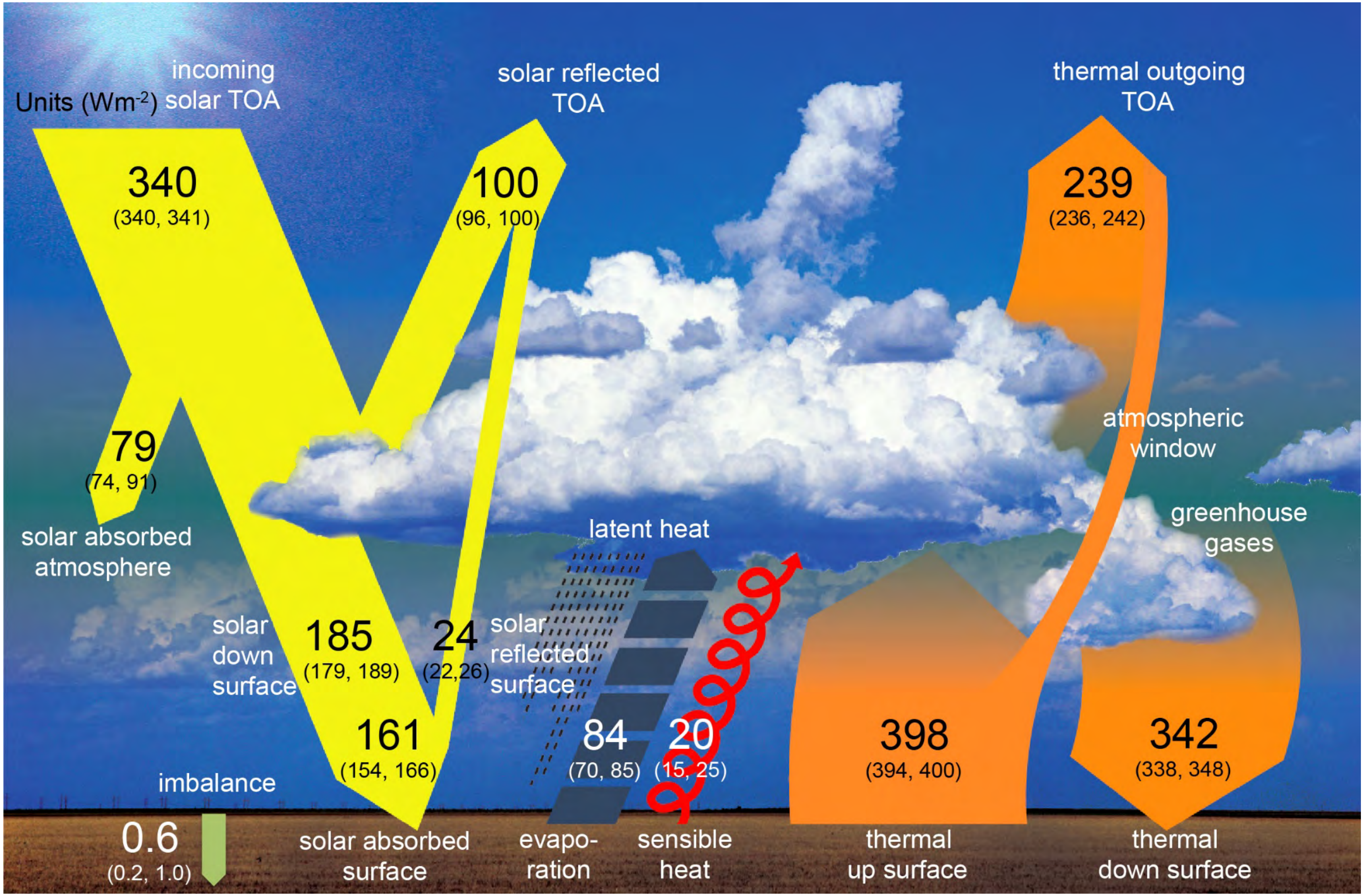
Bancos de gelo – Antártica e Groenlândia



Data from NASA's GRACE satellites show that the land ice sheets in both Antarctica (left chart) and Greenland (right) have been losing mass since 2002. Both ice sheets have seen an acceleration of ice mass loss since 2009. (Source: GRACE satellite data)

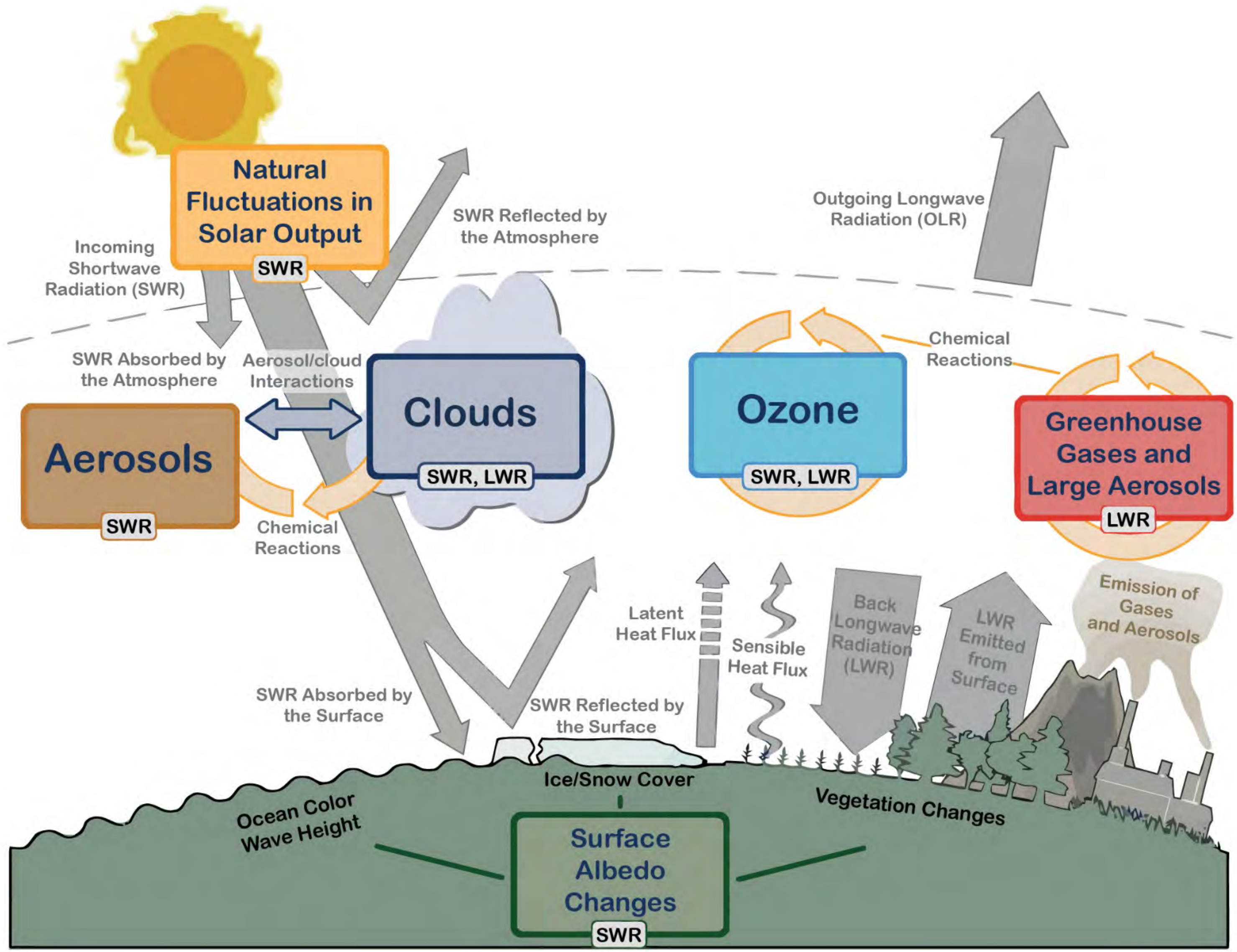
Please note that the most recent data are from June 2017, when the GRACE mission concluded science operations. Users can expect new data from GRACE's successor mission, GRACE Follow-On, in the summer of 2019.

Balanço Energético da Terra



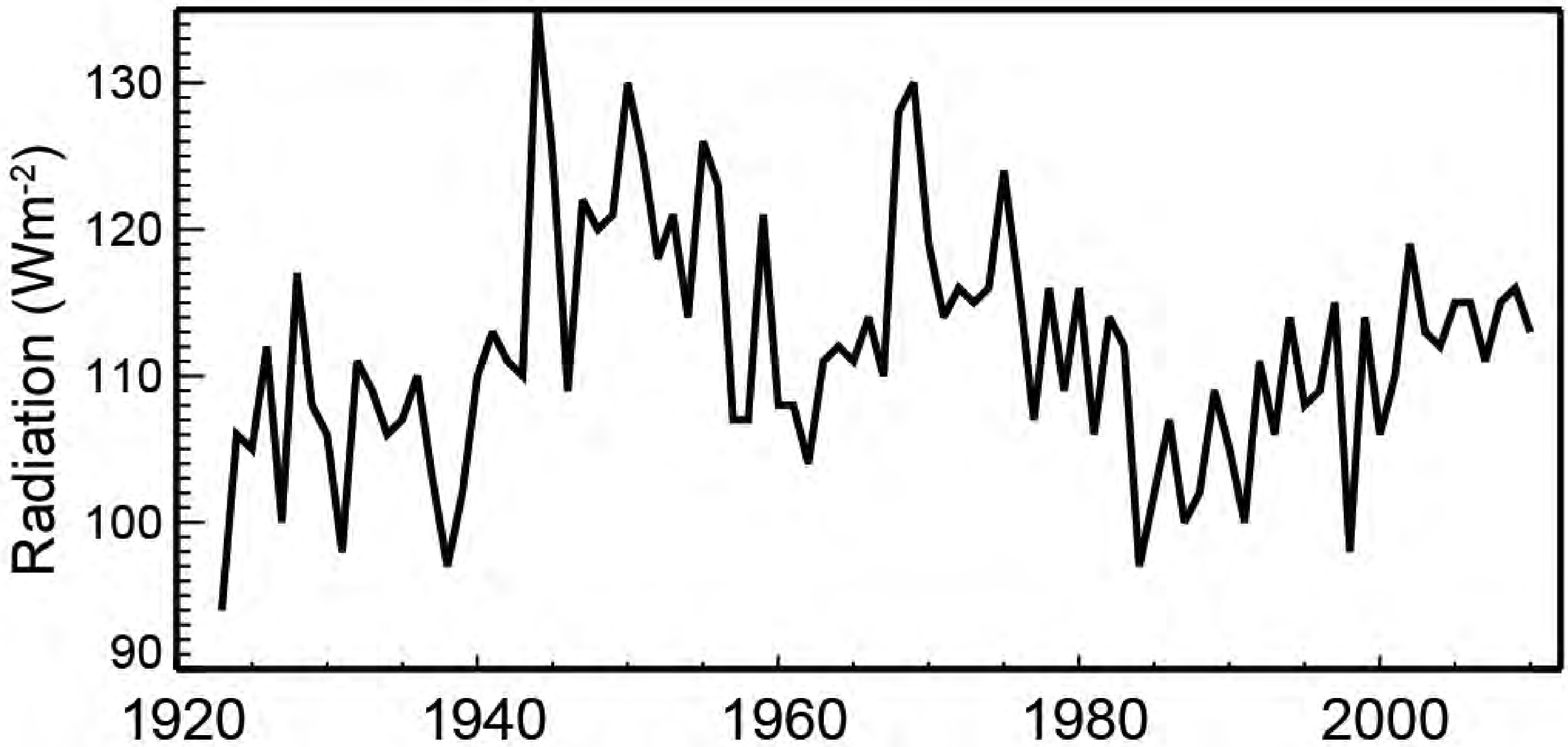
IPCC – 5th Assesment Report – 2014

Fatores que afetam o balanço energético



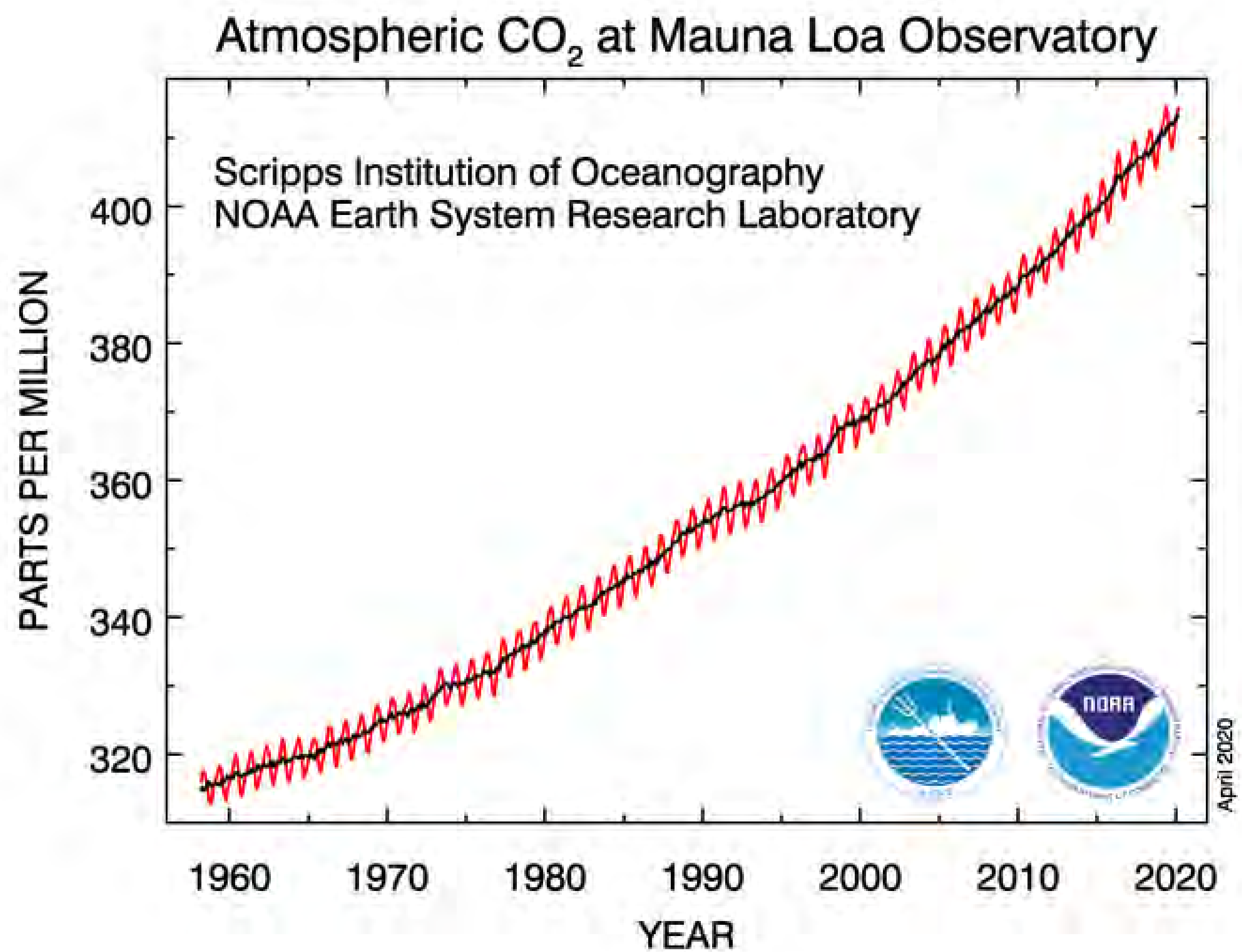
IPCC – 5th Assesment Report – 2014

Radiação Solar



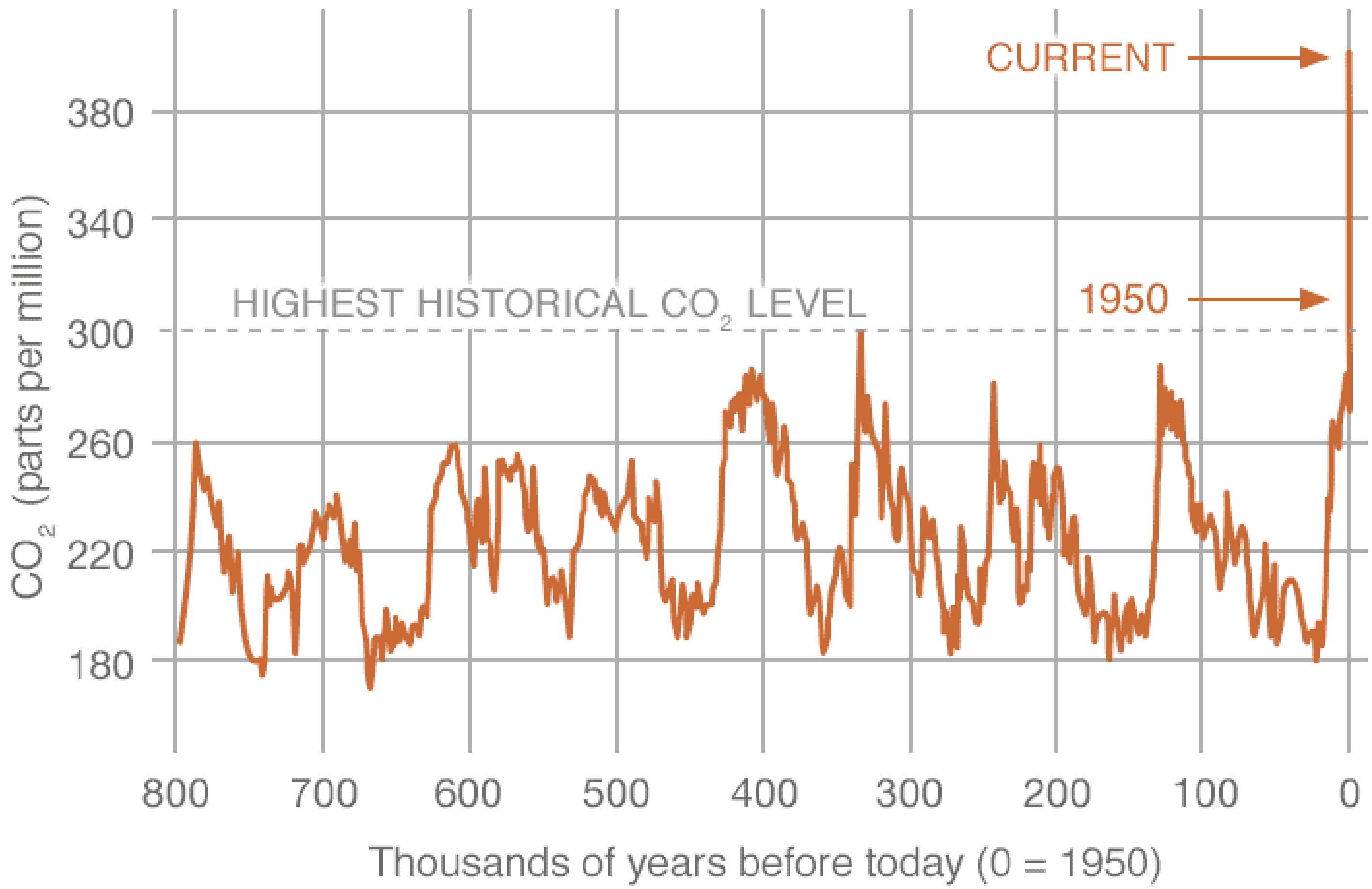
IPCC – 5th Assesment Report – 2014

CO_2 medido em Mauna Loa



https://www.esrl.noaa.gov/gmd/webdata/ccgg/trends/co2_data_mlo.png

CO_2 medido indiretamente ("ice cores")



https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/

Origem do Problema

Emissão de gases estufa

↓

Aumento da temperatura global

Janela Atmosférica e GHGs

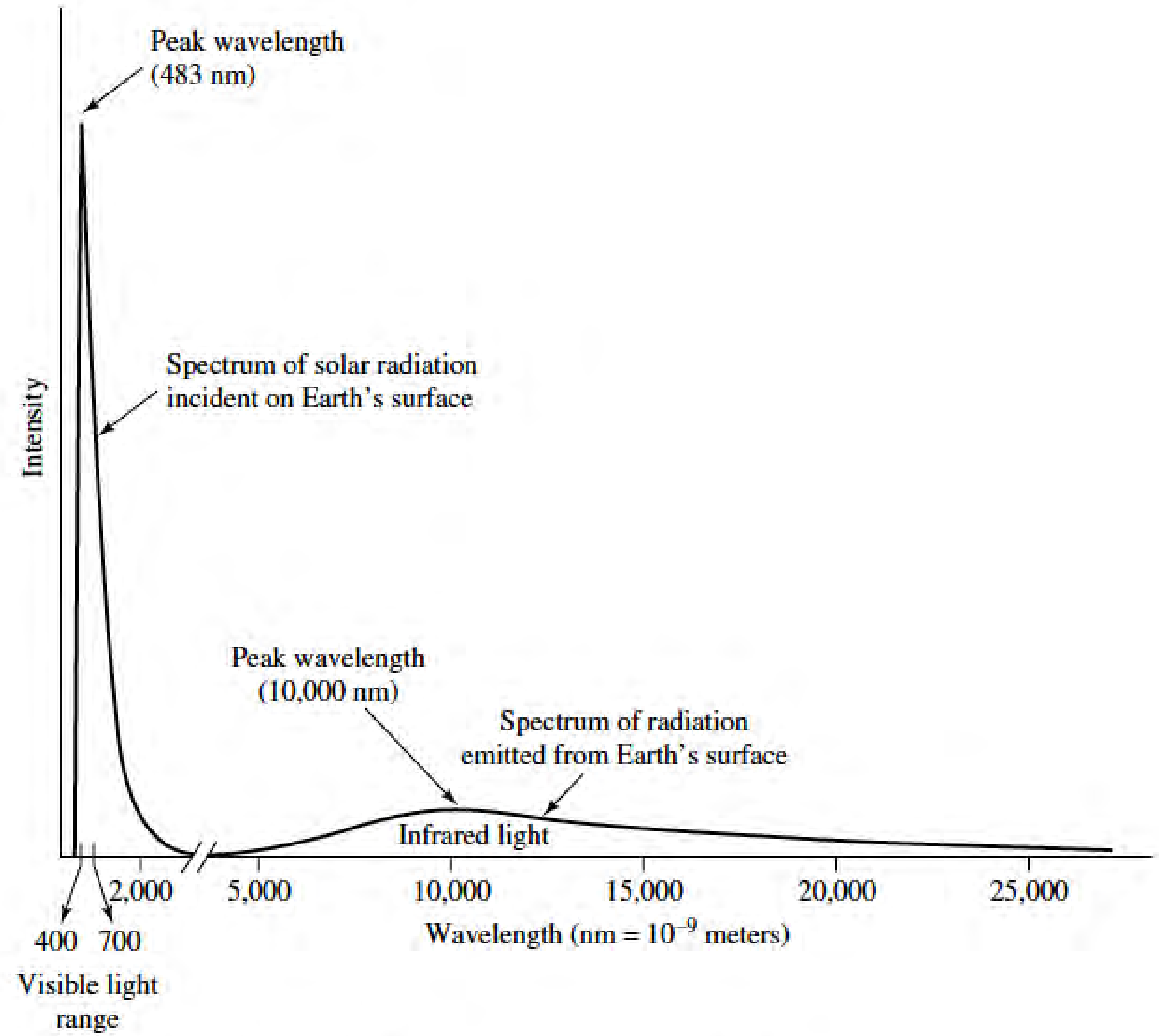


Figure 6.1 Spectral distribution of solar and terrestrial radiation.

Spiro & Stigliani, Chemistry of the Environment, 2nd ed., 2002.

Janela Atmosférica e GHGs

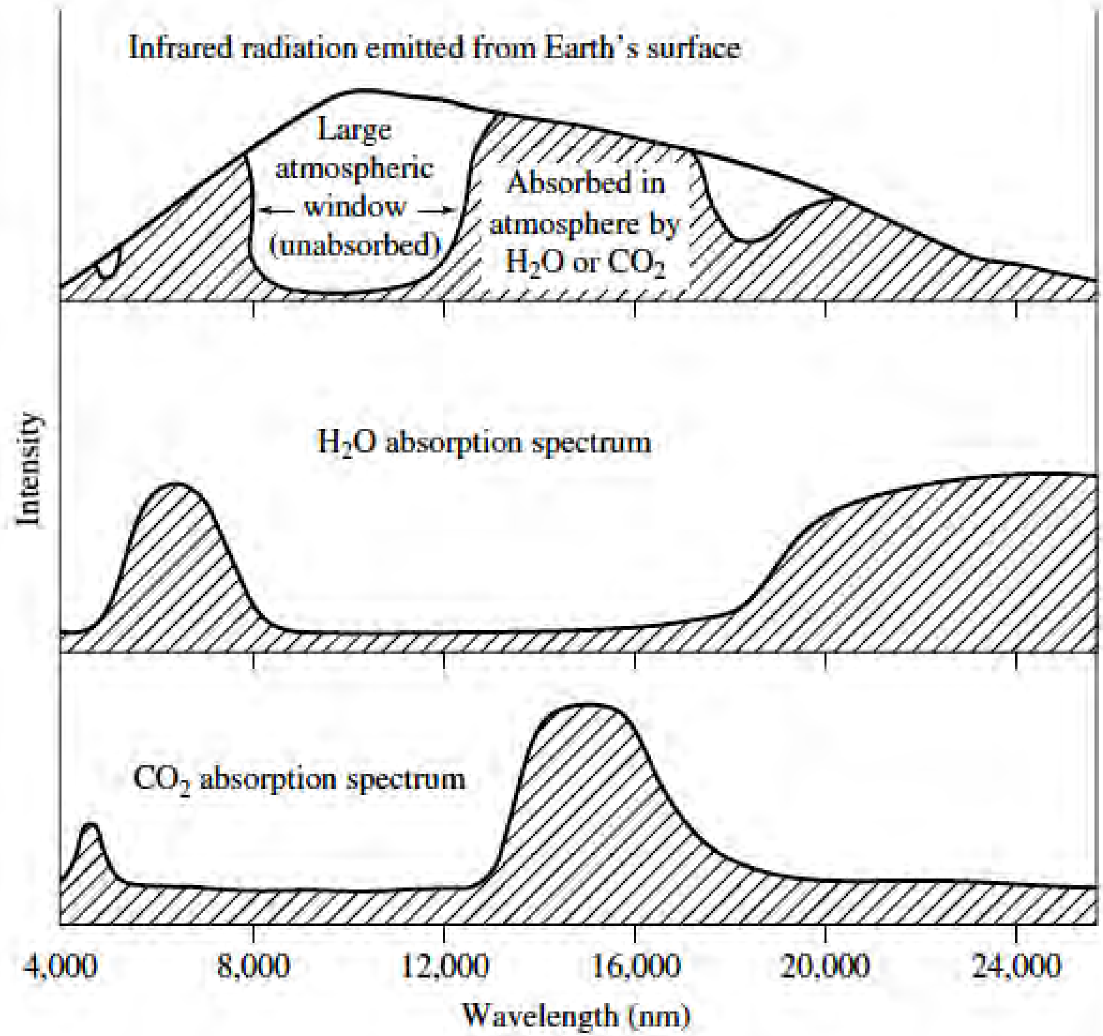


Figure 6.14 Absorption of terrestrial radiation by water and carbon dioxide.

Spiro & Stigliani, Chemistry of the Environment, 2nd ed., 2002.

Janela Atmosférica e GHGs

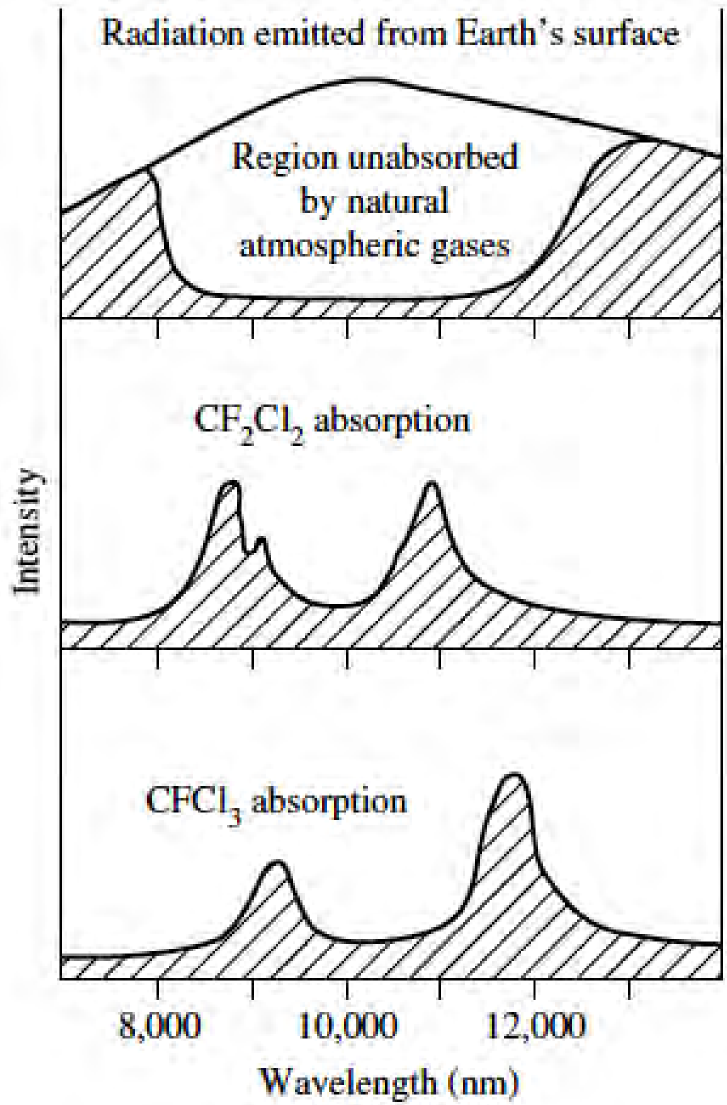
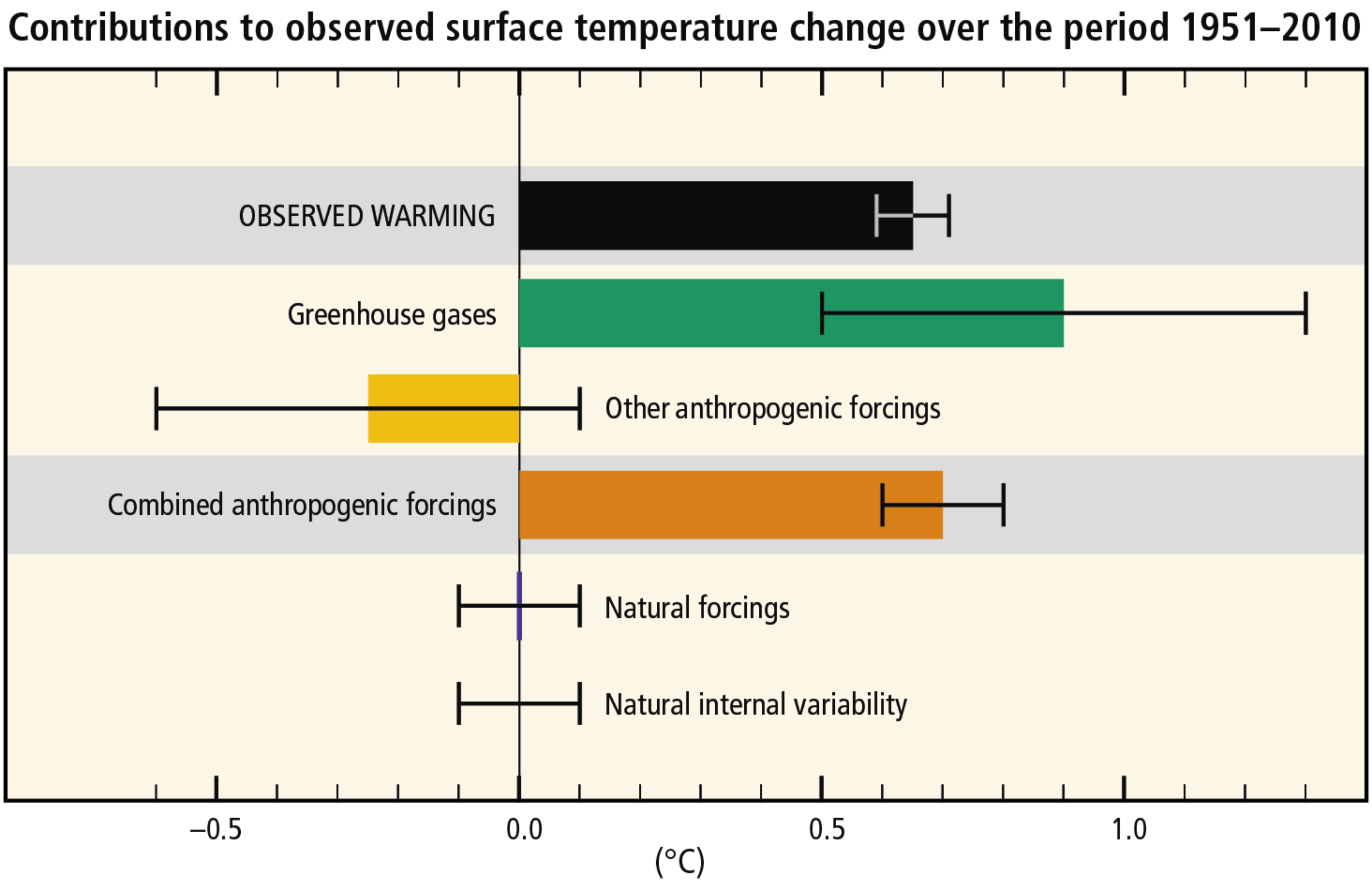


Figure 6.15 Absorption spectra of chlorofluoromethanes (CF_2Cl_2 and $CFCl_3$) and their coincidence with the atmospheric window (8,000 to 13,000 nm).

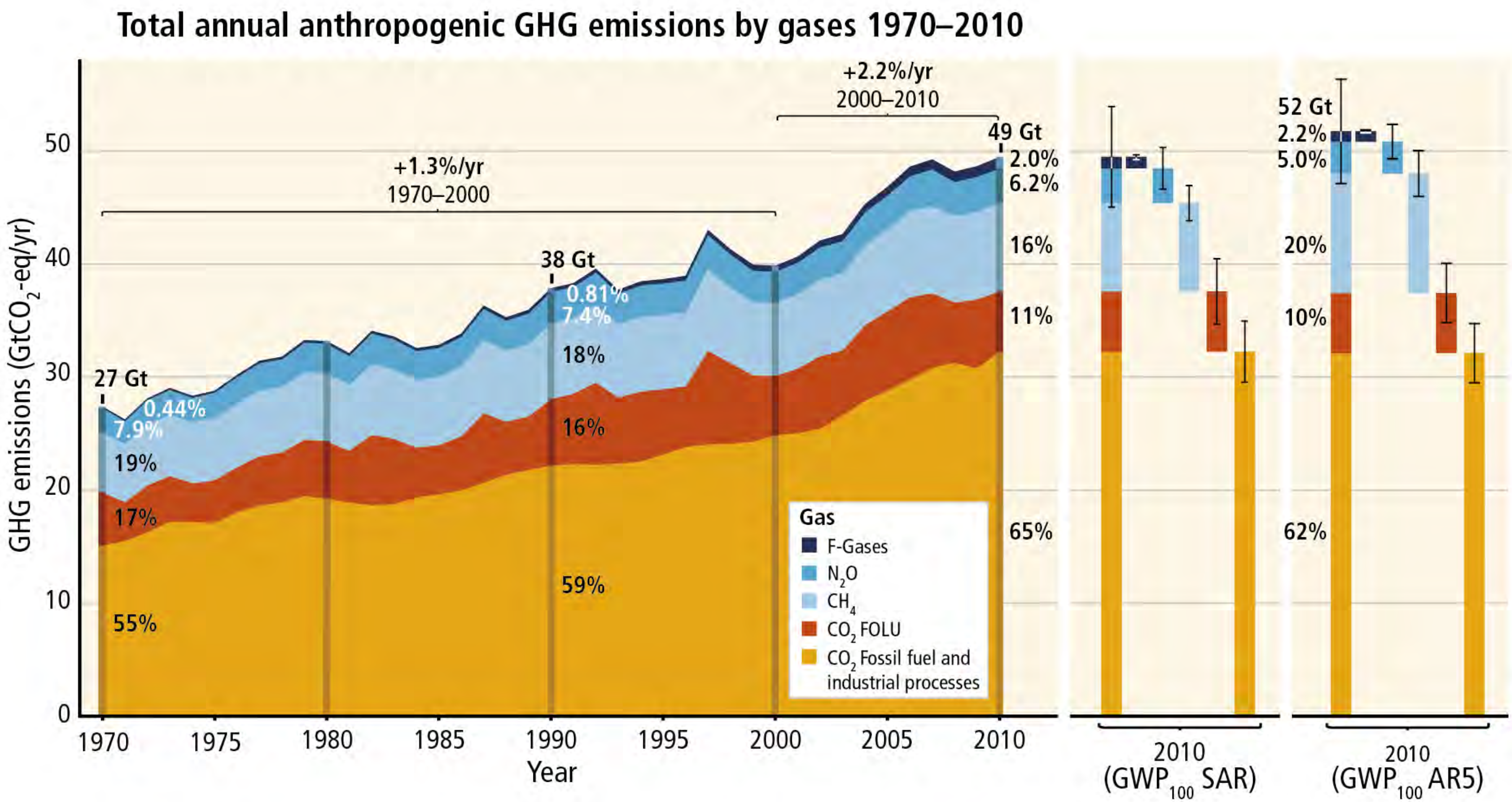
Spiro & Stigliani, Chemistry of the Environment, 2nd ed., 2002.

Contribuições para mudança de temperatura superficial



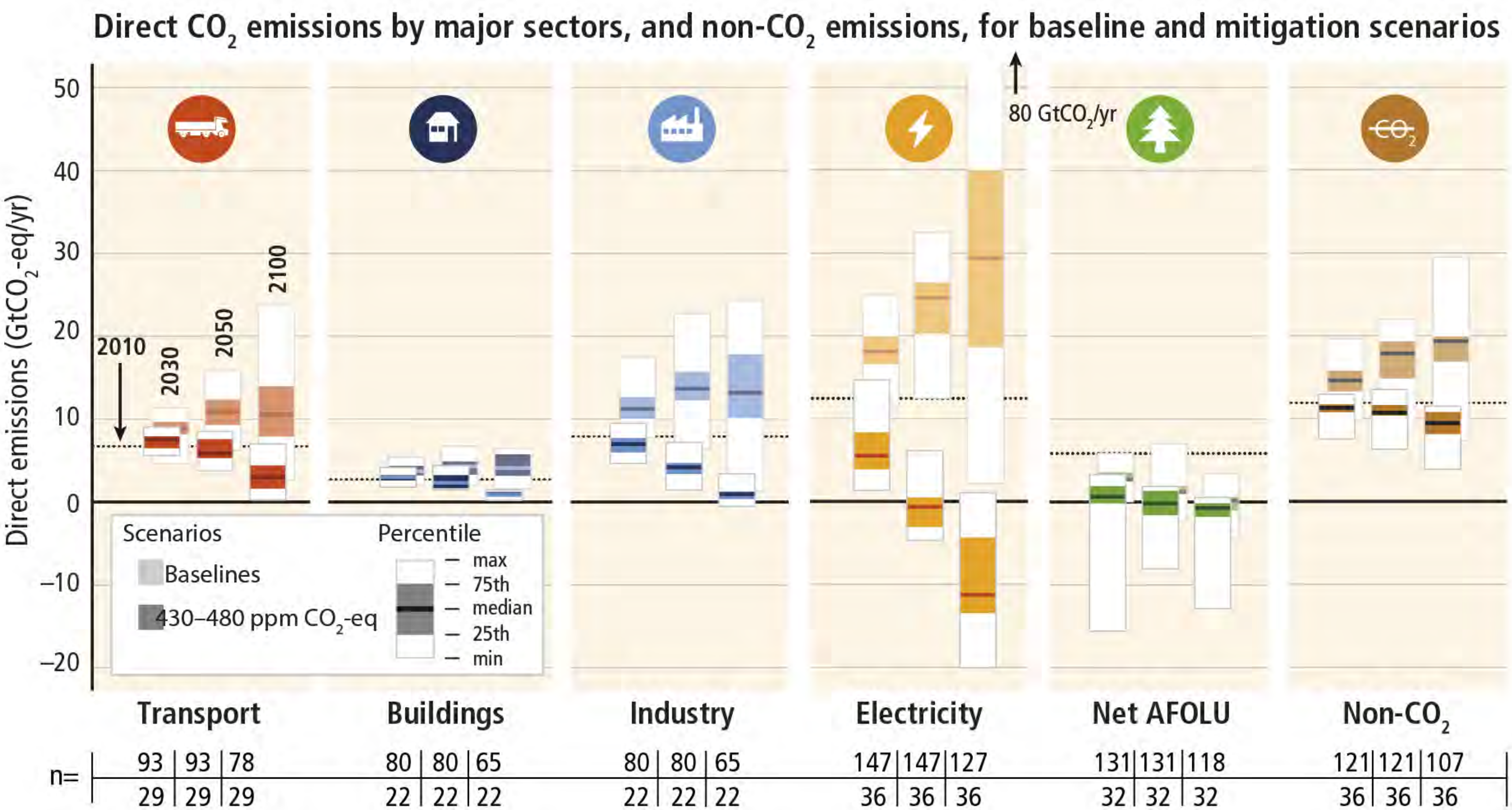
IPCC – 5th Assesment Report – 2014

Emissão total de GHG (“Green House Gases”)



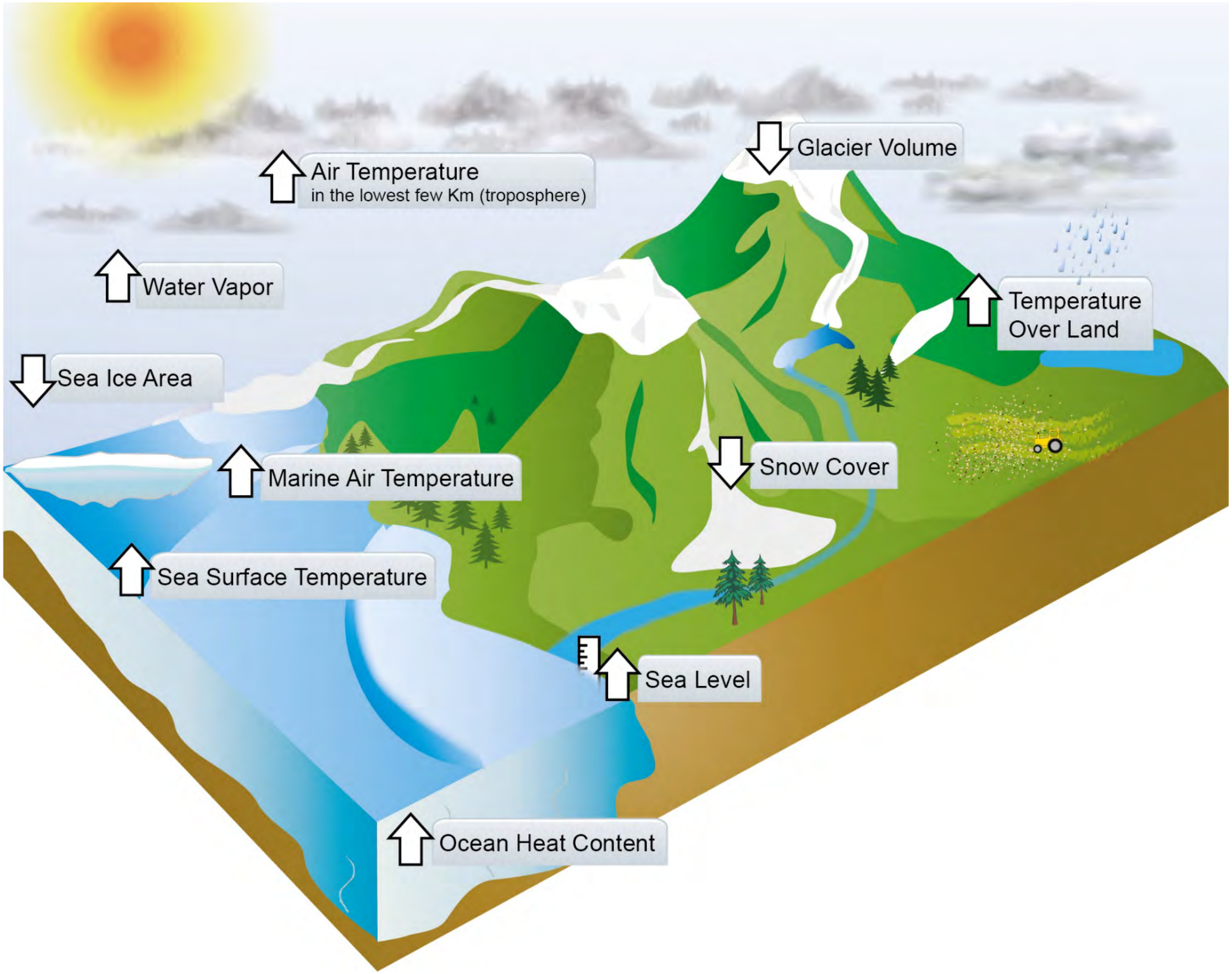
IPCC – 5th Assesment Report – 2014

Fontes de emissões



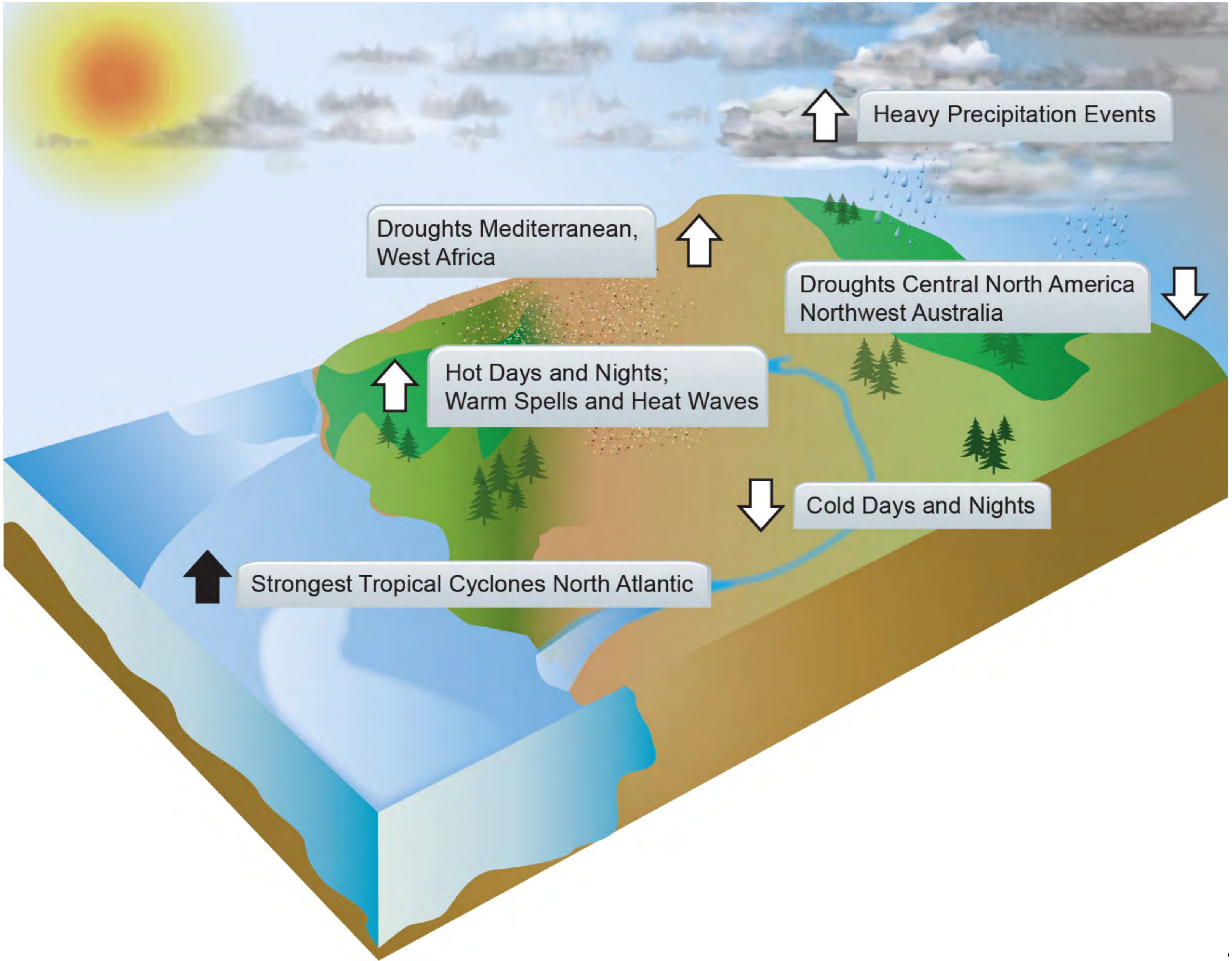
IPCC – 5th Assesment Report – 2014

Efeitos



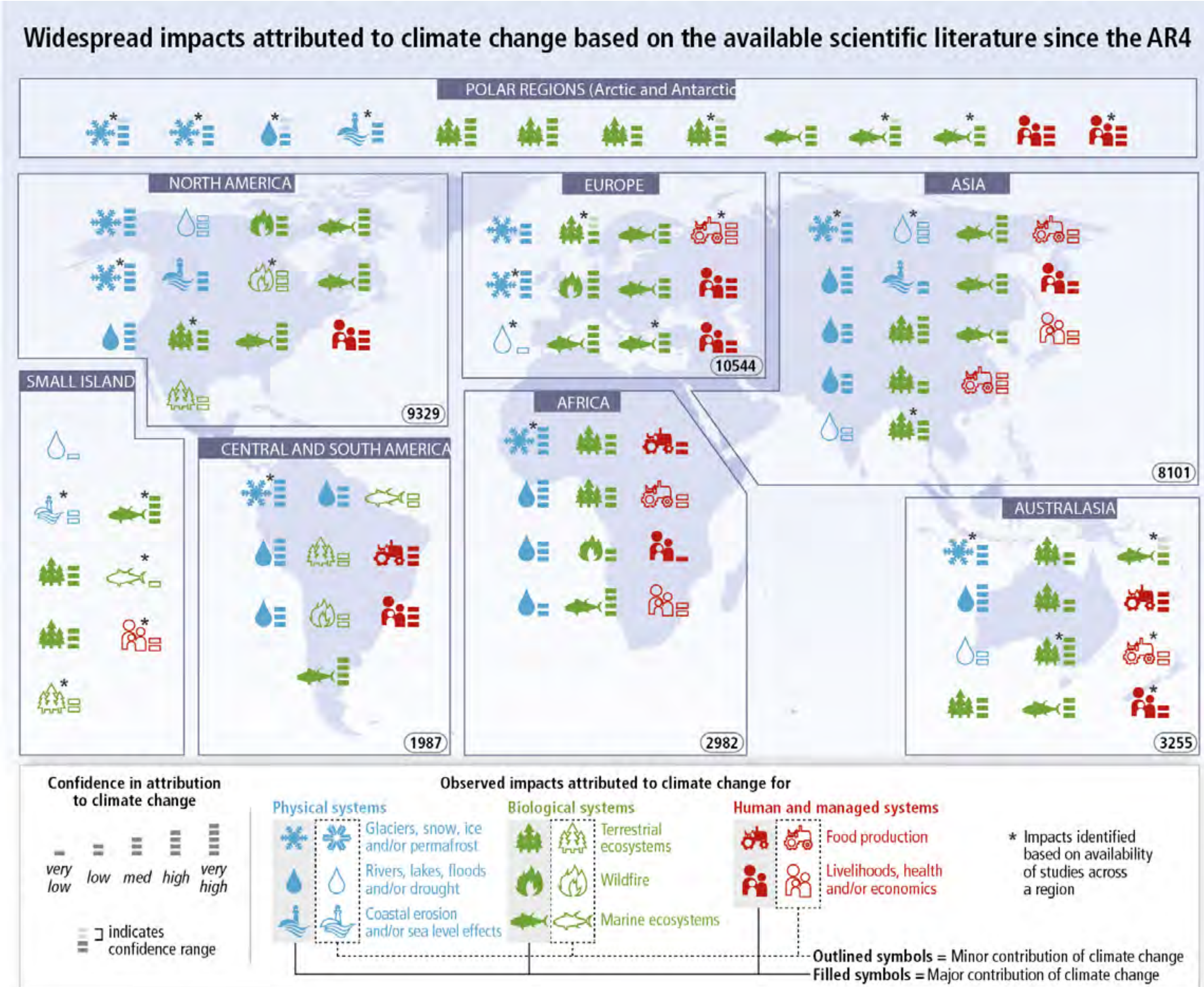
Air Temperature
in the lowest few Km (troposphere)
Glacier Volume
Water Vapor
Temperature
Over Land
Sea Ice Area
Marine Air Temperature
Snow Cover
Sea Surface Temperature
Sea Level
Ocean Heat Content

Efeitos



Heavy Precipitation Events
Droughts Mediterranean, West Africa
Droughts Central North America Northwest Australia
Hot Days and Nights; Warm Spells and Heat Waves
Cold Days and Nights
Strongest Tropical Cyclones North Atlantic

Impactos atribuídos à mudança climática



IPCC – 5th Assesment Report – 2014

Distribuição de água é desigual!

TABLE 10.1 ANNUAL WATER SUPPLY AND WITHDRAWAL FOR CONTINENTS AND VARIOUS COUNTRIES

Continents/ countries	Water supply: Total (km^3)	Water supply: Per km^2 (m^3)	Water supply: Per capita (m^3)	Water withdrawal: Total* (km^3)	Water withdrawal: Per capita (m^3)	Per capita use/supply ratio (%)	Status†
World	41,022	314,386	6,761.5	3,240.0	534.0	7.9	Potential problems
Africa	3,996	134,842	4,995.0	145.1	181.4	3.6	Potential problems
Kenya	20	35,492	665.8	2.1	67.6	10.1	Scarcity
Congo, D.R.	935	412,430	17,992.9	0.4	6.9	0.0	Surplus
North America‡	6,365	302,698	14,373.2	608.4	1,373.9	9.6	Surplus
Mexico	357	187,249	3,586.9	77.6	779.0	21.7	Potential problems
Canada	2,850	309,024	92,624.5	45.1	1,466.0	1.6	Surplus
South America	9,526	543,435	27,628.7	106.2	308.0	1.1	Surplus
Peru	40	31,250	1,474.1	6.1	224.8	15.3	Stress
Brazil	5,190	613,728	30,508.8	36.5	214.4	0.7	Surplus
Asia	13,207	428,038	3,584.4	1,633.9	443.4	12.4	Potential problems
China	2,800	301,367	2,214.3	460.0	363.8	16.4	Potential problems
Indonesia	2,530	1,396,579	11,922.3	16.6	78.2	0.7	Surplus
Europe	6,235	275,826	8,570.3	455.3	625.9	7.3	Potential problems
Poland	49	162,276	1,278.2	12.3	317.7	24.9	Stress
Russia	4,313	255,363	29,695.5	77.1	530.9	1.8	Surplus
Oceania	1,614	190,105	52,072.6	16.7	539.7	1.0	Surplus
Australia	343	44,648	17,864.6	14.6	760.4	4.3	Surplus
Papua New Guinea	801	1,768,759	166,528.1	0.1	20.8	0.0	Surplus

*Total water withdrawals are for various years ranging from 1980 to 1995 as provided in WRI (1999).

†Refers to per capita water supply:

Water surplus: >10,000 m^3/capita

Potential water management problems: >2,000 m^3/capita <10,000 m^3 capita

Water stress: >1,000 m^3/capita <2,000 m^3 capita

‡Includes Central America

Sources: Population data is for mid-2000, as reported in the Population Reference Bureau (2000), *2000 World Population Data Sheet,* Washington, DC.

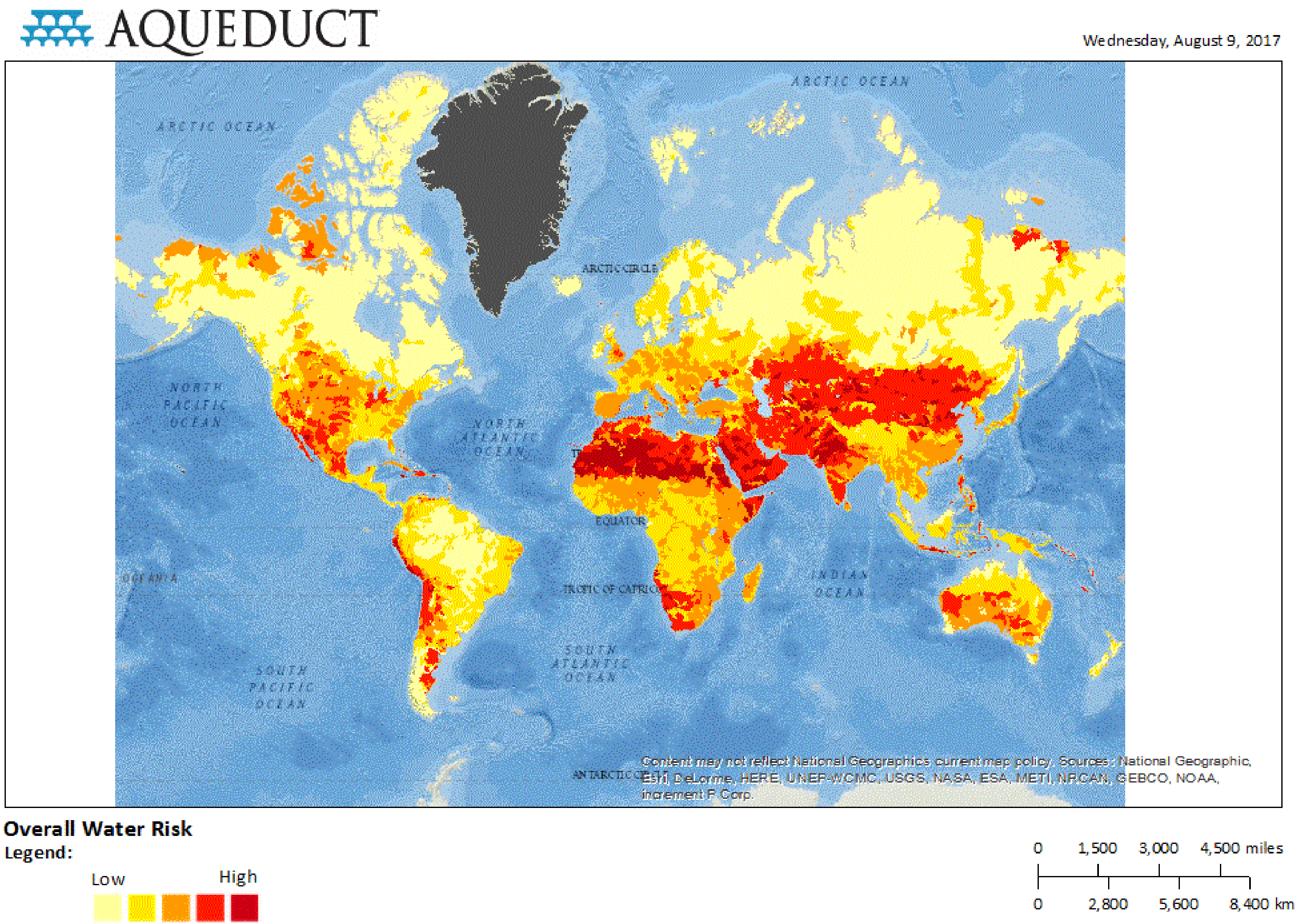
Other data from the World Resources Institute (in collaboration with the United Nations Environment Programme and the United Nations Development Programme) (1999). *World Resources 1998–1999* (Oxford, UK: University Press).

Spiro & Stigliani, Chemistry of the Environment, 2nd ed., 2002.

Risco Hídrico

http://s2.glbimg.com/E0Cmk5SVBx_NyXZlnakHvDzhymg=/620x465/s.glbimg.com/jo/g1/f/original/2014/07/03/cdg20140703046.jpg

Risco Hídrico

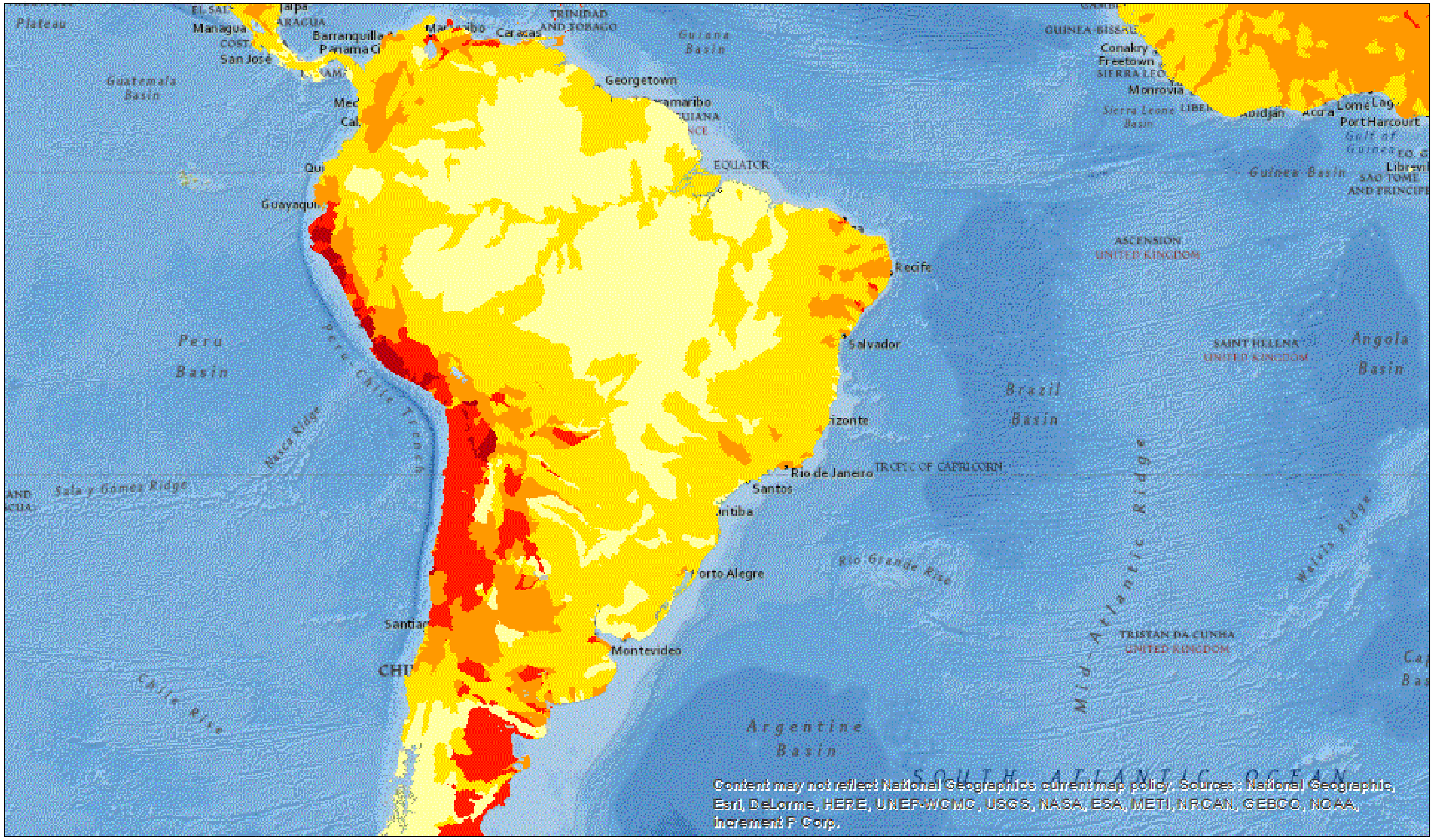


http://www.wri.org/our-work/project/aqueduct/aqueduct-atlas

Risco Hídrico

AQUEDUCT

Wednesday, August 9, 2017



Overall Water Risk

Legend:

Low High

0 375 750 1,125 miles

0 720 1,440 2,160 km

http://www.wri.org/our-work/project/aqueduct/aqueduct-atlas

Uso de água

TABLE 10.2 USES OF WATER FOR CONTINENTS AND COUNTRIES

Continents/countries	Domestic (%)	Industry/power (%)	Agriculture (%)
World	8	23	69
Africa	7	5	88
Kenya	20	4	76
Congo, D.R.	61	16	23
North America*	12	41	47
Mexico†	6	8	86
Canada†	18	70	12
South America	18	23	59
Peru†	19	9	72
Brazil†	22	19	59
Asia	6	9	85
China†	6	7	87
Indonesia†	13	11	76
Europe	14	55	31
Poland†	13	76	11
Russia	19	62	20
Oceania	64	2	34
Australia†	65	2	33
Papua New Guinea†	29	22	49

*Includes Central America

†Sectoral withdrawal estimates are for 1987

Source: World Resources Institute (in collaboration with the United Nations Environment Programme and the United Nations Development Programme) (1999). *World Resources 1998–1999* (Oxford, UK: University Press).

Spiro & Stigliani, Chemistry of the Environment, 2nd ed., 2002.

Uso de água

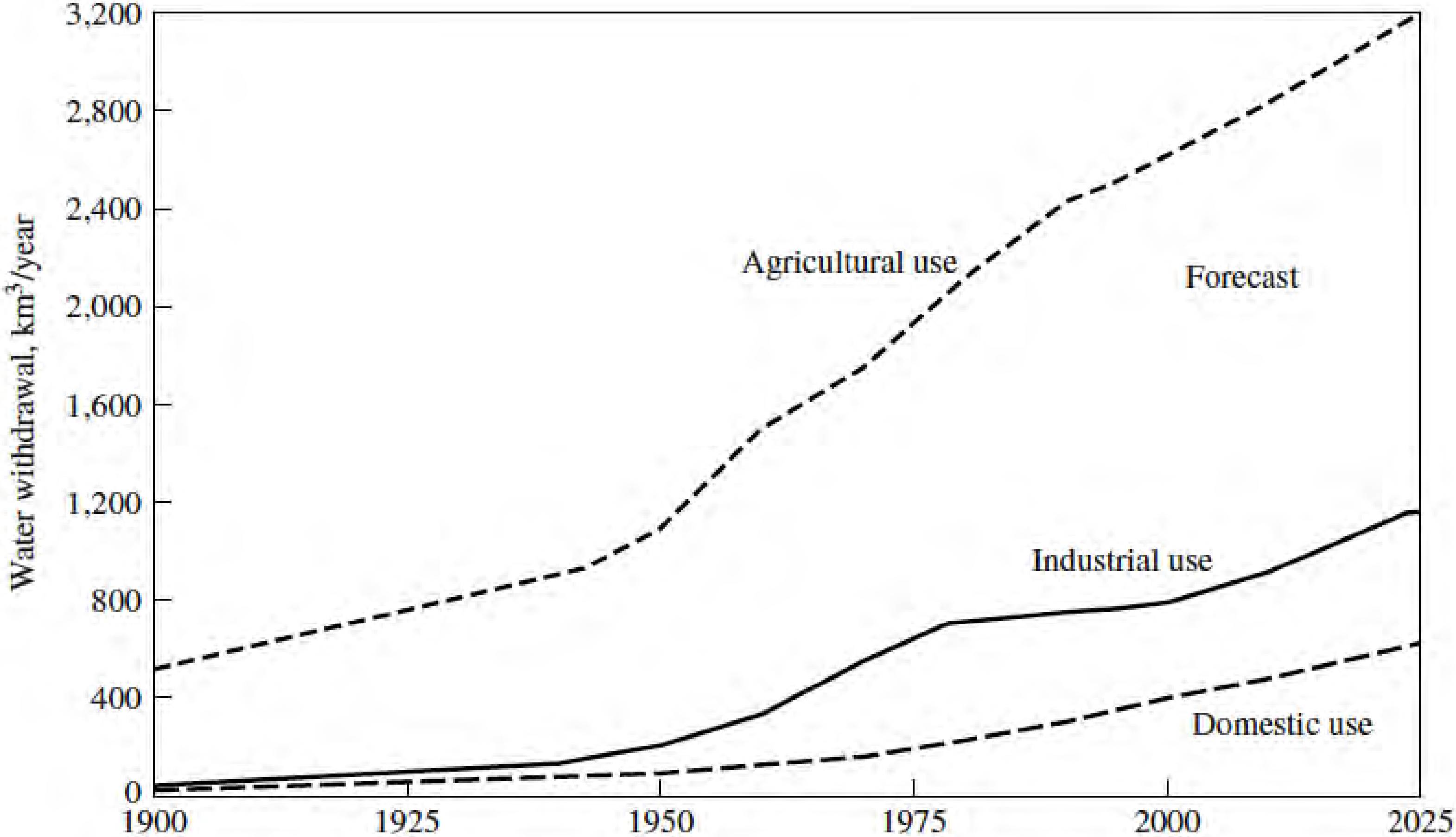


Figure 10.2 Global water use, 1900 to 2025. *Source:* I. A. Shiklomanov (ed.) (1999). *World Water Resources at the Beginning of the 21st Century* (St. Petersburg, Russia: State Hydrological Institute/UNESCO).

Spiro & Stigliani, Chemistry of the Environment, 2nd ed., 2002.

Uso de água: Agricultura

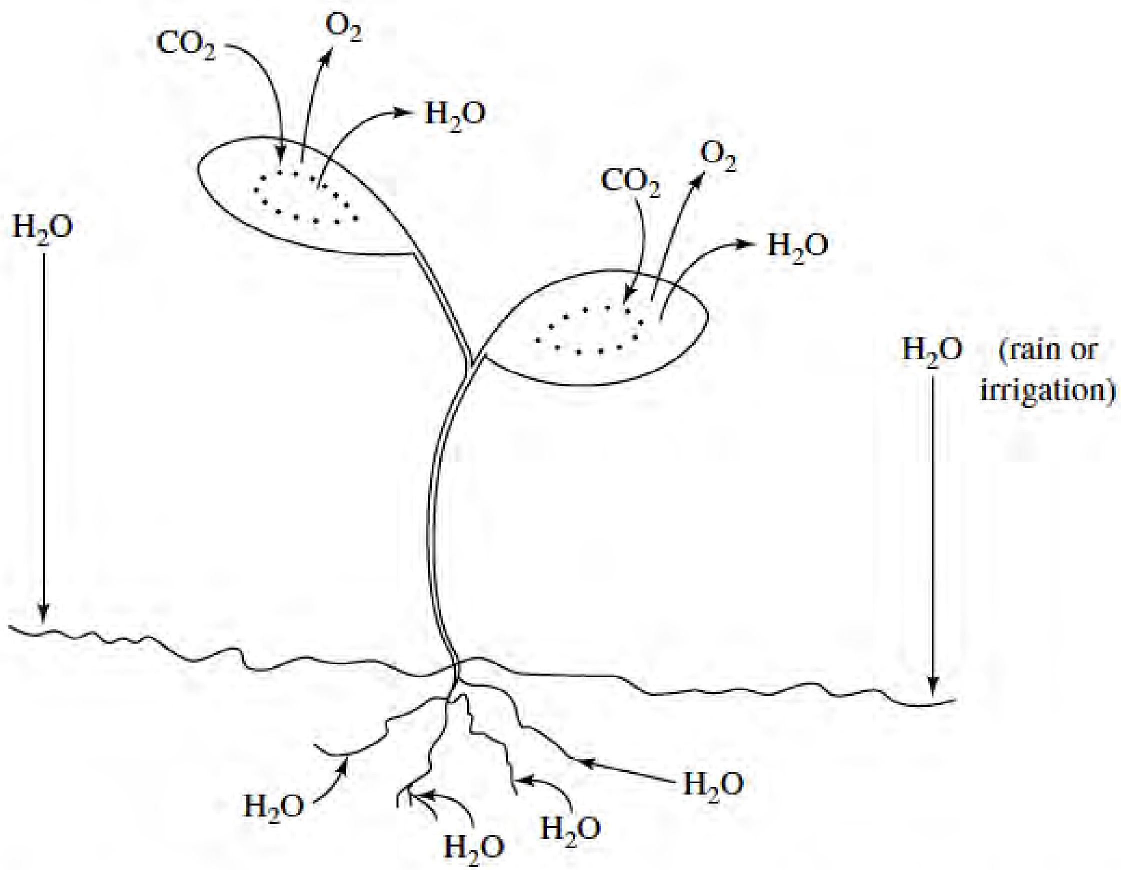
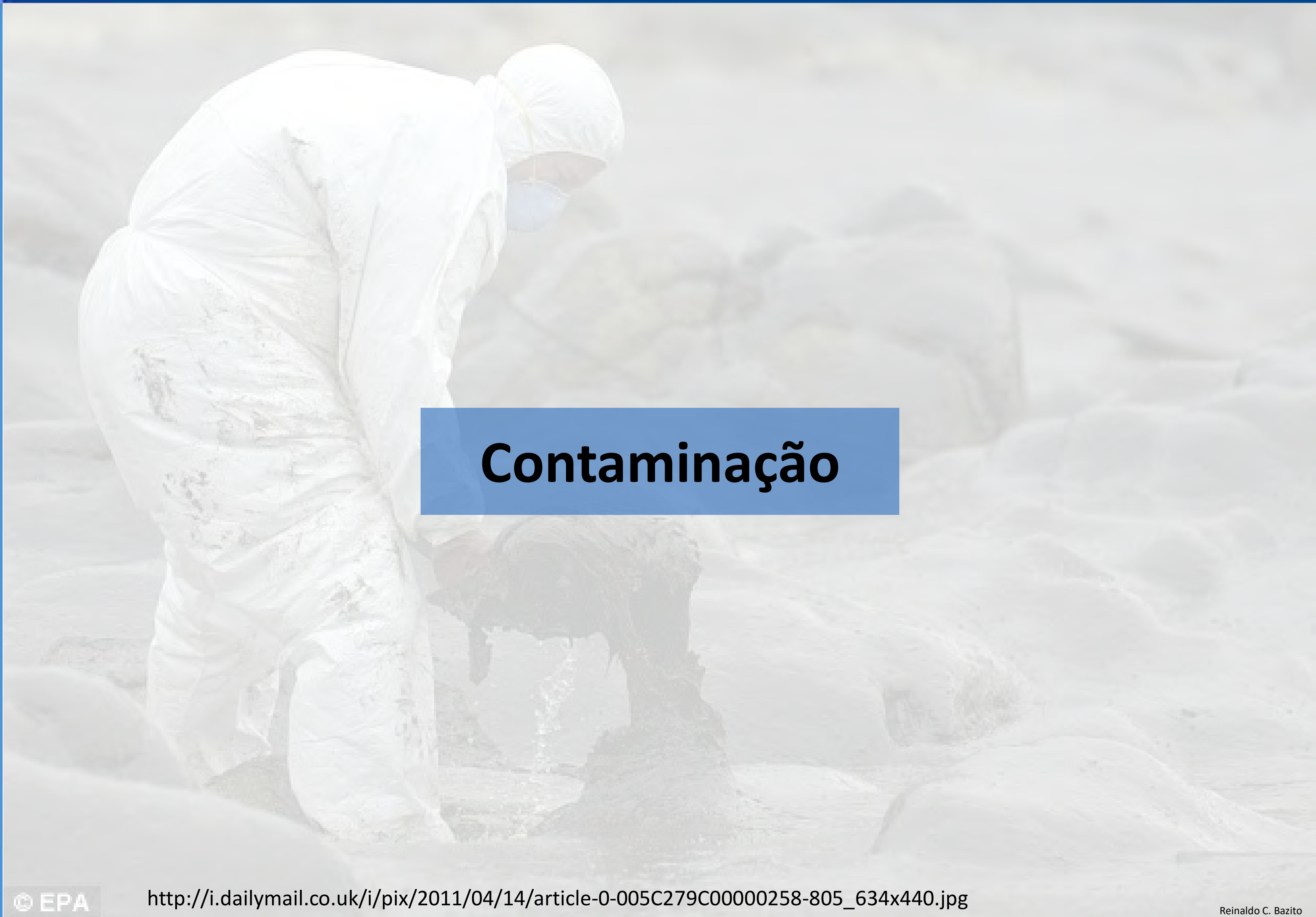


Figure 10.3 Exchange of gases on the stomata of leaves, and loss of water through transpiration.

Perde-se ao redor de 60% da água de irrigação antes de atingir a planta

Spiro & Stigliani, Chemistry of the Environment, 2nd ed., 2002.

Contaminação

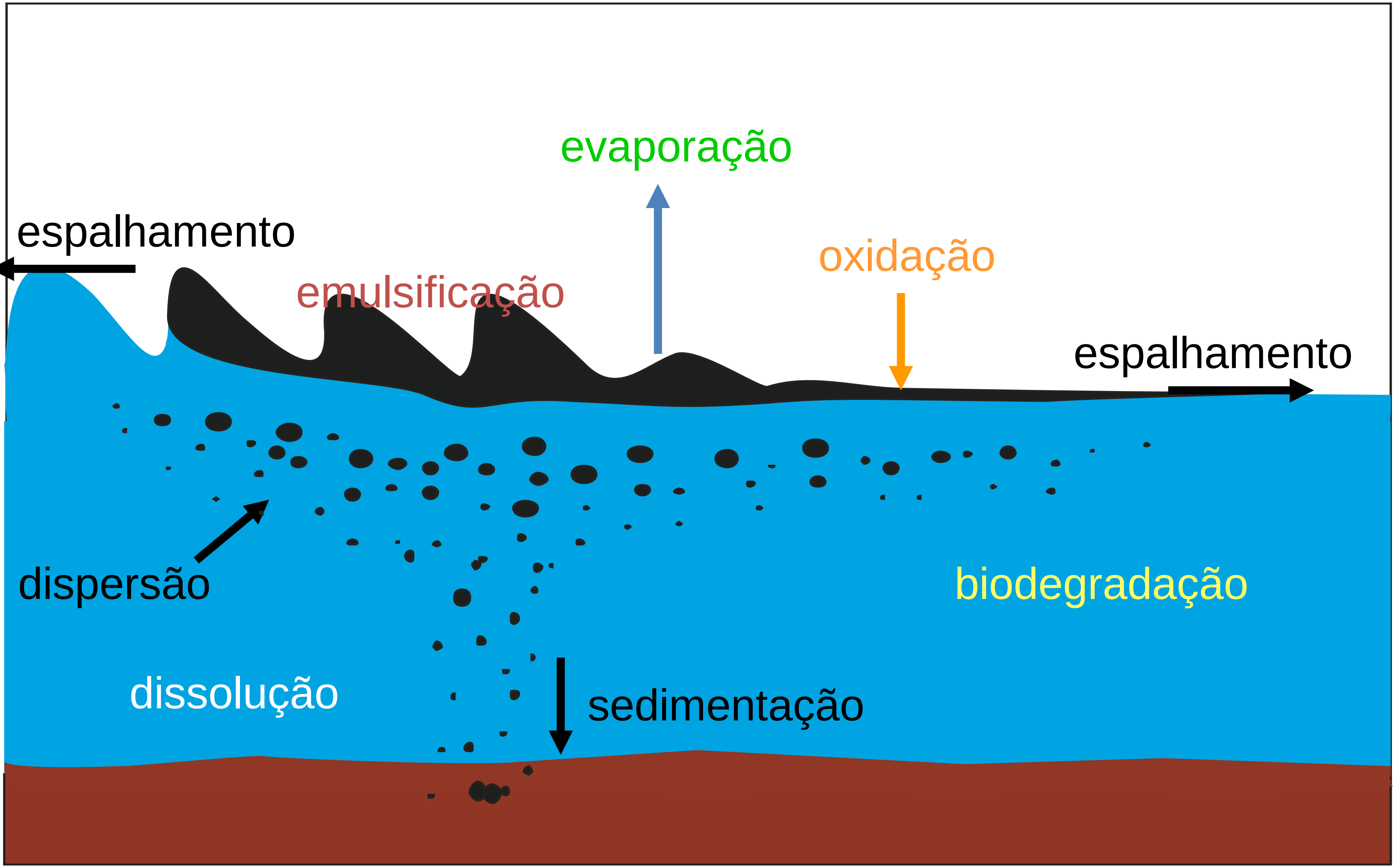


http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2011/04/14/article-0-005C279C00000258-805_634x440.jpg

Contaminação

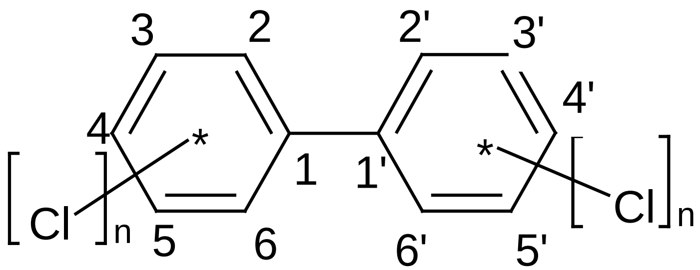
http://i.dailymail.co.uk/i/pix/2011/04/14/article-0-005C279C00000258-805_634x440.jpg

Derrame de Petróleo



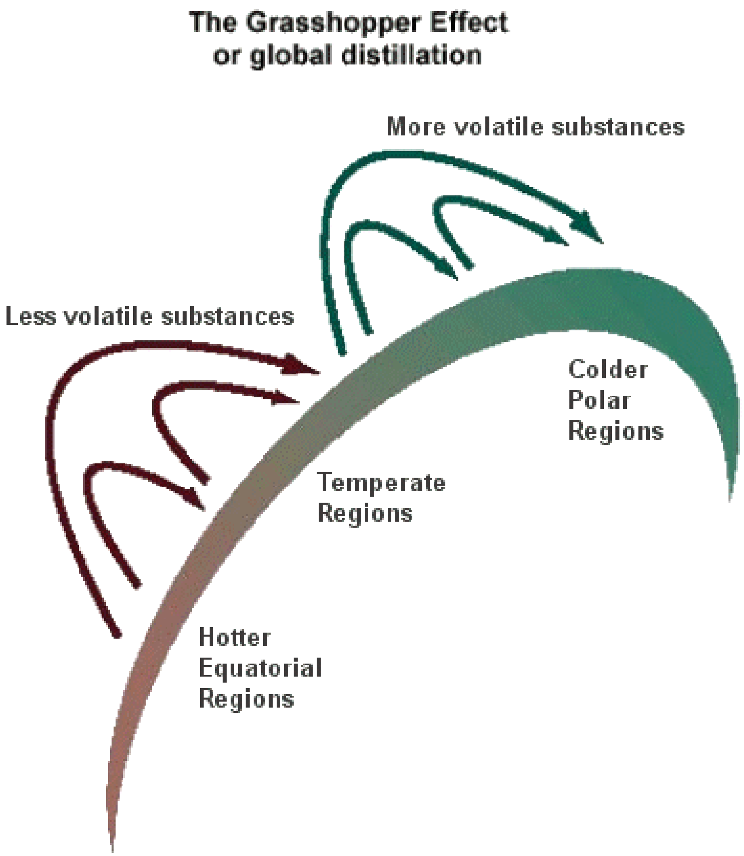
Reinaldo C. Bazito

Bifenilas Policloradas (PCBs)



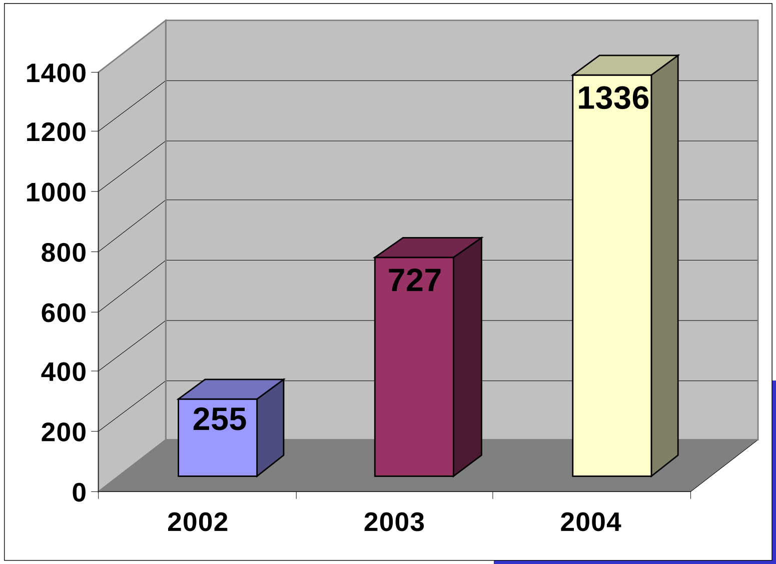
Bifenila policlorada

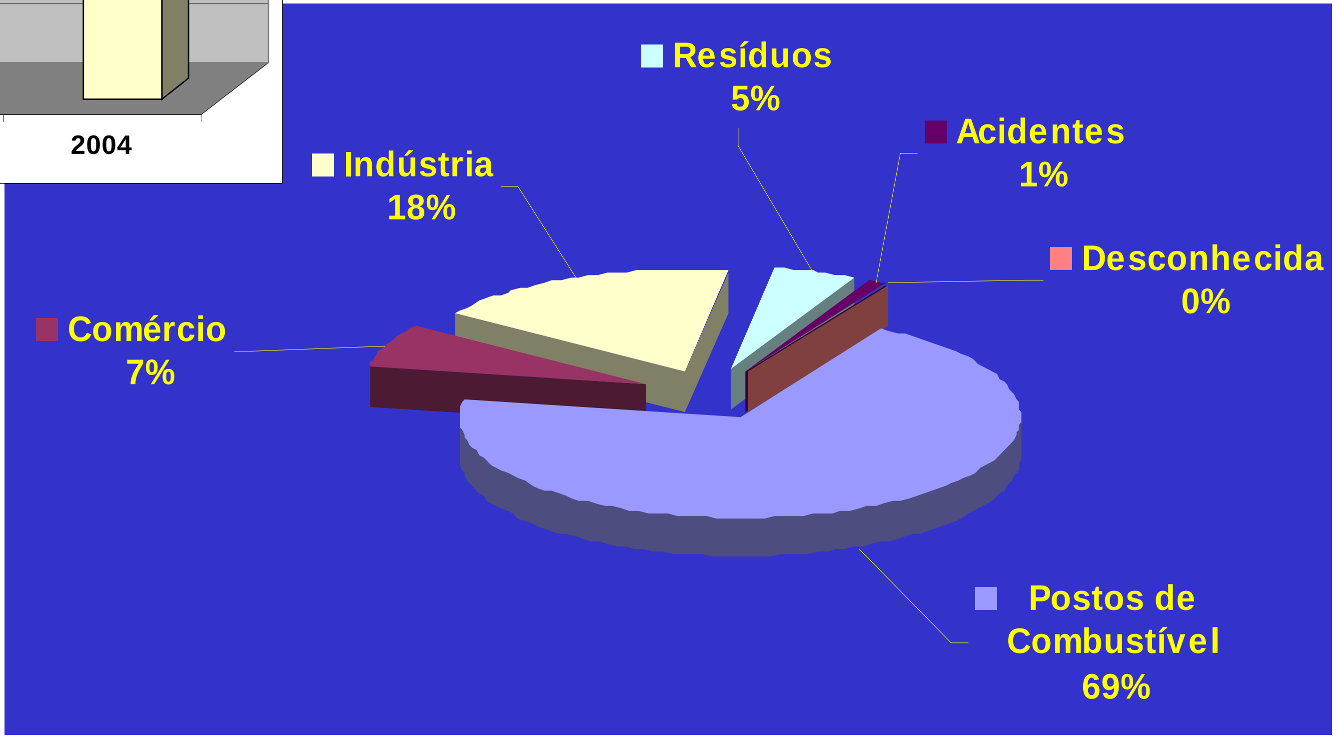
- Persistentes
- Distribuição Global
- Bioacumulação



Bifenilas Policloradas (PCBs)

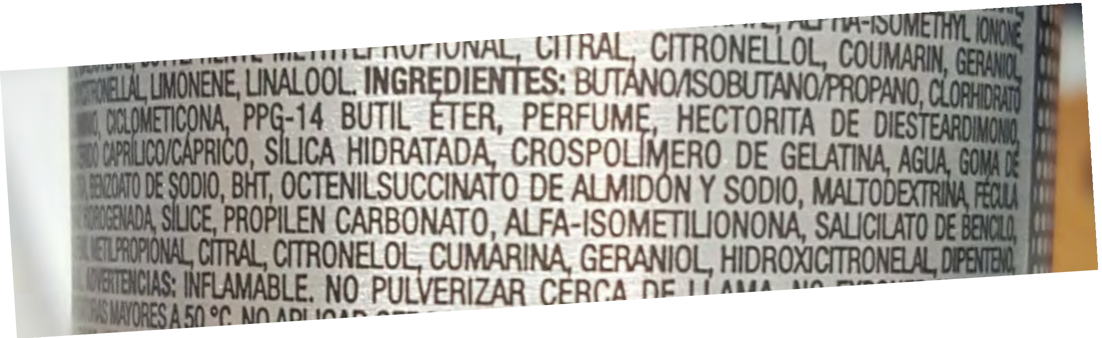
Áreas Contaminadas em SP

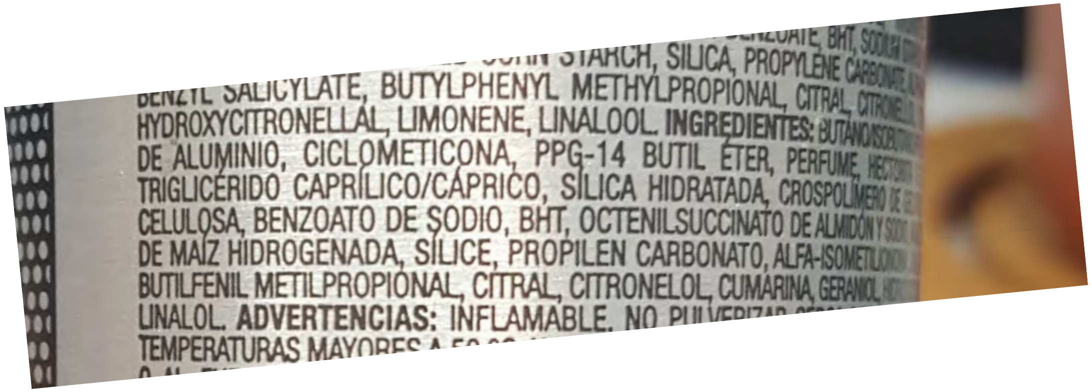


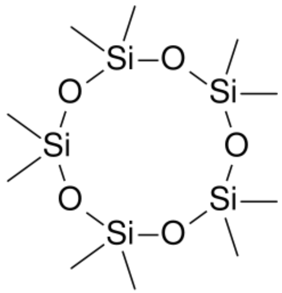


Espécies químicas de interesse ambiental

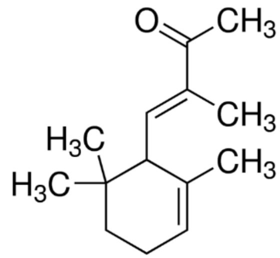
Espécies químicas no desodorante



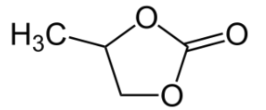




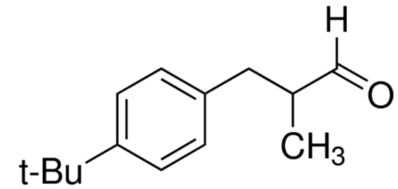
ciclometicona



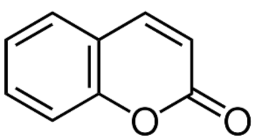
α-isometil ionona



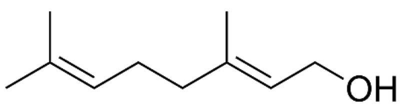
propileno carbonato



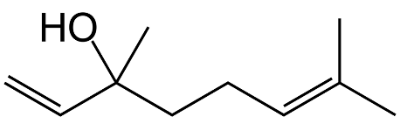
"butilfenil propional"
2-(4-tert-butilbenzil)propionaldeído



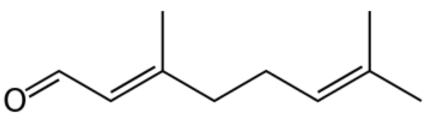
cumarina



geraniol



linalol

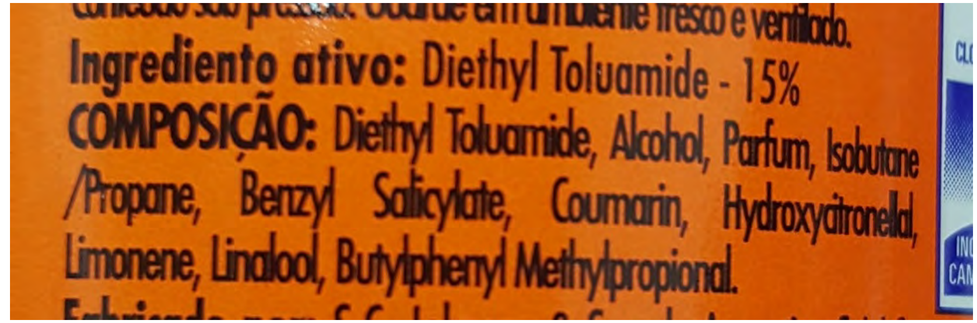


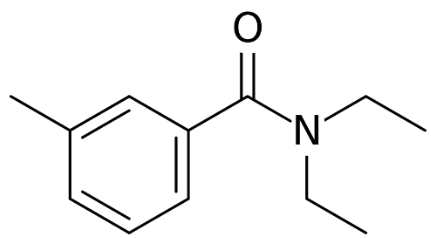
citral

$AlCl_3$

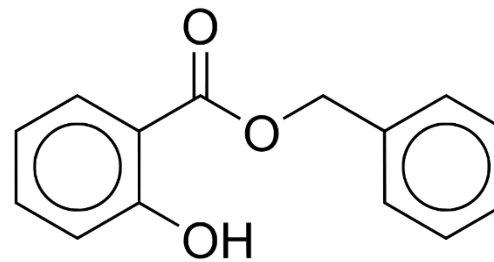
cloreto de alumínio

Espécies químicas no repelente

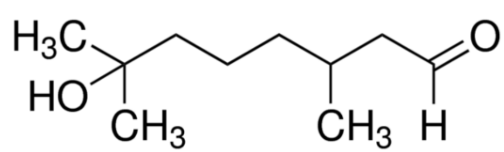




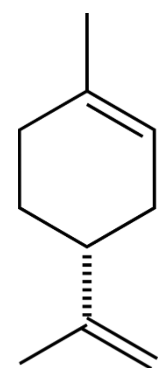
DEET (dietil toluamida)



salicilato de benzila



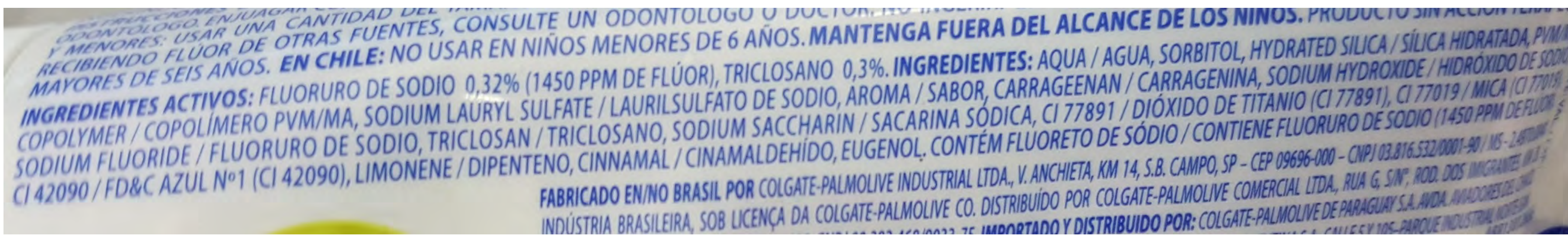
hidroxicitronelal



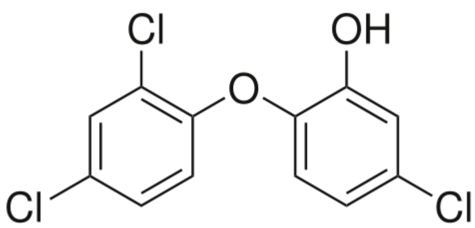
limoneno

Reinaldo C. Bazito

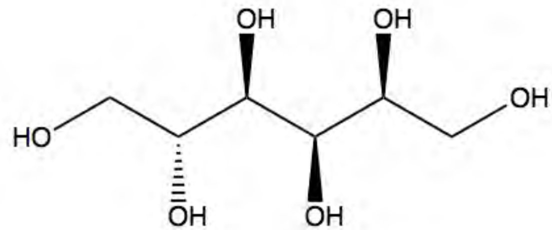

PARA UMA BOCA MAIS SAUDÁVEL
PARA UNA BOCA MÁS SALUDABLE
Colgate®
Creme Dental
Crema Dental
Anticárie com Flúor
Anticaries con Flúor
Total 12
Gel
Whitening
CONT. NETO 90 g (70 mL)
INDÚSTRIA BRASILEIRA / INDUSTRIA BRASILERA


CONSULTE UN ODONTOLOGO O DOCTOR.
MANTENGA FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS.
RECIBIENDO FLÚOR DE OTRAS FUENTES, CONSULTE UN ODONTOLOGO O DOCTOR.
MAYORES DE SEIS AÑOS. EN CHILE: NO USAR EN NIÑOS MENORES DE 6 AÑOS. MANTENGA FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS.
INGREDIENTES ACTIVOS: FLUORURO DE SODIO 0,32% (1450 PPM DE FLÚOR), TRICLOSANO 0,3%. INGREDIENTES: AQUA / AGUA, SORBITOL, HYDRATED SILICA / SÍLICA HIDRATADA, PVM/MA
COPOLYMER / COPOLÍMERO PVM/MA, SODIUM LAURYL SULFATE / LAURILSULFATO DE SODIO, AROMA / SABOR, CARRAGEENAN / CARRAGENINA, SODIUM HYDROXIDE / HIDRÓXIDO DE SODIO
SODIUM FLUORIDE / FLUORURO DE SODIO, TRICLOSAN / TRICLOSANO, SODIUM SACCHARIN / SACARINA SÓDICA, CI 77891 / DIÓXIDO DE TITANIO (CI 77891), CI 77019 / MICA (CI 77019)
CI 42090 / FD&C AZUL Nº1 (CI 42090), LIMONENE / DIPENTENO, CINNAMAL / CINAMALDEHÍDO, EUGENOL. CONTÉM FLUORETO DE SÓDIO / CONTIENE FLUORURO DE SODIO (1450 PPM DE FLÚOR)
FABRICADO EN/NO BRASIL POR COLGATE-PALMOLIVE INDUSTRIAL LTDA., V. ANCHIETA, KM 14, S.B. CAMPO, SP – CEP 09696-000 – CNPJ 03.816.532/0001-90
INDÚSTRIA BRASILEIRA, SOB LICENÇA DA COLGATE-PALMOLIVE CO. DISTRIBUÍDO POR COLGATE-PALMOLIVE COMERCIAL LTDA.
IMPORTADO Y DISTRIBUIDO POR: COLGATE-PALMOLIVE DE PARAGUAY S.A.

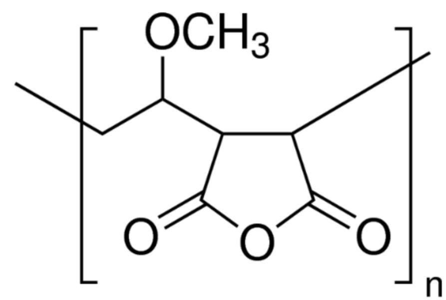
Espécies químicas no creme dental



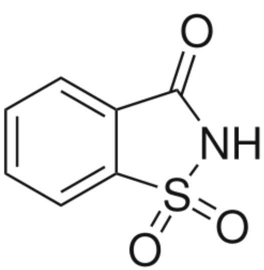
triclosano



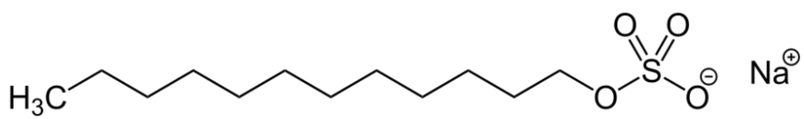
sorbitol



Copolímero PVM/MA
Copolímero poli(vinilmetiléter)-alt-(anidrido maleico)



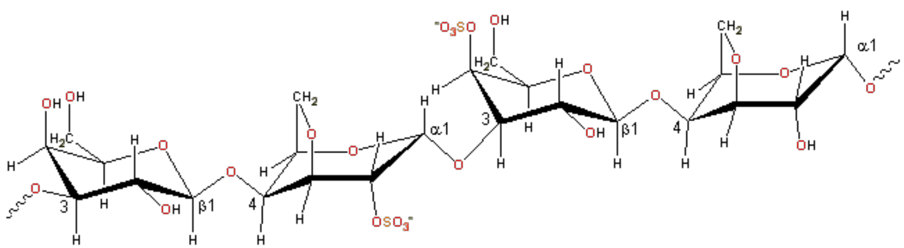
sacarina



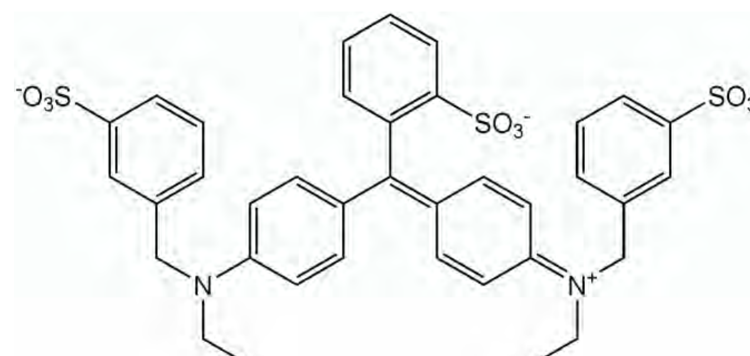
laurilsulfato de sódio (SDS)

TiO_2

dióxido de titânio



carrageenan

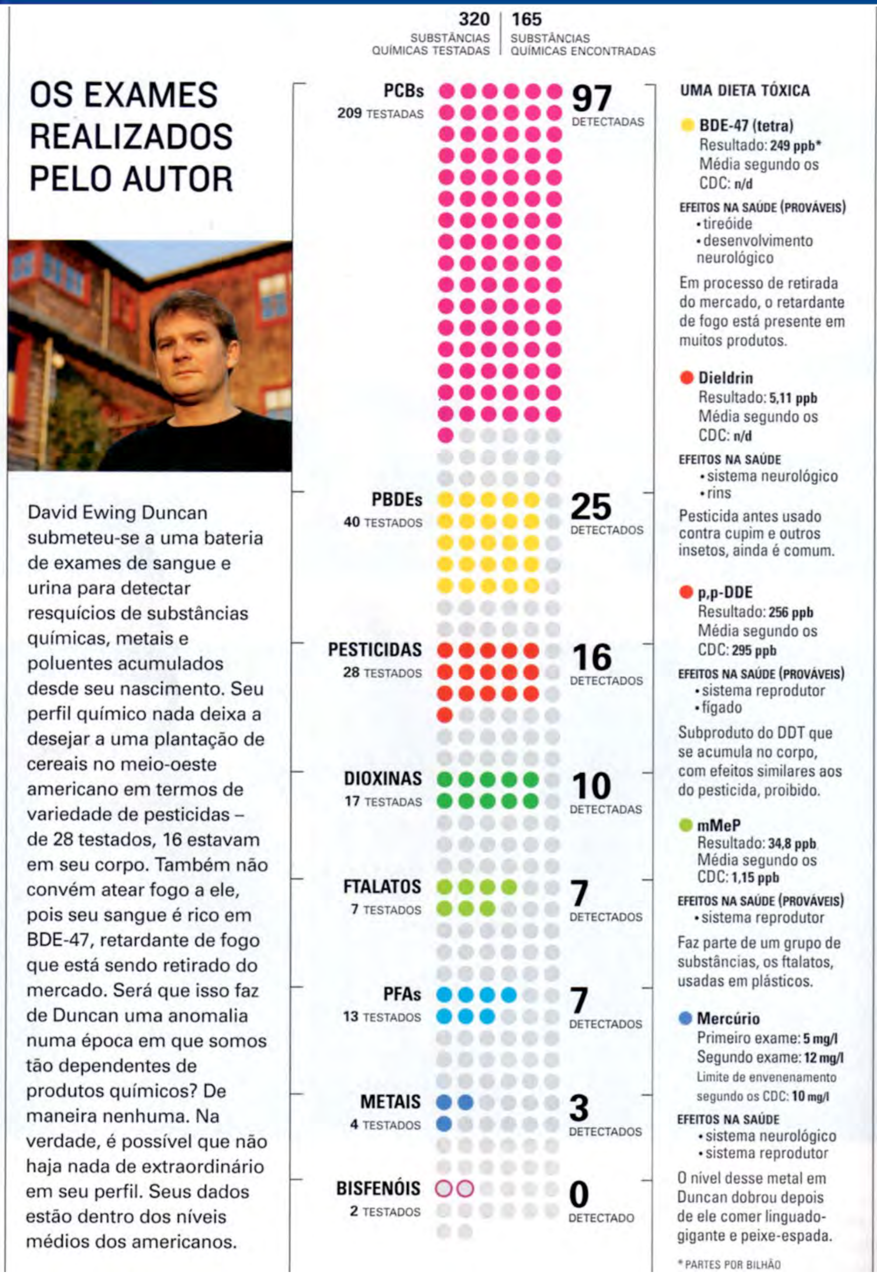


FD&C Azul no. 1 (Brilliant Blue FCF)

A poluição interior, por David Ewing Duncan

*"Na verdade, sou um escritor empenhado em uma jornada de autodescoberta química. No outono passado, fui submetido a exames para detectar **320 substâncias químicas** que poderia ter ingerido juntamente com alimentos e bebidas, com o ar que respiro e através de produtos que entram em contato com a minha pele. Eles incluem substâncias químicas a que posso ter sido exposto décadas atrás, como o **DDT** e as bifenilas policloradas (**PCBs**, polychlorinated biphenyls); poluentes, como **chumbo**, **mercúrio** e **dioxinas**; **pesticidas** mais recentes; **ingredientes de plástico**; e os compostos quase milagrosos que nos espreitam a vida moderna, como xampus cheirosos, panelas antiaderentes e tecidos resistentes à água e ao fogo."*

National Geographic
Edição 79/ Outubro de 2006
http://viajeaqui.abril.com.br/materias/a-poluicao-interior



320 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS TESTADAS | 165 SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS ENCONTRADAS

OS EXAMES REALIZADOS PELO AUTOR

David Ewing Duncan submeteu-se a uma bateria de exames de sangue e urina para detectar resquícios de substâncias químicas, metais e poluentes acumulados desde seu nascimento. Seu perfil químico nada deixa a desejar a uma plantação de cereais no meio-oeste americano em termos de variedade de pesticidas – de 28 testados, 16 estavam em seu corpo. Também não convém atear fogo a ele, pois seu sangue é rico em BDE-47, retardante de fogo que está sendo retirado do mercado. Será que isso faz de Duncan uma anomalia numa época em que somos tão dependentes de produtos químicos? De maneira nenhuma. Na verdade, é possível que não haja nada de extraordinário em seu perfil. Seus dados estão dentro dos níveis médios dos americanos.

PCBs – 209 TESTADAS – 97 DETECTADAS

PBDEs – 40 TESTADOS – 25 DETECTADOS

PESTICIDAS – 28 TESTADOS – 16 DETECTADOS

DIOXINAS – 17 TESTADAS – 10 DETECTADAS

FTALATOS – 7 TESTADOS – 7 DETECTADOS

PFAs – 13 TESTADOS – 7 DETECTADOS

METAIS – 4 TESTADOS – 3 DETECTADOS

BISFENÓIS – 2 TESTADOS – 0 DETECTADO

UMA DIETA TÓXICA

BDE-47 (tetra)
Resultado: **249 ppb***
Média segundo os CDC: **n/d**
EFEITOS NA SAÚDE (PROVÁVEIS)
- tireóide
- desenvolvimento neurológico

Em processo de retirada do mercado, o retardante de fogo está presente em muitos produtos.

Dieldrin
Resultado: **5,11 ppb**
Média segundo os CDC: **n/d**
EFEITOS NA SAÚDE
- sistema neurológico
- rins

Pesticida antes usado contra cupim e outros insetos, ainda é comum.

p,p-DDE
Resultado: **256 ppb**
Média segundo os CDC: **295 ppb**
EFEITOS NA SAÚDE (PROVÁVEIS)
- sistema reprodutor
- fígado

Subproduto do DDT que se acumula no corpo, com efeitos similares aos do pesticida, proibido.

mMeP
Resultado: **34,8 ppb**
Média segundo os CDC: **1,15 ppb**
EFEITOS NA SAÚDE (PROVÁVEIS)
- sistema reprodutor

Faz parte de um grupo de substâncias, os ftalatos, usadas em plásticos.

Mercúrio
Primeiro exame: **5 mg/l**
Segundo exame: **12 mg/l**
Limite de envenenamento segundo os CDC: **10 mg/l**
EFEITOS NA SAÚDE
- sistema neurológico
- sistema reprodutor

O nível desse metal em Duncan dobrou depois de ele comer linguado-gigante e peixe-espada.

*PARTES POR BILHÃO

A poluição interior,
David Ewing Duncan
National Geographic
Edição 79/ Outubro de 2006, p. 106

Classes de compostos orgânicos de interesse ambiental

Hidrocarbonetos

alifáticos saturados

CH_4 — metano

CH_3CH_3 — etano

$CH_3CH_2CH_2CH_3$ — butano

decomposição microbiana anaeróbica
atividade industrial

C_{23}-C_{33} — n-alcanos (impar)

cera epicuticular de plantas
ambientes limpos

C_{24}-C_{30} — alcanos ramificados

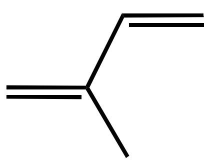
combustão veicular

cíclicos e insaturados (inúmeras fontes)

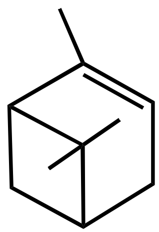
$CH_2{=}CH_2$

eteno (etileno)

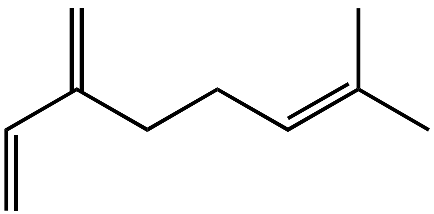
plantas (atividade hormonal em plantas)
combustão de madeira, carvão, etc.



isopreno

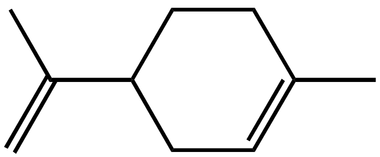


a-pineno



mirceno

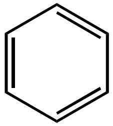
plantas

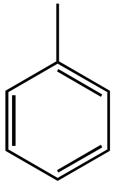


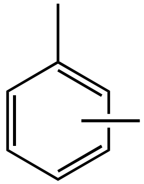
limoneno

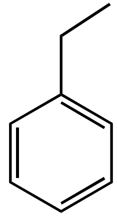
Hidrocarbonetos

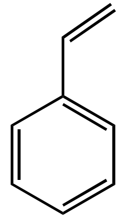
derivados do benzeno

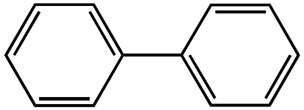

benzeno


tolueno


o, *m* e *p*-xileno

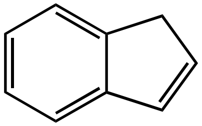

etil benzeno

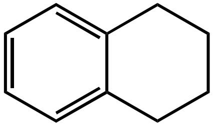

estireno


bifenila

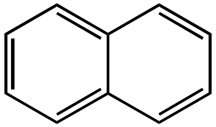
BTEX

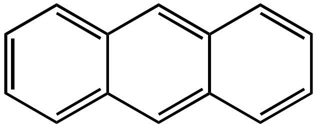
evaporação de gasolina, combustão de diesel

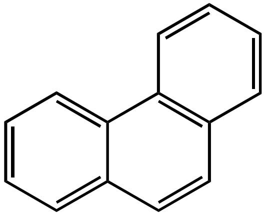

indeno

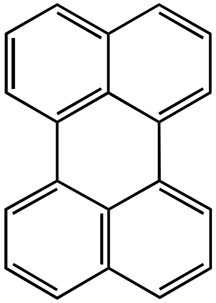

tetralina

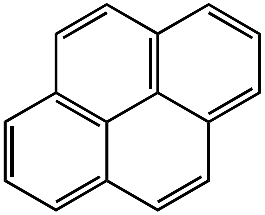
poliaromáticos (HPA)

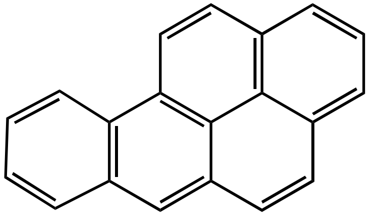

naftaleno


antraceno


fenantreno

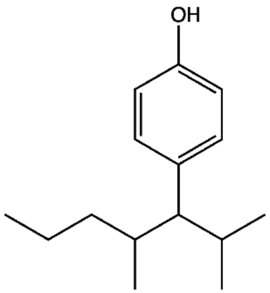

perileno


pireno


benzo[a]pireno

combustão incompleta de compostos orgânicos (automóveis, cigarro, churrasco, torrada, etc.)

Álcoois, fenóis e éteres

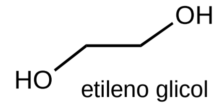


4-nonilfenol

CH_3OH — metanol

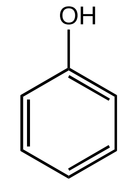
CH_3CH_2OH — etanol

intermediário químico, solvente, combustível

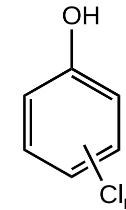


etileno glicol

intermediário químico, solvente, agente anticongelamento

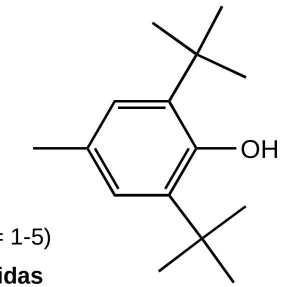


fenol



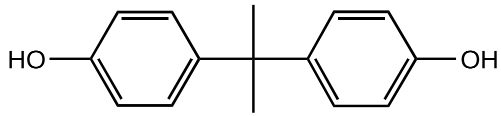
clorofenol (m = 1-5)

intermediário químico, biocidas



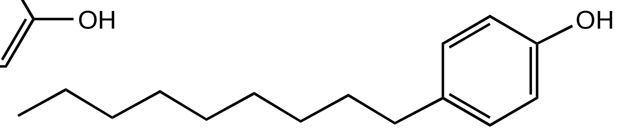
DBPC
2,6-di-*t*-butil-*p*-cresol

antioxidante



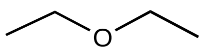
bisfenol A

intermediário químico

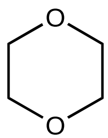


4-nonilfenol

metabólito de surfactantes não iônicos

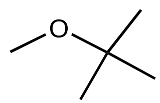


éter etílico



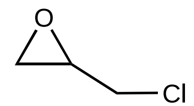
1,4-dioxano

solventes



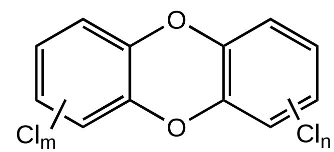
MTBE
metil-*t*-butil éter

aditivo para gasolina



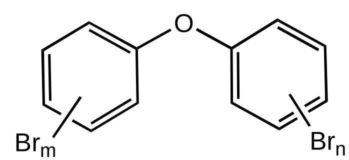
epicloridrina

intermediário químico



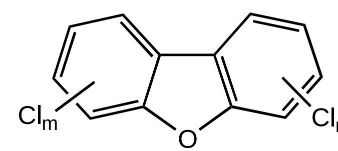
dibenzo-*p*-dioxinas policloradas
(175 representantes)

produtos secundários da produção de fenóis clorados

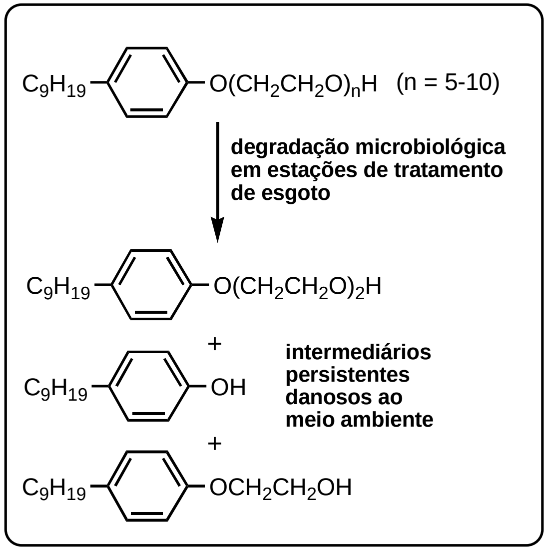


difenil éteres polibromados

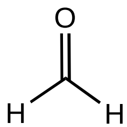
retardante de chama



dibenzo-furanos policlorados
(135 representantes)

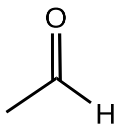


Aldeídos, cetonas, ésteres e ácidos



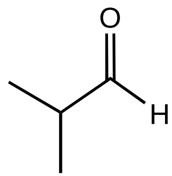
formaldeído

desinfetante
intermediário químico



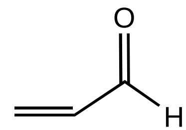
acetaldeído

solvente
intermediário químico



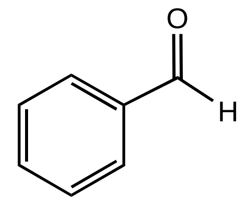
isobutiraldeído

solvente
intermediário químico
produto secundário do tratamento de água



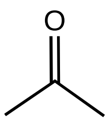
acroleína

intermediário químico

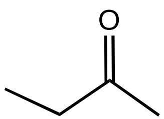


benzaldeído

solvente
intermediário químico

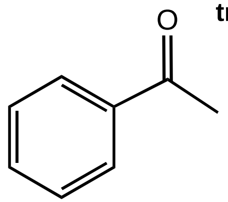


acetona

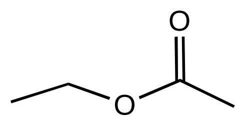


2-butanona

solventes
intermediários químicos

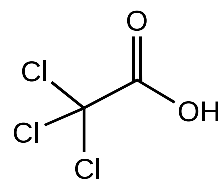


acetofenona



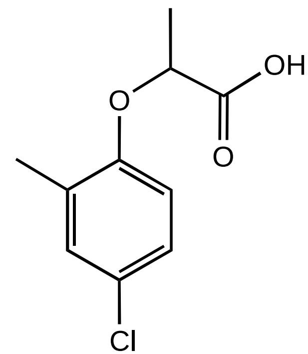
acetato de etila

solvente



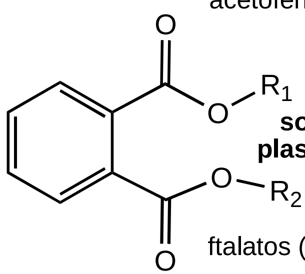
ácido tricloroacético

herbicida
produto de quebra de compostos clorados na atmosfera



(R,S)-mecoprop

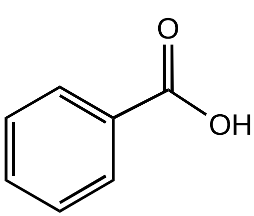
herbicida



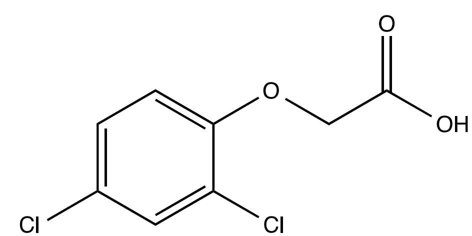
solvente
plastificante

ftalatos (R_1, R_2 = C_1 a C_{10})

conservante alimentício
intermediário químico

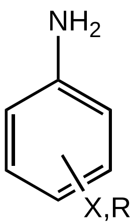


ácido benzóico



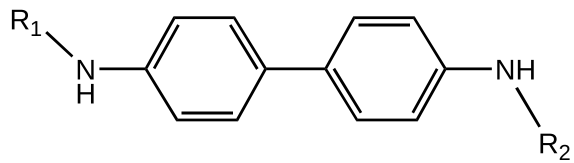
2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético)

Compostos nitrogenados



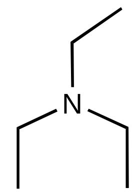
anilina e anilinas substituídas

intermediários químicos



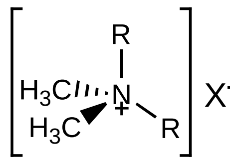
N,N'-dialquil/aril *p*-fenilenodiaminas

antioxidantes



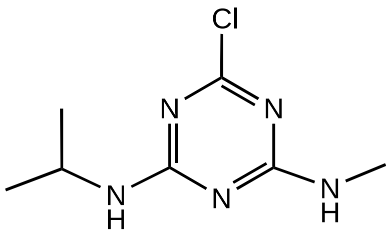
trietilamina

solvente, agente umectante, inibidor de corrosão propelente



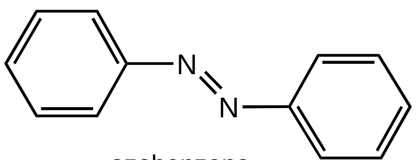
sais quaternários de amônio

surfactantes



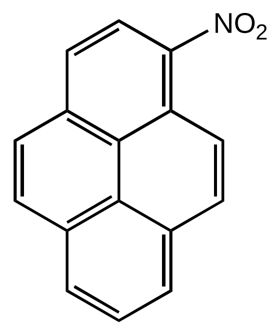
atrazina

herbicida



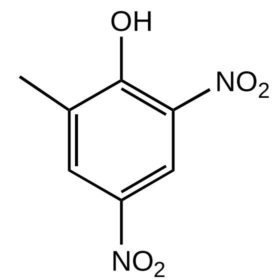
azobenzeno

intermediário químico pesticida



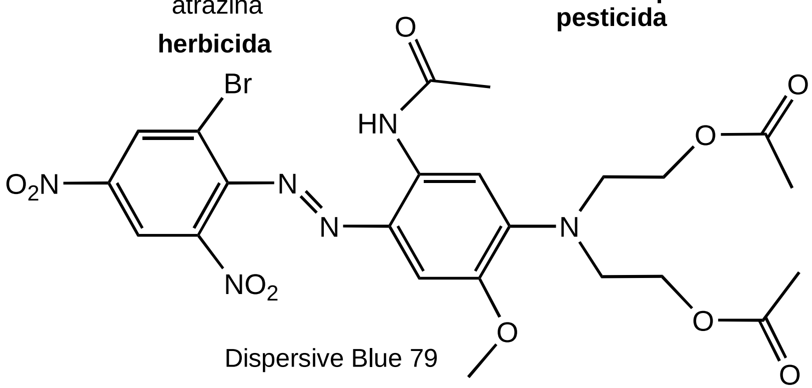
1-nitropireno

combustão



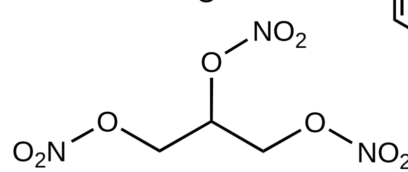
2,4-dinitro-*o*-cresol

herbicida

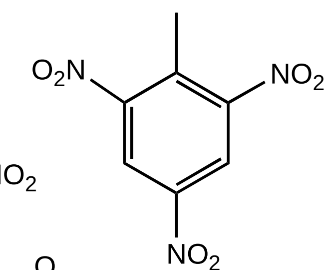


Dispersive Blue 79

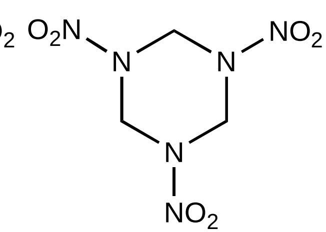
pigmento têxtil



nitroglicerina



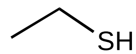
TNT



RDX

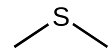
explosivos

Compostos sulfurados



etilmercaptana

agente de odor
intermediário químico



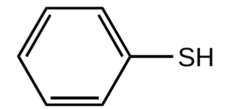
dimetilssulfeto

solvente
produto biogênico

S_n^{-2}

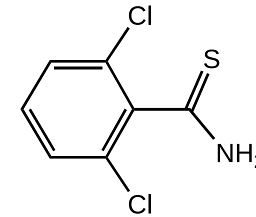
sulfeto e polissulfetos

produto biogênico



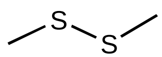
tiofenol

intermediário químico



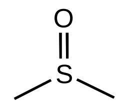
clortiamida

herbicida



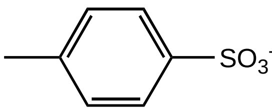
dimetildissulfeto

produto biogênico



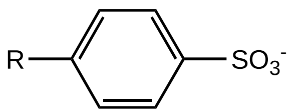
dimetilssulfóxido (DMSO)

solvente



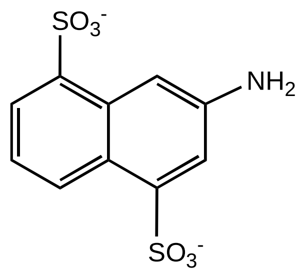
p-toluenossulfonato

estabilizante



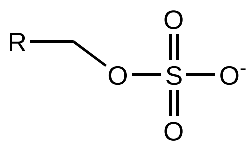
linear alquil benzenossulfonatos (LAS)
R = C_{10}-C_{13}

surfactantes



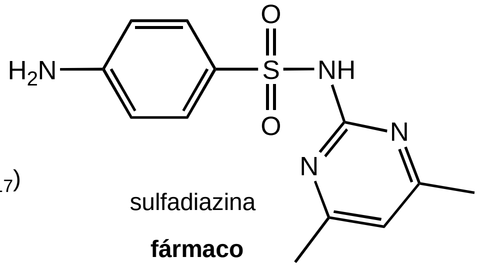
2-amino-naftaleno-4,8-dissulfonato

componente de pigmento azo



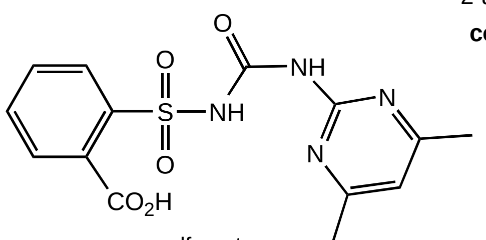
sulfatos de ácidos graxos (FAS, R = C_{11}-C_{17})

surfactantes



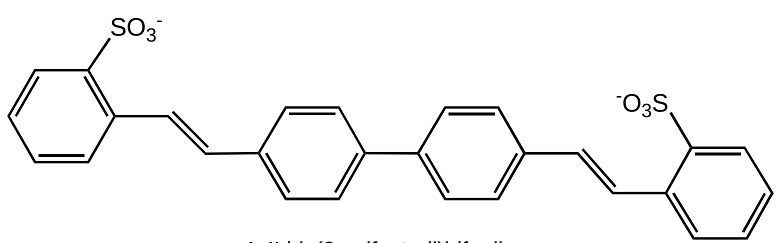
sulfadiazina

fármaco



sulfometuron

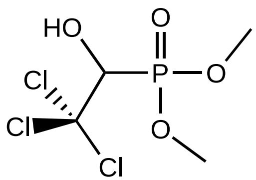
herbicida



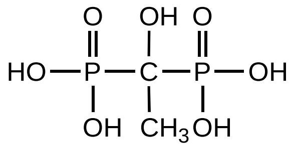
4-4'-bis(2-sulfosteril)bifenila

agente branqueador fluorescente

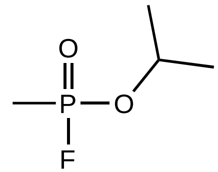
Compostos fosforados



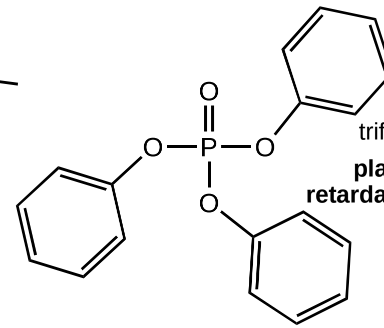
triclorfon
inseticida



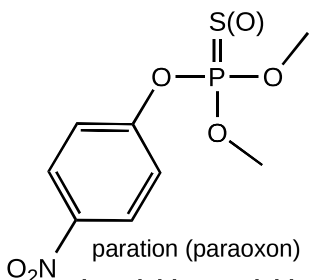
HEDP
agente complexante



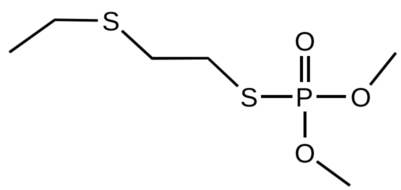
sarin
gás neurotóxico



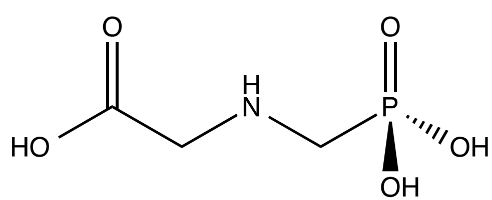
trifenilfosfato
plastificante
retardante de chama



paration (paraoxon)
inseticida, acaricida



disulfoton
inseticida, acaricida



Glifosato (“Round Up”)

Defensivos agrícolas e saúde

Carta Maior

Login Carta Maior

Política | Economia | Movimentos Sociais | Cidades | Internacional | Meio Ambiente | Mídia | Cult

Editoriais | Blog do Emir | Primeiros Passos | Colunistas | Opinião | Fóruns | Especiais | Principi

Meio Ambiente

Home > Meio Ambiente > Monsanto: 25 doenças que podem ser causadas pelo agrotóxico glifosato

17/02/2015 - Copyleft

Monsanto: 25 doenças que podem ser causadas pelo agrotóxico glifosato

Cientistas descobriram que pessoas doentes tinham maiores níveis de glifosato em seu corpo do que as pessoas sadias. Conheça os resultados destas pesquisas

Recomendar 15 mil | Tweetar 27 | 0 | g+1 53 | A A+

Alexis Baden-Mayer - Sin Permiso

http://cartamaior.com.br/?/Editoria/Meio-Ambiente/Monsanto-25-doencas-que-podem-ser-causadas-pelo-agrotoxico-glifosato/3/32891

Glifosato realmente causa tudo isso?

6) **Câncer cerebral:** em um estudo comparativo entre crianças sadias e crianças com câncer cerebral, os pesquisadores detectaram que, se um dos pais estivera exposto ao Roundup dois anos antes do nascimento da criança, as possibilidades de ela desenvolver câncer no cérebro dobravam.

18) **Doença de Lou Gehrig:** a deficiência de sulfato no cérebro foi associada à Esclerose Lateral Amiotrófica. O glifosato altera a transmissão de sulfato do aparelho digestivo ao fígado, e poderia levar a uma deficiência de sulfato em todos os tecidos, incluindo o cérebro.

19) **Esclerose múltipla:** encontrou-se uma correlação entre uma incidência aumentada de inflamação de intestino e a Esclerose Múltipla. O glifosato poderia ser um fator causal. A hipótese é que a inflamação intestinal induzida pelo glifosato faz com que bactérias do aparelho digestivo se infiltrem no sistema circulatório, ativando uma reação imune e, como consequência, uma desordem autoimune, resultando na destruição da bainha de mielina.

http://cartamaior.com.br/?/Editoria/Meio-Ambiente/Monsanto-25-doencas-que-podem-ser-causadas-pelo-agrotoxico-glifosato/3/32891

Compostos halogenados

CH_3Cl
clorofórmio

emissões vulcânicas
fermentação
combustão da vegetação
tratamento de água
combustão veicular
S_N2 com CH_3I (algas)

CH_3Br
bromofórmio

CH_3I
iodofórmio

algas

CH_2Cl_2
diclorometano

solvente

$ClCH_2CH_2Cl$
1,2-dicloroetano

$BrCH_2CH_2Br$
1,2-dibromoetano

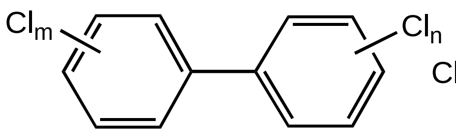
solvente
agente antichoque

CH_3CCl_3
1,1,1-tricloroetano

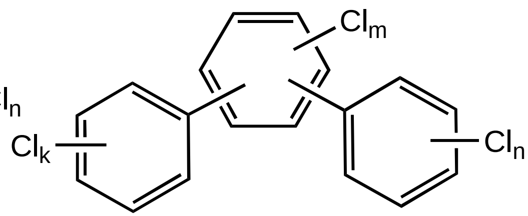
$ClCH{=}CCl_2$
1,1,2-tricloroeteno

$Cl_2C{=}CCl_2$
tetracloroeteno

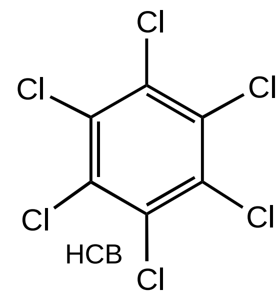
lavagem a seco



bifenilas cloradas (PCBs)
209 representantes



terfenilas cloradas (PCTs)
8149 representantes

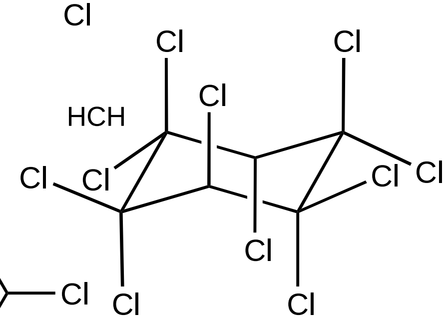


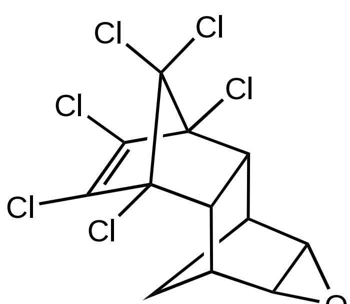
HCB

tintas para impressão
papel carbono
capacitores e tranformadores (ascarel)
lâmpadas fluorescentes, etc.

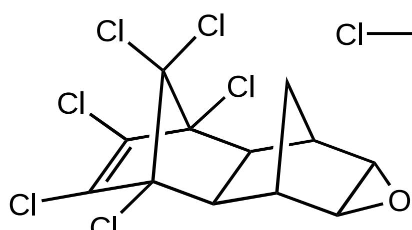
pesticidas

HCH



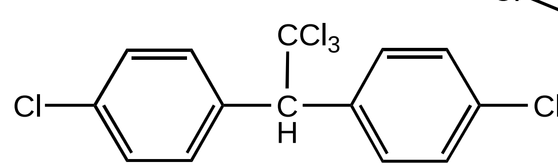


Dieldrin



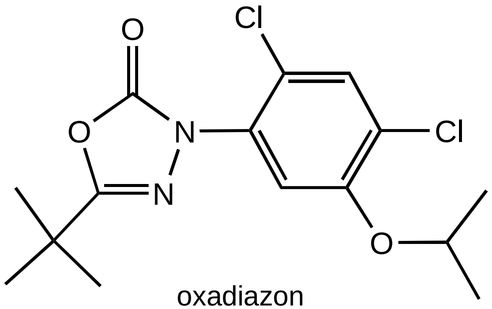
Endrin

herbicidas



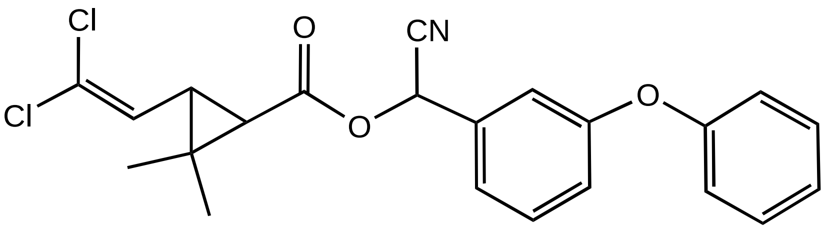
DDT

Defensivos agrícolas complexos e fármacos



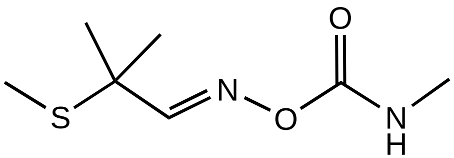
oxadiazon

herbicida



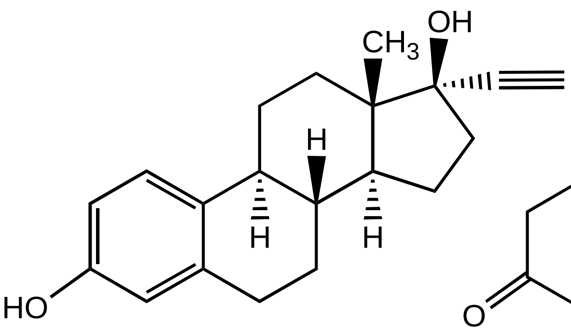
cipermetrina

inseticida



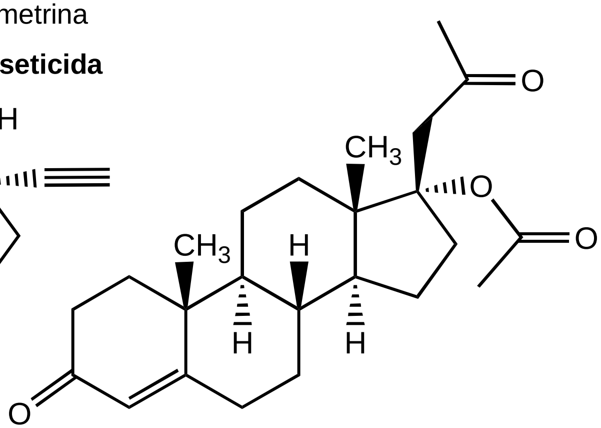
aldicarb

inseticida, acaricida e nematicida



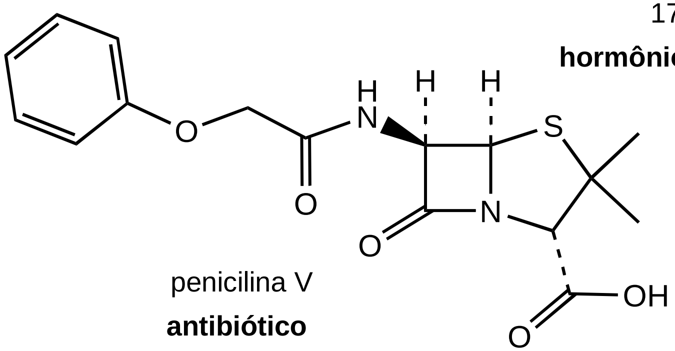
17-etinil estradiol

hormônio, anticoncepcional



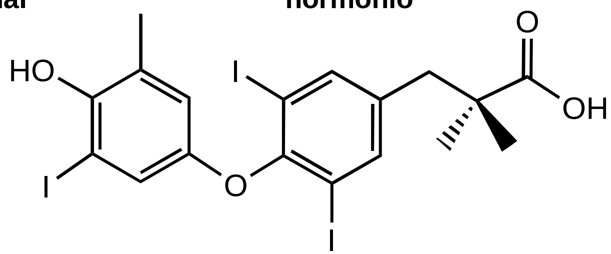
17a-acetóxi-progesterona

hormônio



penicilina V

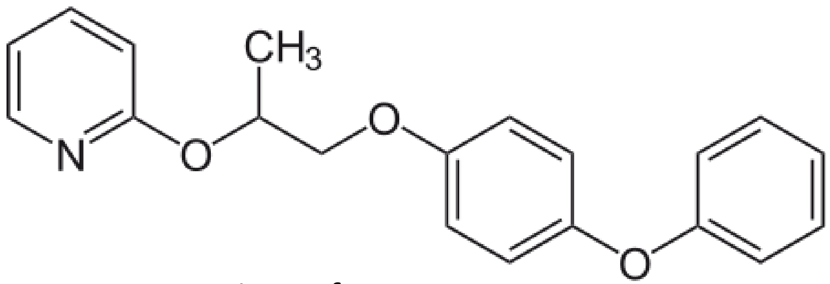
antibiótico



levotiroxina

hormônio

Defensivos agrícolas complexos e fármacos



Pyriproxyfen

O FILTRO

Governo do RS suspende larvicida Pyriproxyfen depois de relatório que associa produto à microcefalia

ONG argentina indica que a má-formação cerebral detectada em bebês que vivem em áreas onde o produto é utilizado "não é coincidência"

REDAÇÃO ÉPOCA
13/02/2016 - 16h05 - Atualizado 16/02/2016 20h17

Microcefalia é causada por:

Pyriproxyfen?
Vacina?
Vírus Zika?

http://epoca.globo.com/tempo/filtro/noticia/2016/02/governo-do-rs-suspende-larvicida-pyriproxyfen-depois-de-estudo-que-associa-produto-microcefalia.html

**O que ocorre com os compostos
no meio ambiente?**

Processos químicos, físicos e biológicos no meio ambiente

Composto orgânico

<u>Estrutura inalterada:</u>

Fenômenos de transporte
e/ou
partição/mistura
(mesma fase ou entre fases)

<u>Alteração estrutural:</u>

Reações químicas,
fotoquímicas
ou biológicas

Qual o destino de uma espécie no meio ambiente?

1) Permanecer intacto no local atual

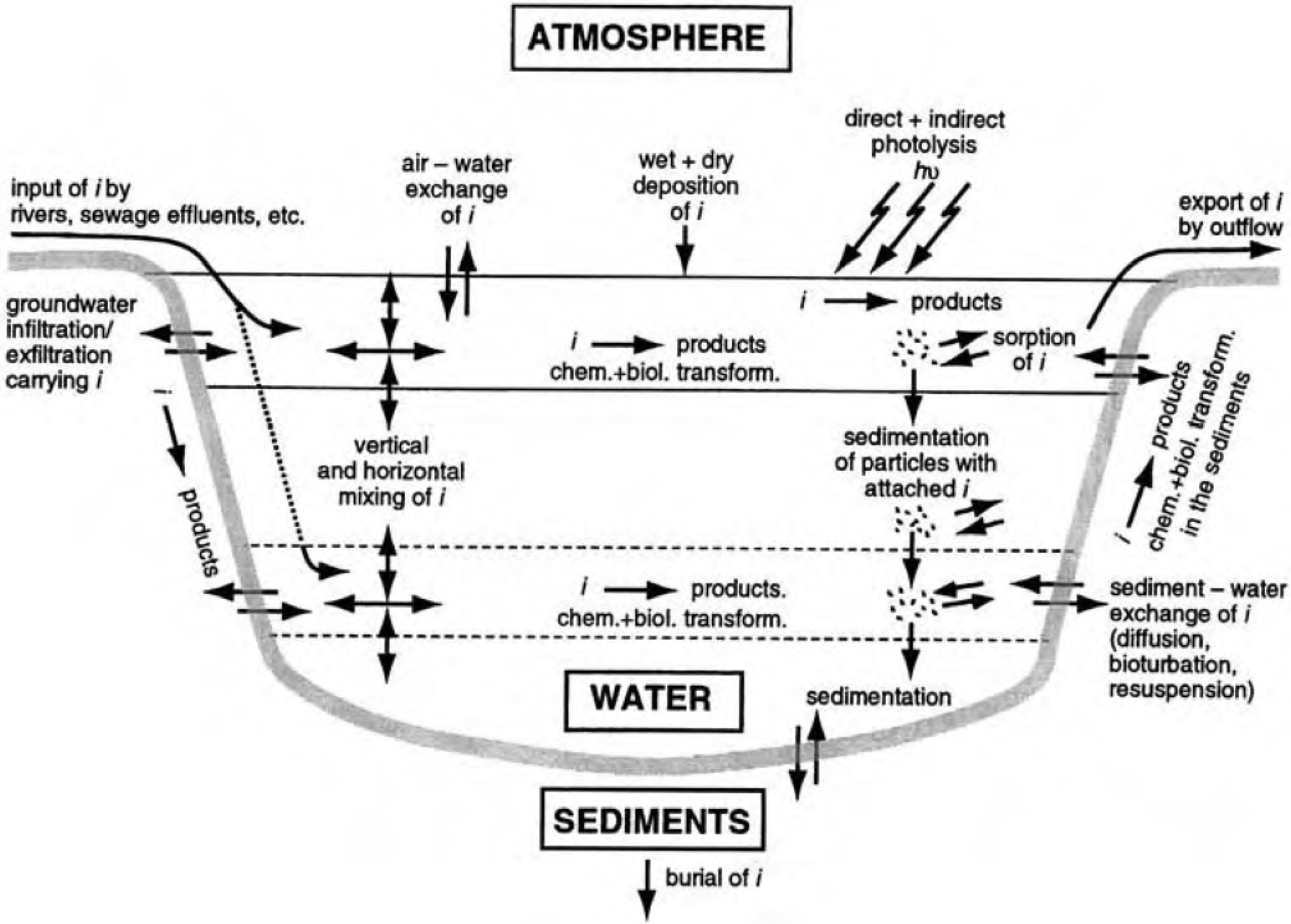
2) Ser levado para outros locais/compartimentos por processos de partição/transporte:

a) Para outras fases (ar, água, solo) por volatilização, dissolução, adsorção, ou precipitação;
b) Na mesma fase, por gravidade, difusão ou advecção;
c) Em seres vivos, por bioacumulação.

3) Transformar-se em outras espécies químicas por processos químicos ou biológicos naturais:

a) "Intemperismo" – série de processos químicos não biológicos (redox, ácido-base, hidratação, hidrólise, complexação, fotólise, etc);
b) Biodegradação – processos biológicos

Processos químicos, físicos e biológicos no meio ambiente



Environmental Organic Chemistry, Schwarzenbach, Gschwend, Imboden, 2ª ed., Wiley, Hoboken, NJ, EUA, 2003

Bibliografia Específica

Ciclos Biogeoquímicos:

- Bernhard, A. (2010) The Nitrogen Cycle: Processes, Players, and Human Impact. Nature Education Knowledge 3(10), 25.
- Flagan, Richard C. and Seinfeld, John H. (1988) Fundamentals of air pollution engineering, Prentice-Hall, Inc. , Englewood Cliffs, New Jersey. ISBN 0-13-332537-7

Bibliografia Específica

Ozônio:

- World Meteorological Organization (WMO), Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2014, World Meteorological Organization, Global Ozone Research and Monitoring Project - Report No. 55, 416 pp., Geneva, Switzerland, 2014.

- “Solving the PSC Mystery”, Margaret A. Tolbert and Owen B. Toon, Science 2001: 292 (5514), 61-63. [DOI:10.1126/science.1060083].

- “Heterogeneous chlorine activation on stratospheric aerosols and clouds in the Arctic polar vortex”. T. Wegner, J.-U. Grooß, M. von Hobe, F. Stroh, O. Suminska-Ebersoldt, C. M. Volk, E. Hösen, V. Mitev, G. Shur, and R. Müller. Atmos. Chem. Phys. 2012: 12 p.11095–11106 . [doi:10.5194/acp-12-11095-2012].

Bibliografia Específica

Mudanças Climáticas:

- IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp. (http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/)

- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp. (http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/)

- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L.White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 688. (http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/)

- IPCC, 2014: Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Edenhofer, O., R. Pichs-Madruga, Y. Sokona, E. Farahani, S. Kadner, K. Seyboth, A. Adler, I. Baum, S. Brunner, P. Eickemeier, B. Kriemann, J. Savolainen, S. Schlömer, C. von Stechow, T. Zwickel and J.C. Minx (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. (http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg3/).