



QFL5931/MPT6009 – Química Verde

Informações gerais sobre a disciplina

Prof. Dr. Leandro H. Andrade (leandroh@iq.usp.br)

Prof. Dr. Reinaldo C. Bazito (bazito@iq.usp.br)

Prof. Dr. Renato S. Freire (rsfreire@iq.usp.br)

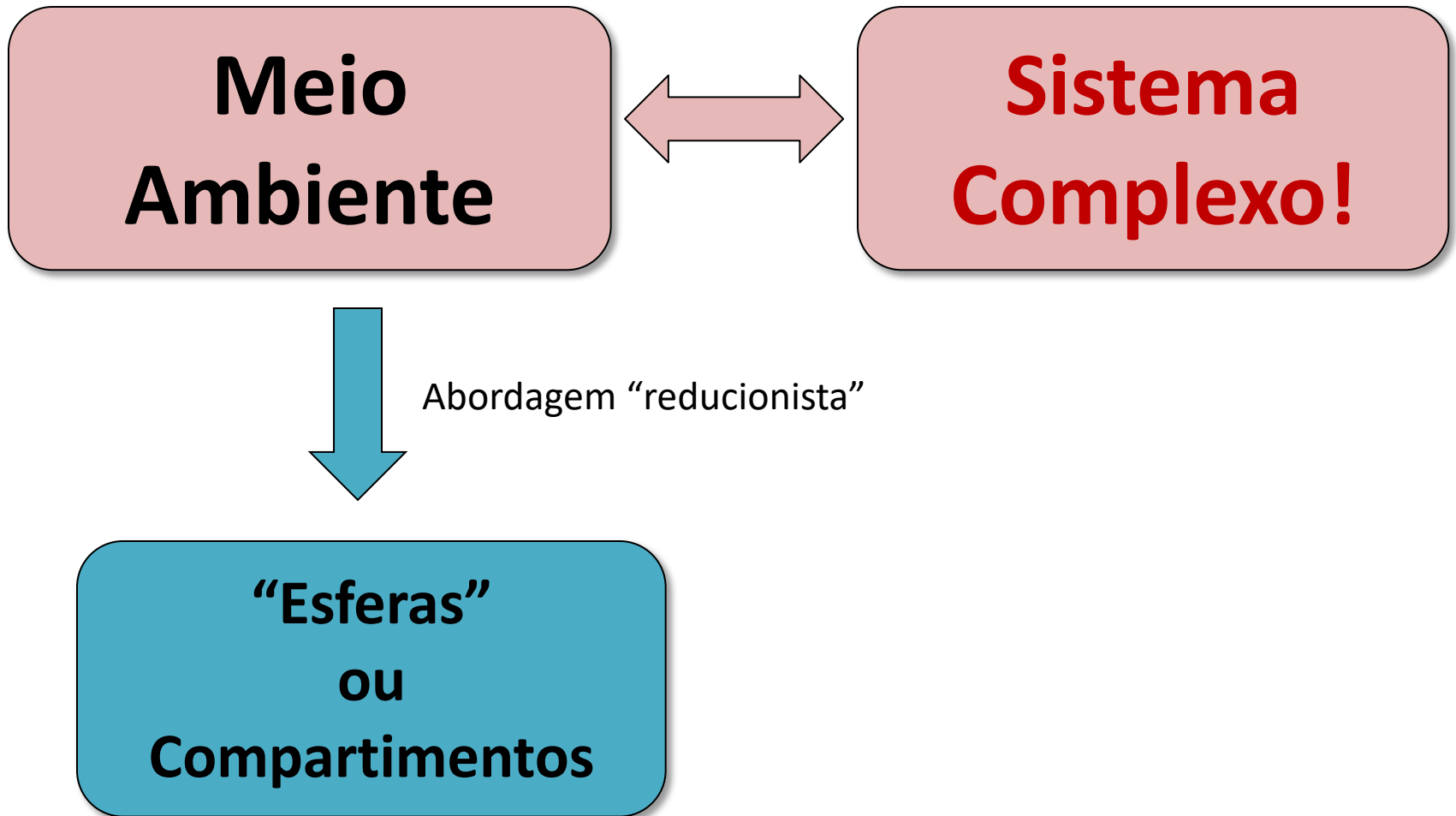


Parte I - Conceitos sobre o Meio Ambiente

- *Meio ambiente;*
- *Influência humana sobre o meio ambiente;*
- *Introdução à Química Verde.*

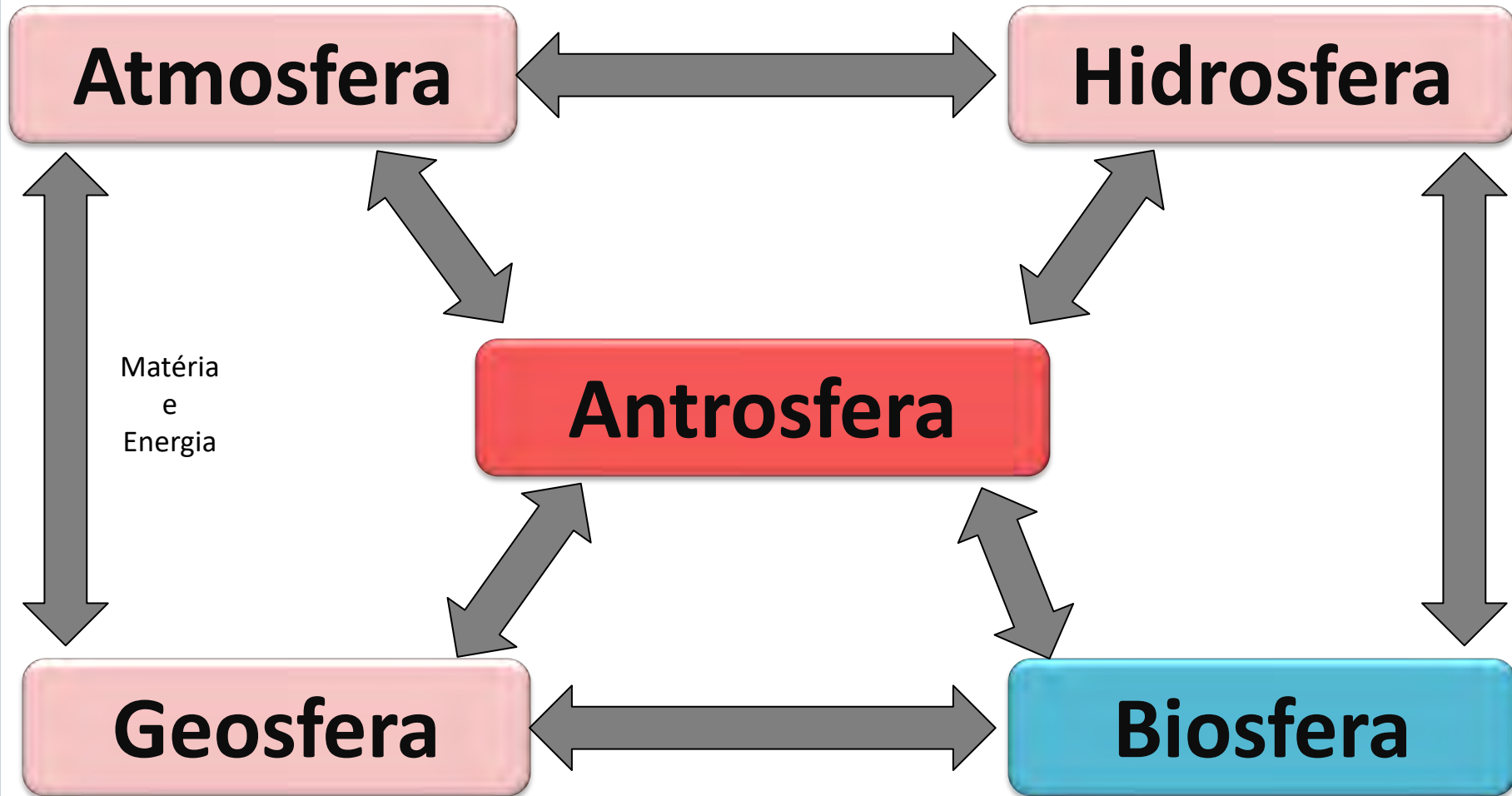


O Meio Ambiente





Compartimentos Ambientais





A Terra

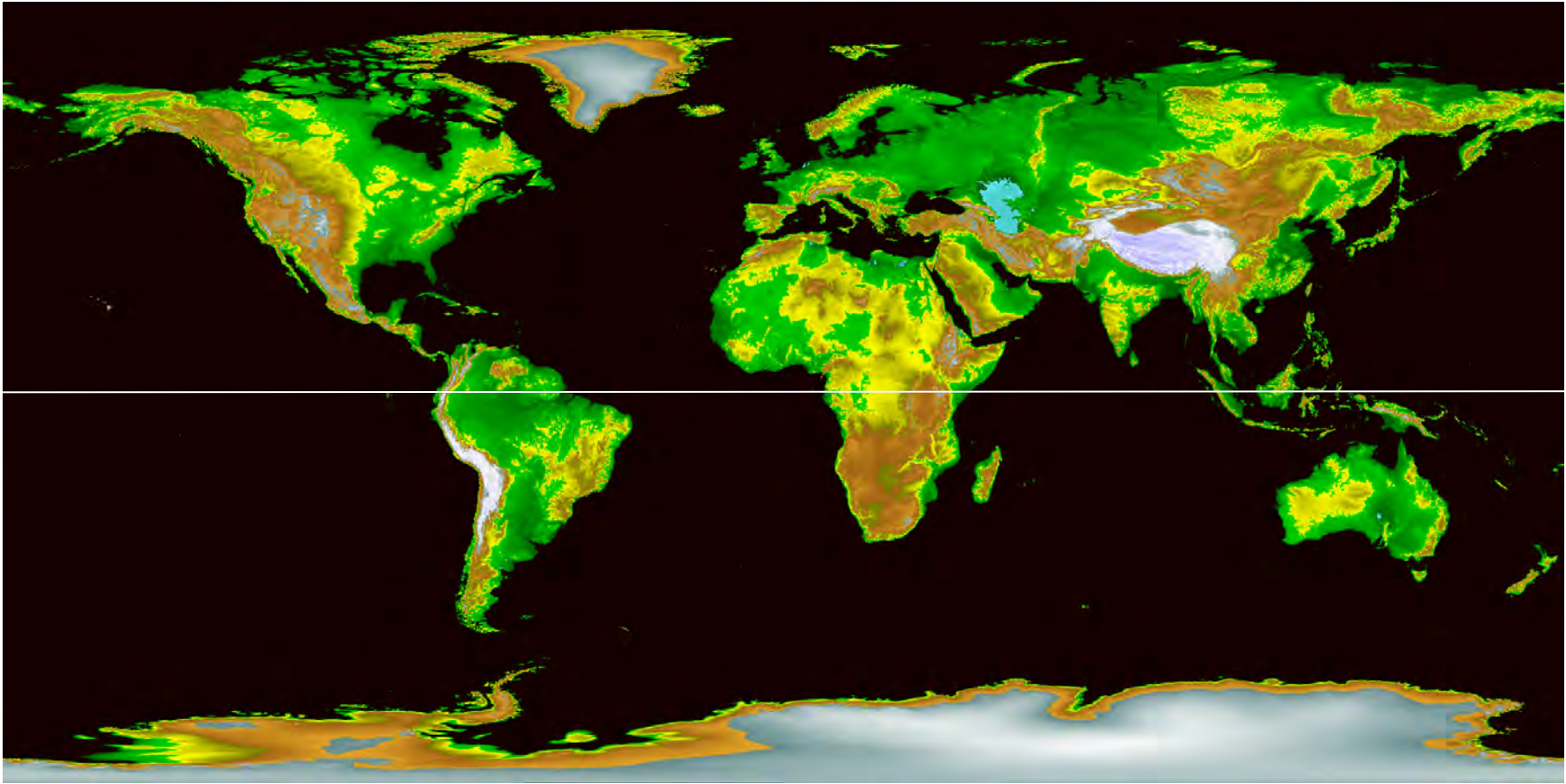


- Raio: 6.378,14 km
- Volume: $1,0832 \times 10^{12} \text{ km}^3$
- Massa: $5,9737 \times 10^{24} \text{ kg}$
- Densidade: 5.515 g/cm^3
- Área Superficial:
 $5,100657 \times 10^8 \text{ km}^2$
- Temperaturas:
-88/58 (min/max) °C

“The Blue Marble” – NASA Apollo 17

<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>

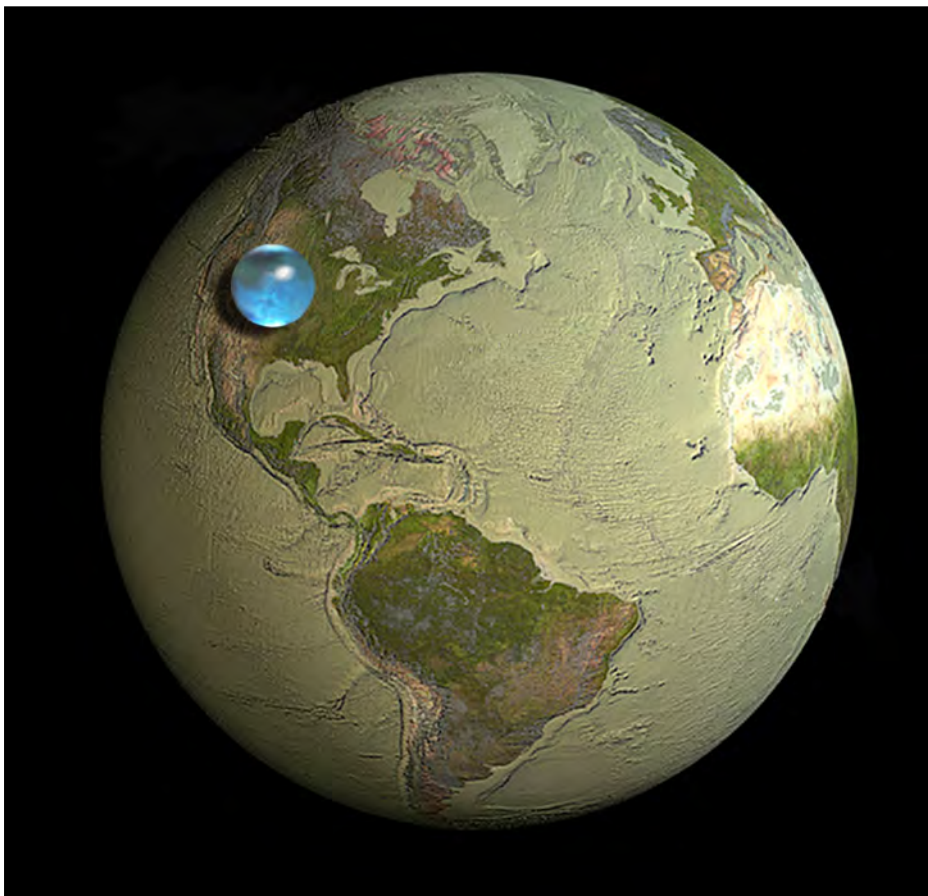
70,8% da área ocupada por água.



Terra: Quantidade de água

Volume = $1,386 \times 10^9 \text{ km}^3$ (ou $1,386 \times 10^{18} \text{ m}^3$)

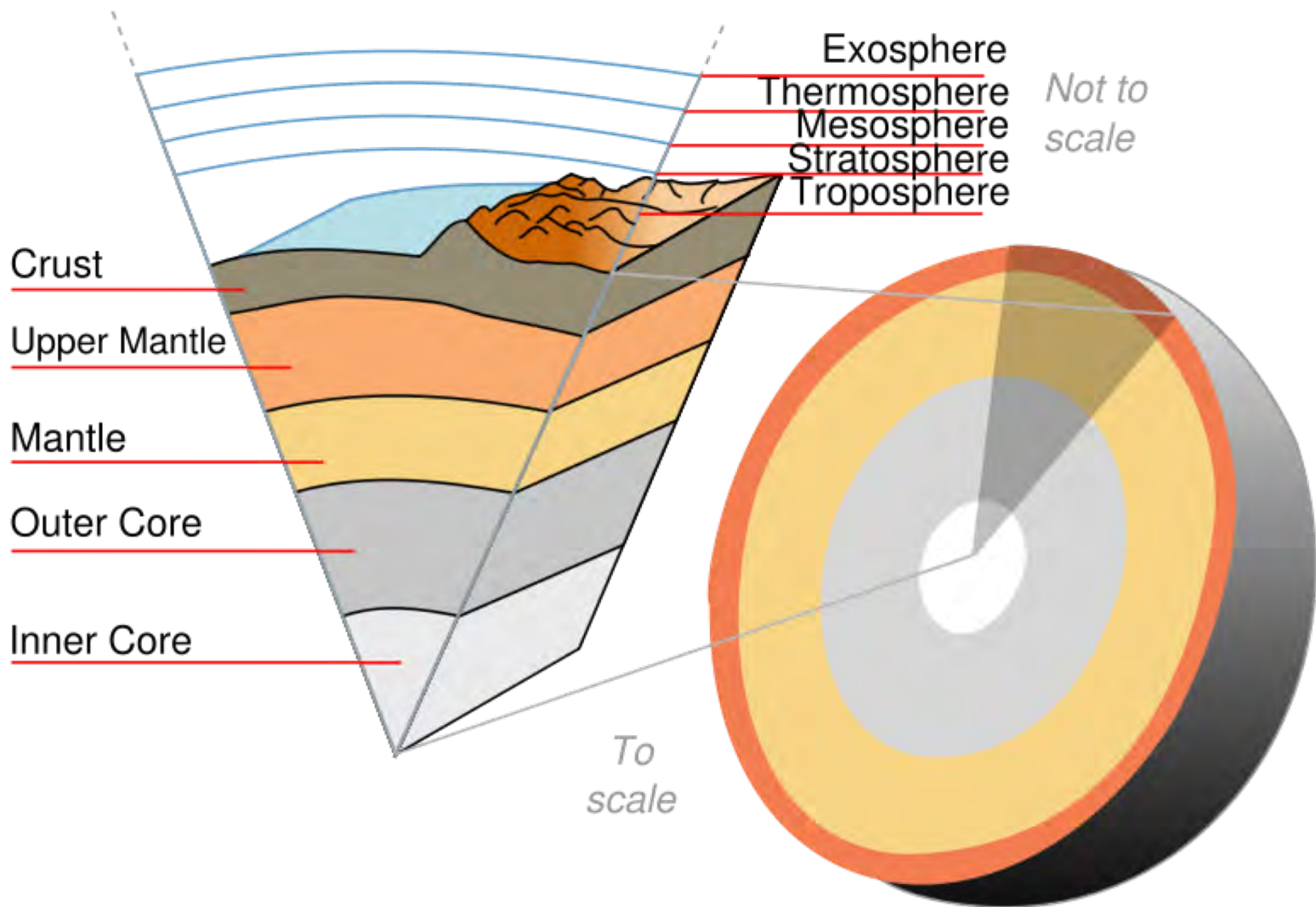
Massa = $1,4 \times 10^{18} \text{ ton}$



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

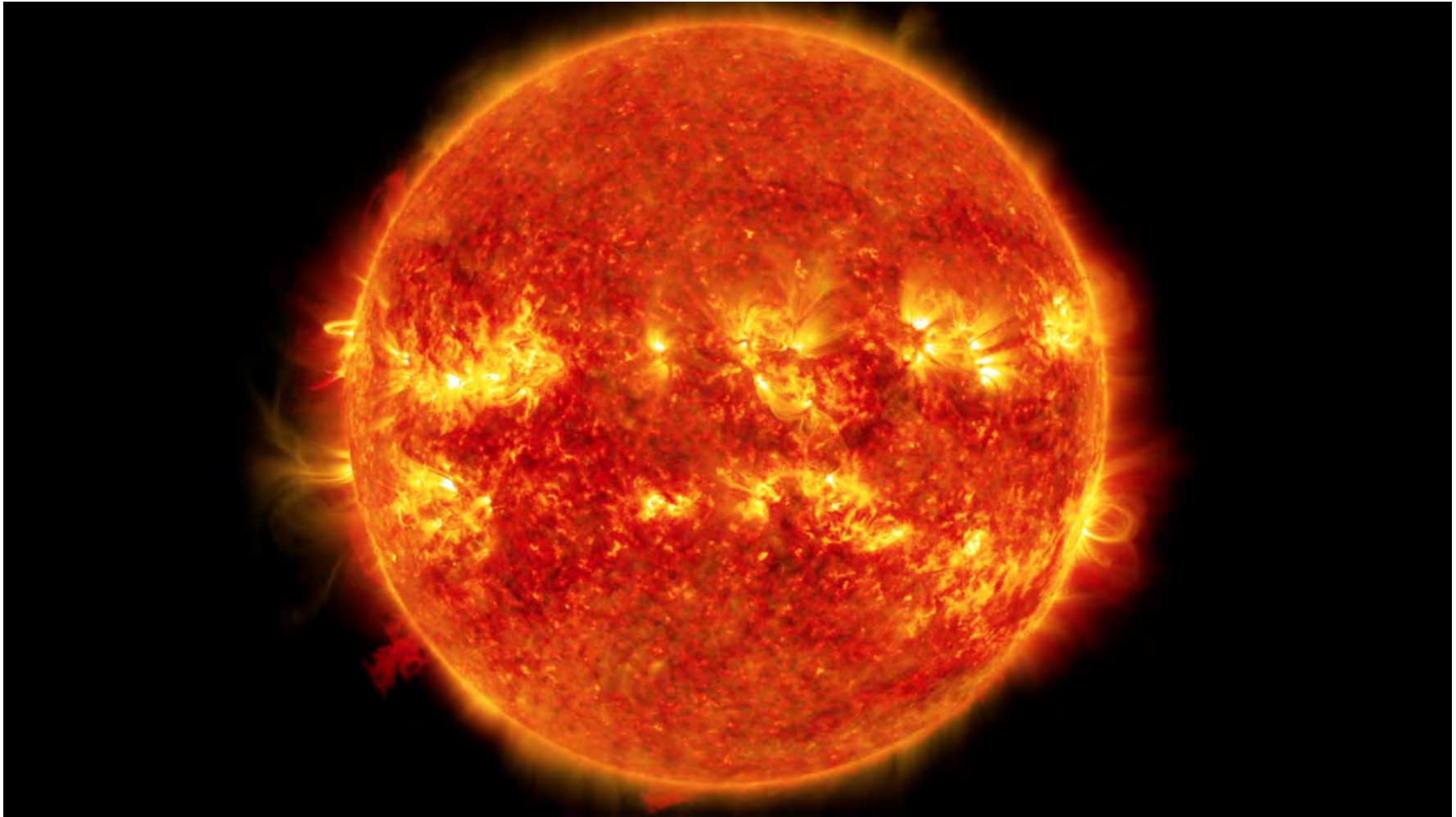


Terra: Camadas





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: Fontes de Energia

SOL

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

Outras Fontes

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

Terra: Balanço Energético

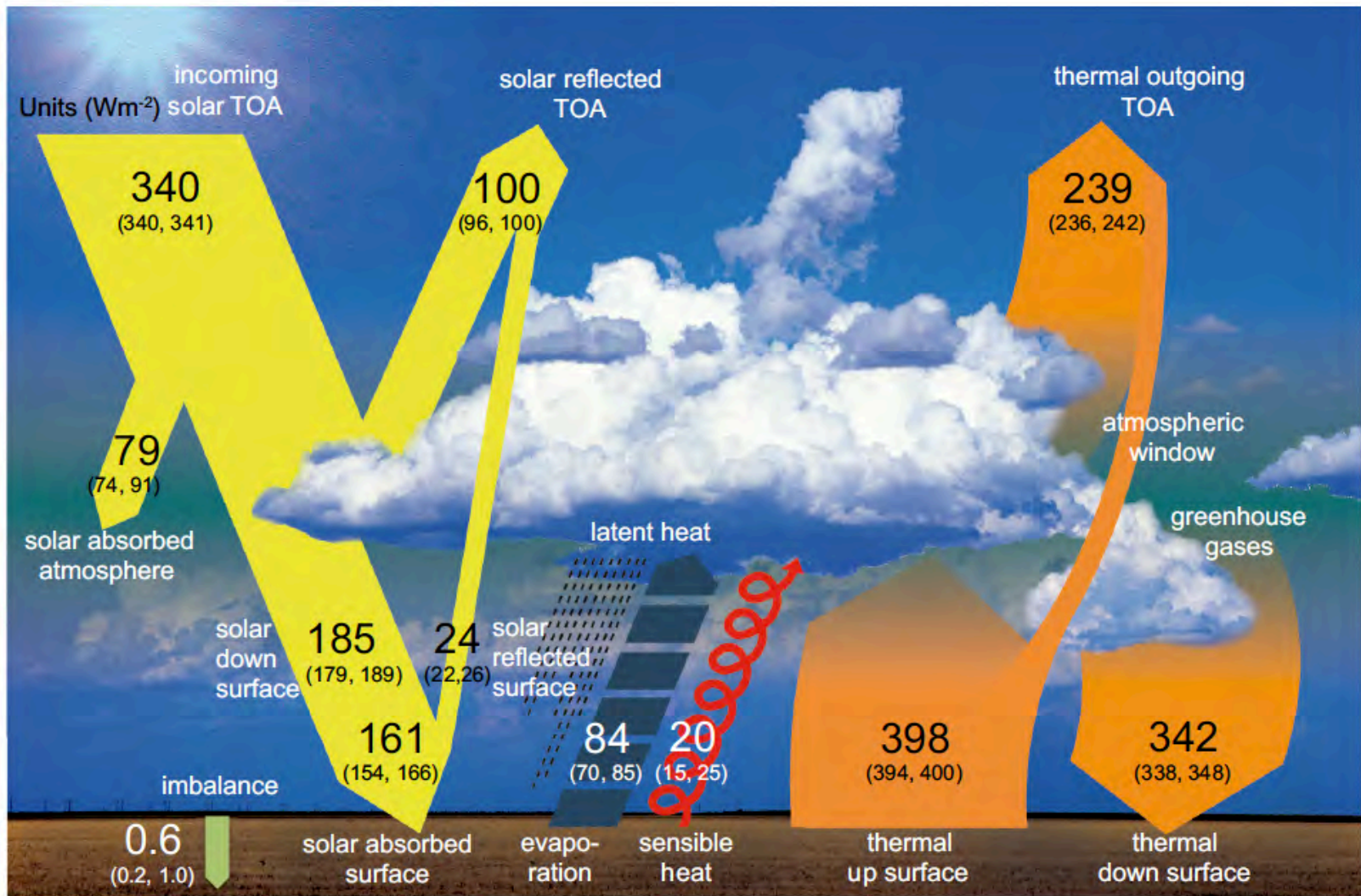


Figure 2.11: | Global mean energy budget under present-day climate conditions. Numbers state magnitudes of the individual energy fluxes in W m⁻², adjusted within their uncertainty ranges to close the energy budgets. Numbers in parentheses attached to the energy fluxes cover the range of values in line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

Terra: "Janela Atmosférica"

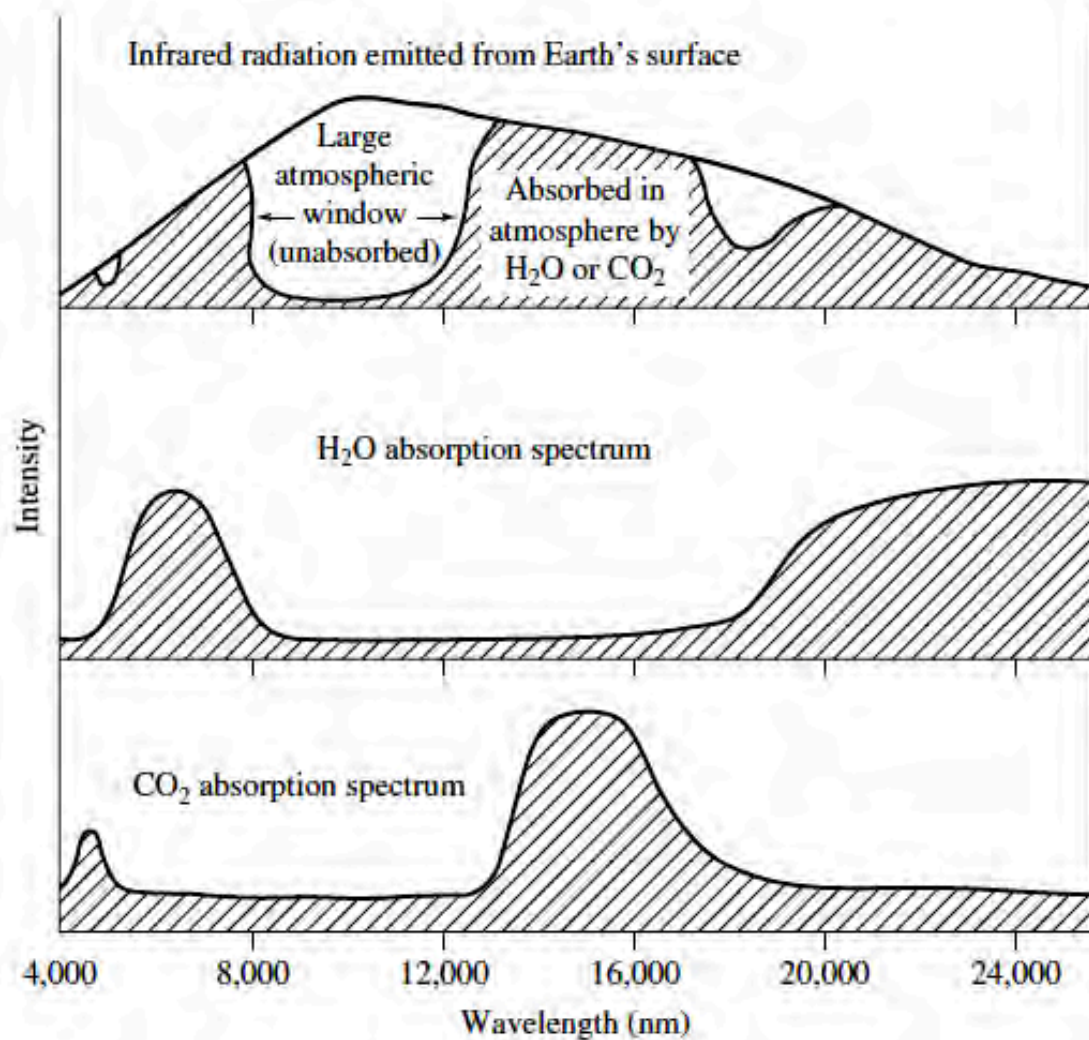


Figure 6.14 Absorption of terrestrial radiation by water and carbon dioxide.

Terra: "Janela Atmosférica"

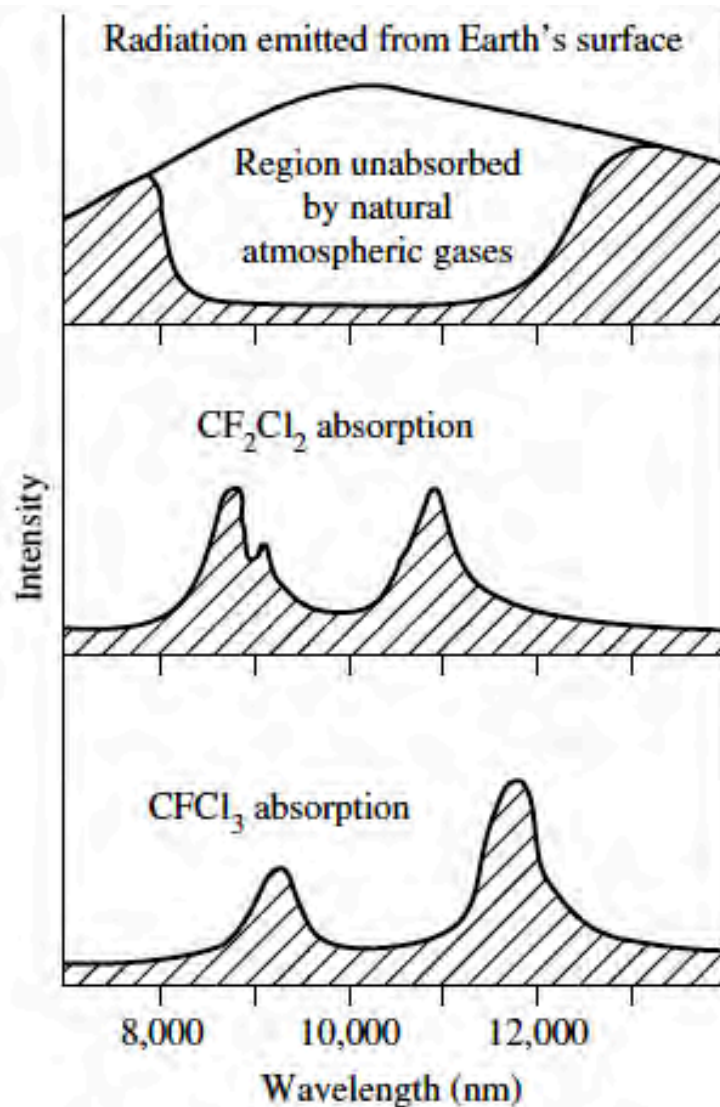
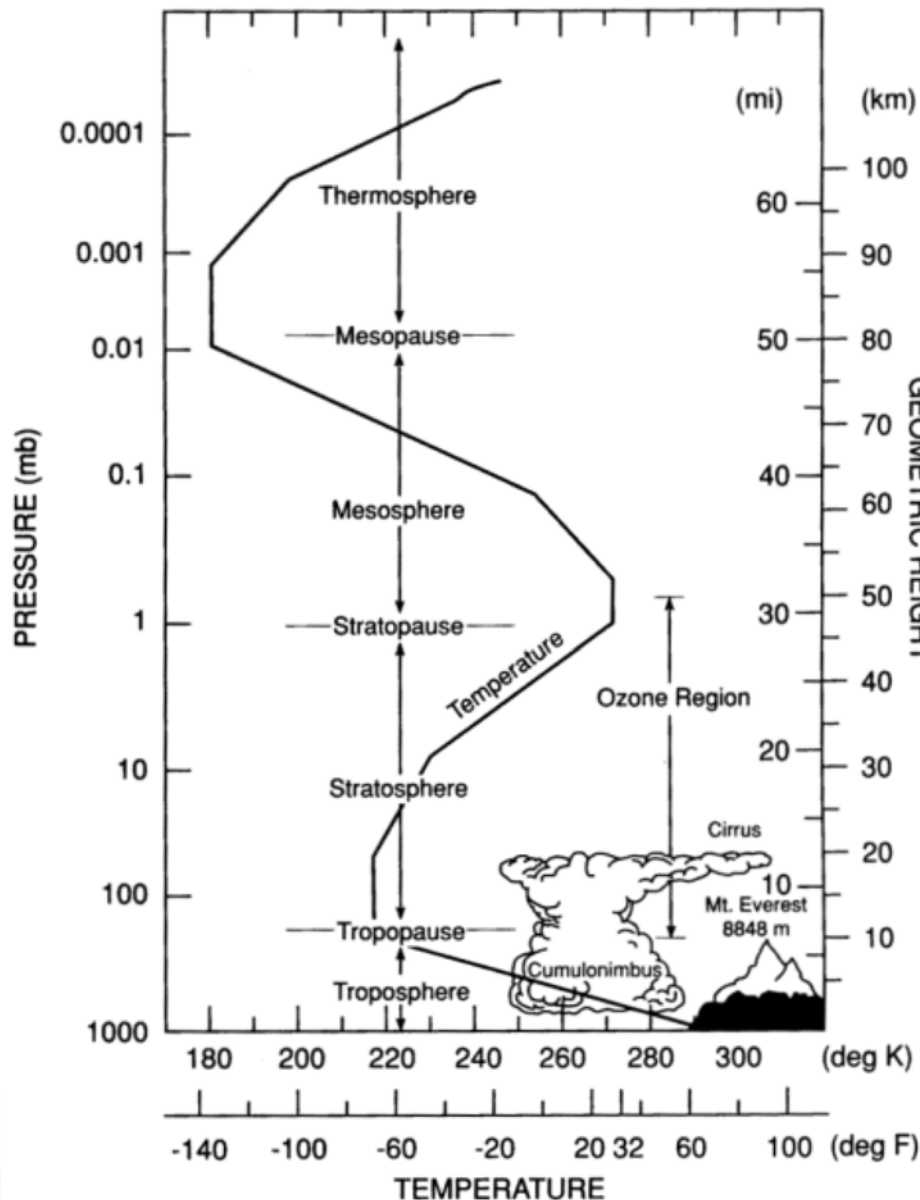


Figure 6.15 Absorption spectra of chlorofluoromethanes (CF₂Cl₂ and CFC₁₃) and their coincidence with the atmospheric window (8,000 to 13,000 nm).

Atmosfera: Camadas



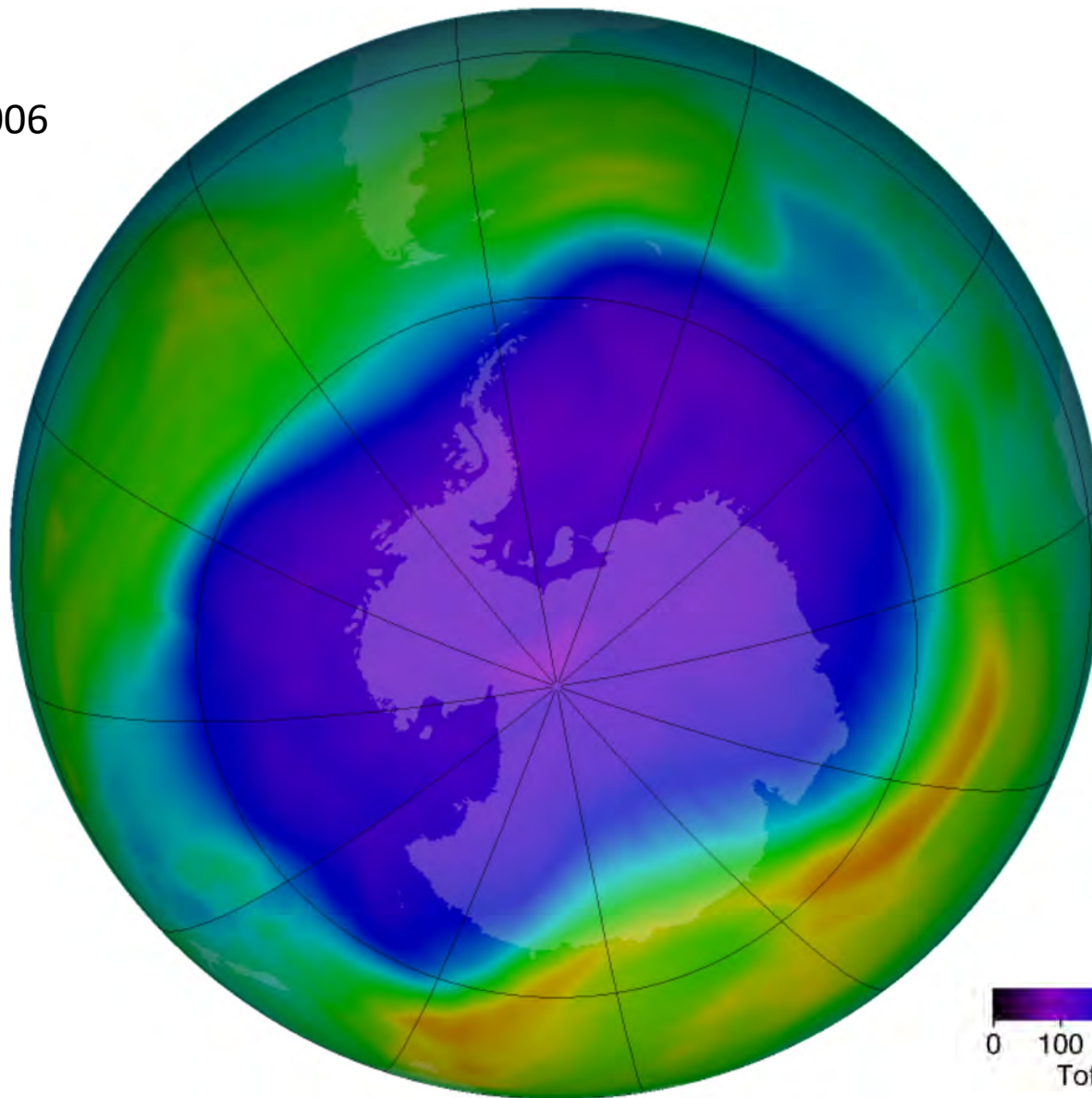
- Definidas pelo gradiente de temperatura;
- “pausas” = regiões intermediárias (“fronteiras”)

1013fig 1.58 98idpm

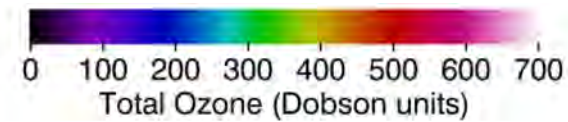


Buraco na Camada de Ozônio

Recorde:
24/09/2006

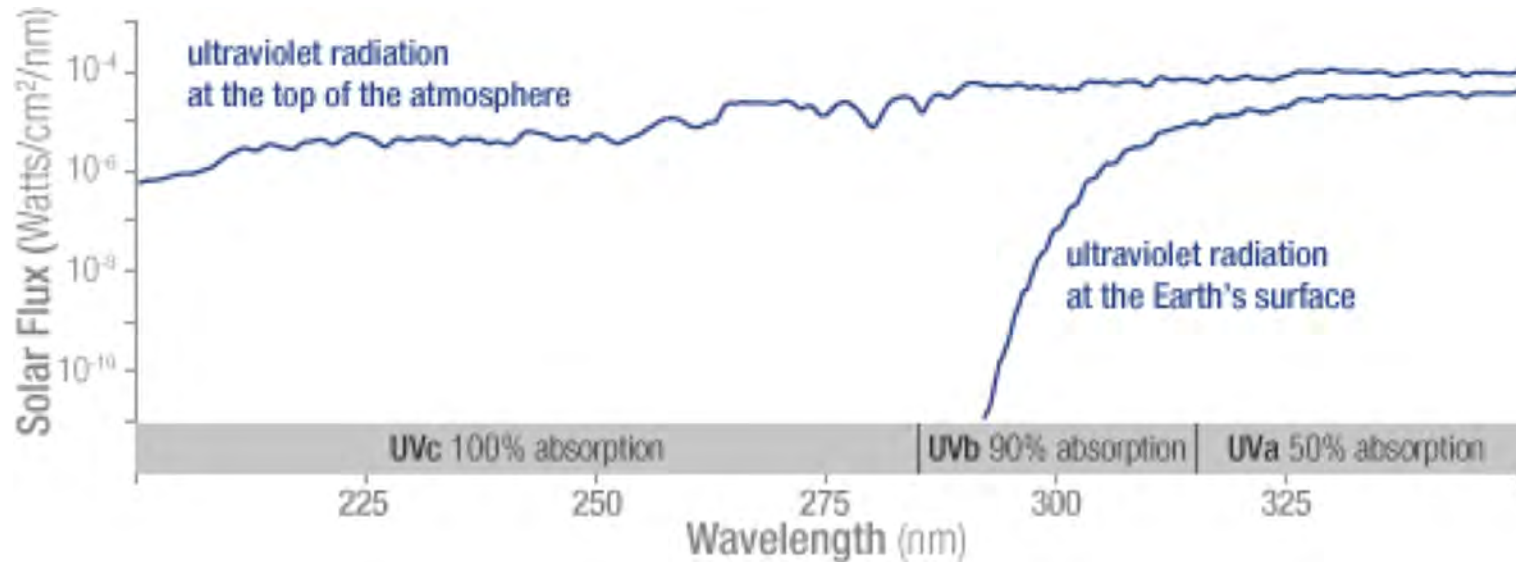


Calculado usando o
limite de 220 DU



Por quê é um problema?

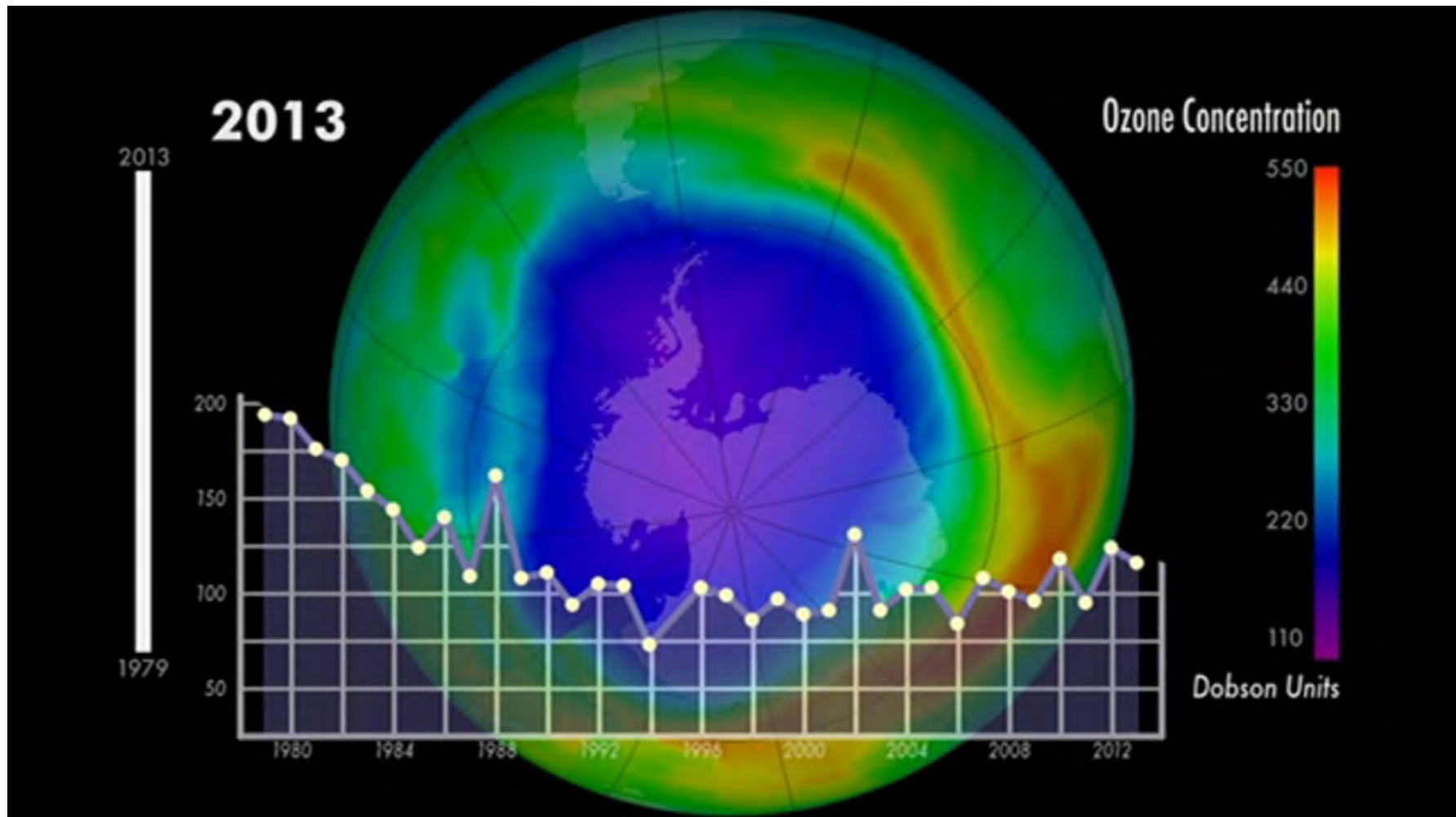
Fluxo de radiação solar



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



Buraco na Camada de Ozônio

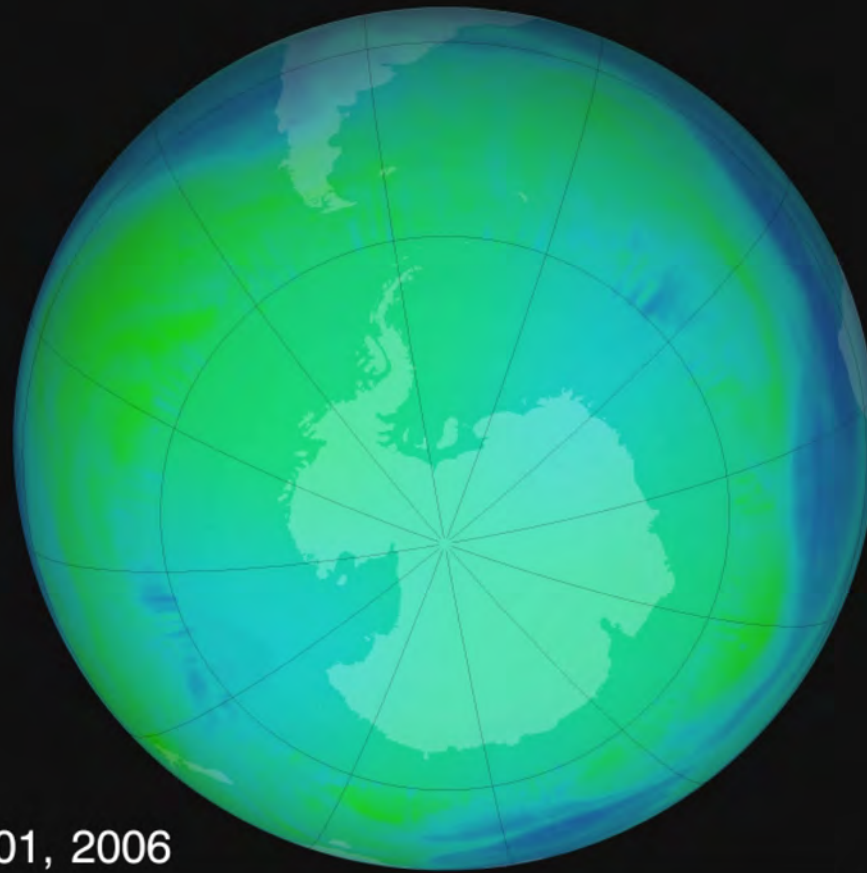


<http://svs.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/details.cgi?aid=11648>

Vídeo em: http://svs.gsfc.nasa.gov//vis/a010000/a011600/a011648/Ozone_minimums_with_graph_ipod_lg.m4v



Buraco na Camada de Ozônio: Sazonal



Jul 01, 2006

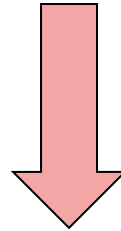
Jul 01

Dec 31



Origem do Problema

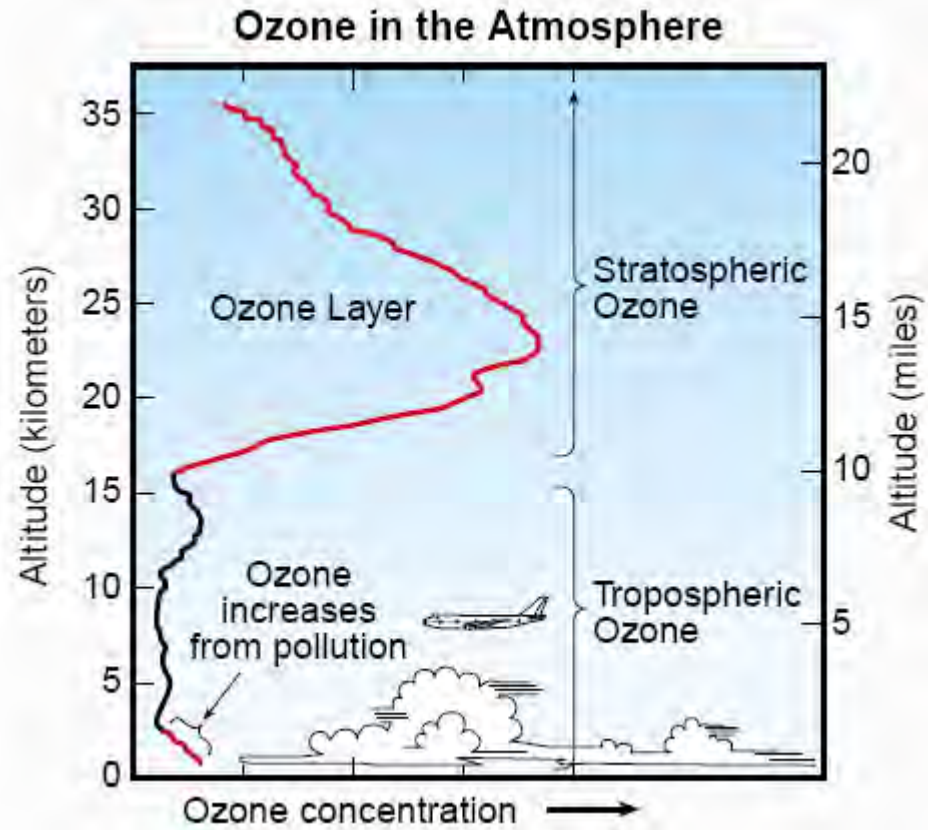
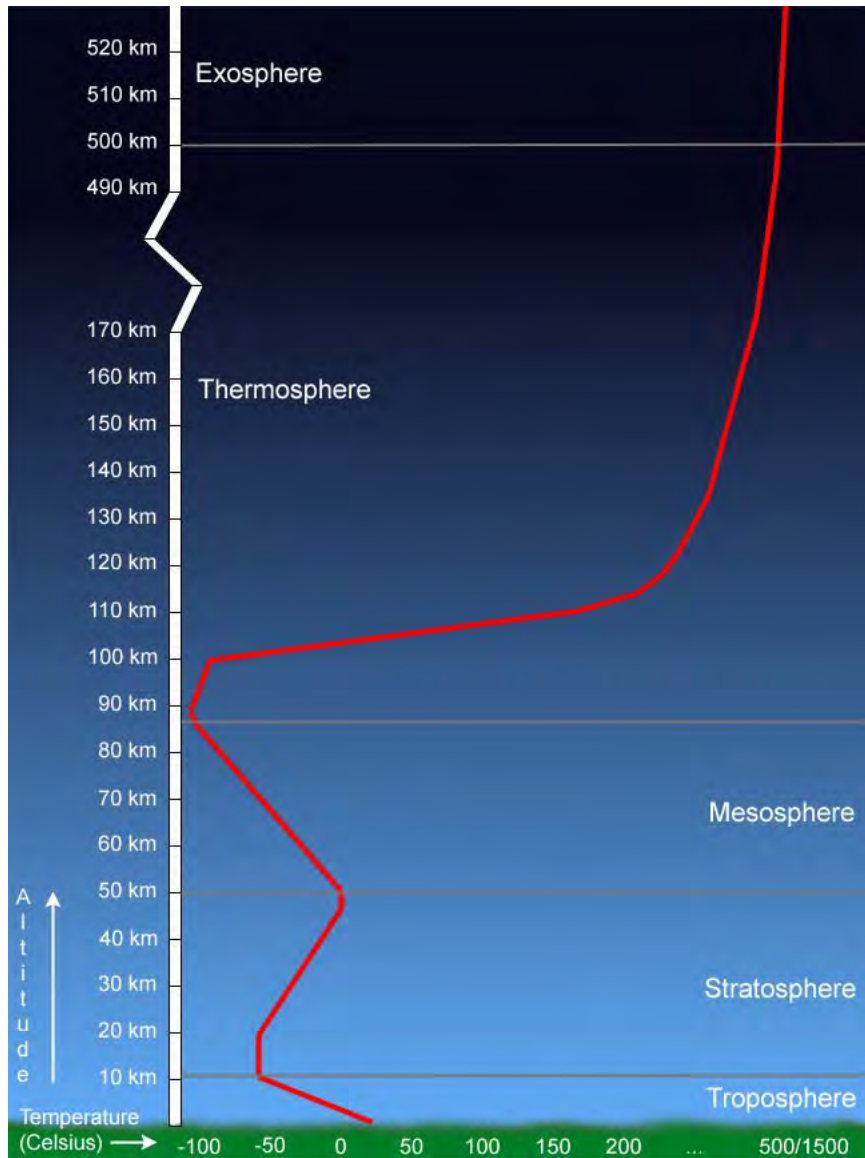
CFCs + $h\nu$



**Destruição do
Ozônio**



Ozônio Estratosférico



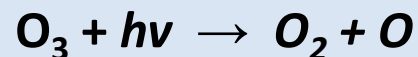
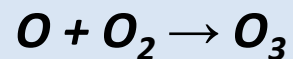
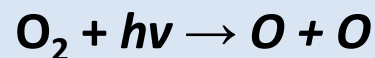
http://www2.sunysuffolk.edu/mandias/global_warming/images/ozone_atmosphere.gif

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

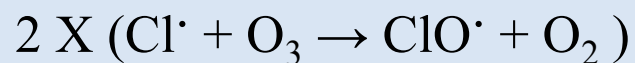
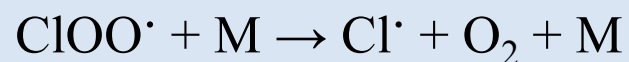
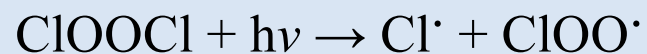


A Química do Ozônio Estratosférico

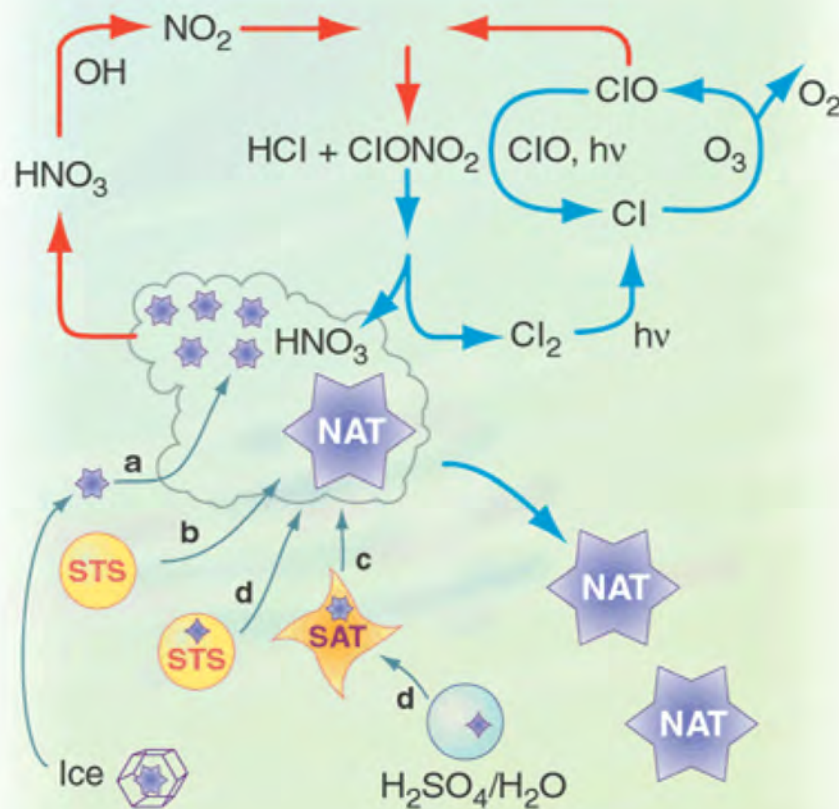
Ciclo Natural:



Destruição:



Ciclo da destruição do Ozônio



Espécies inativas de Cloro
("Reservatórios"):

ClONO_2 e HCl

Espécies ativas de Cloro

ClO^\bullet e Cl^\bullet

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

Nuvens Polares Estratosféricas (PSC)

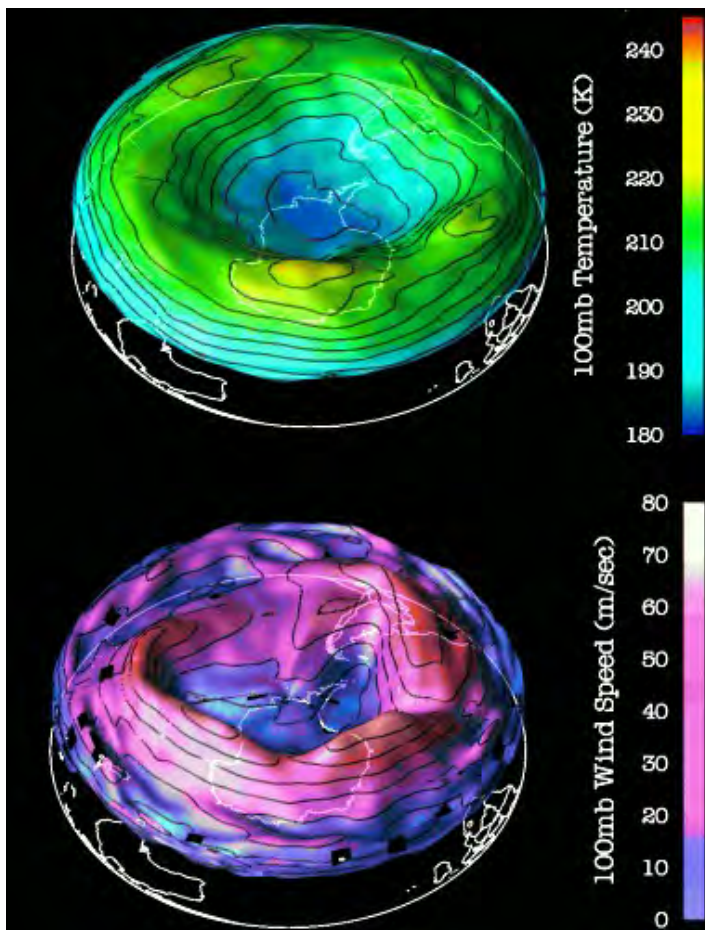


http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/images/polar_stratospheric_cloud.jpg



Por quê é sazonal?

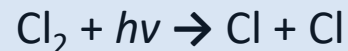
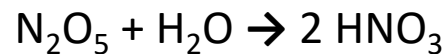
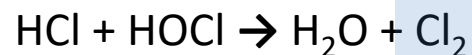
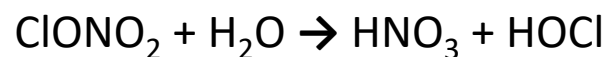
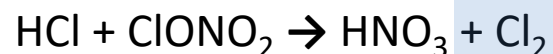
Vórtex Polar



“Ativação” do Cloro:

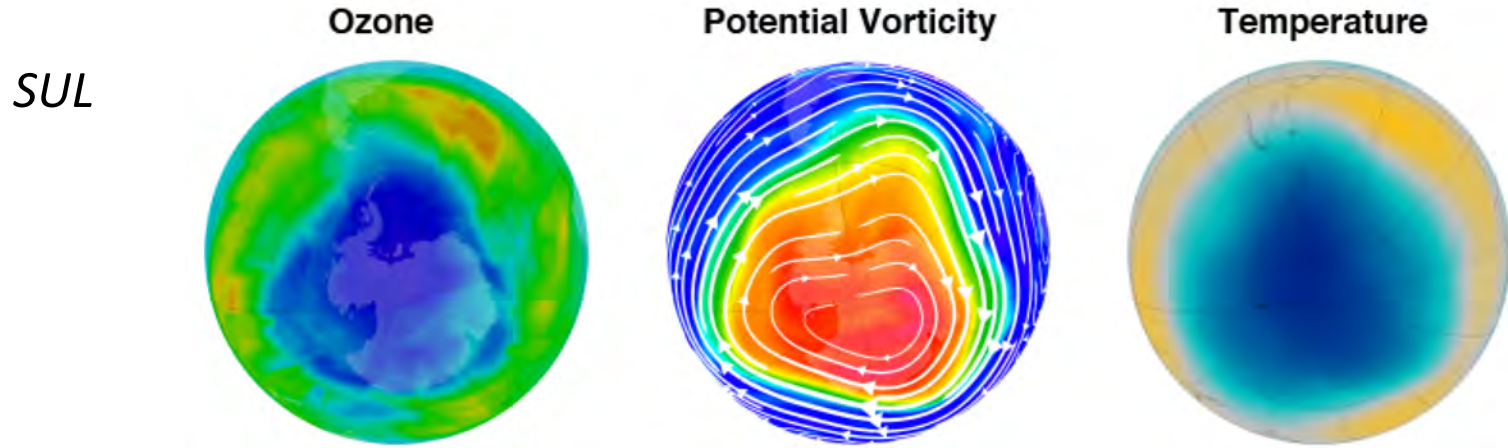
Conversão de espécies de cloro inativas em ativas

Reação em Fase heterogênea nas Nuvens Polares Estratosféricas

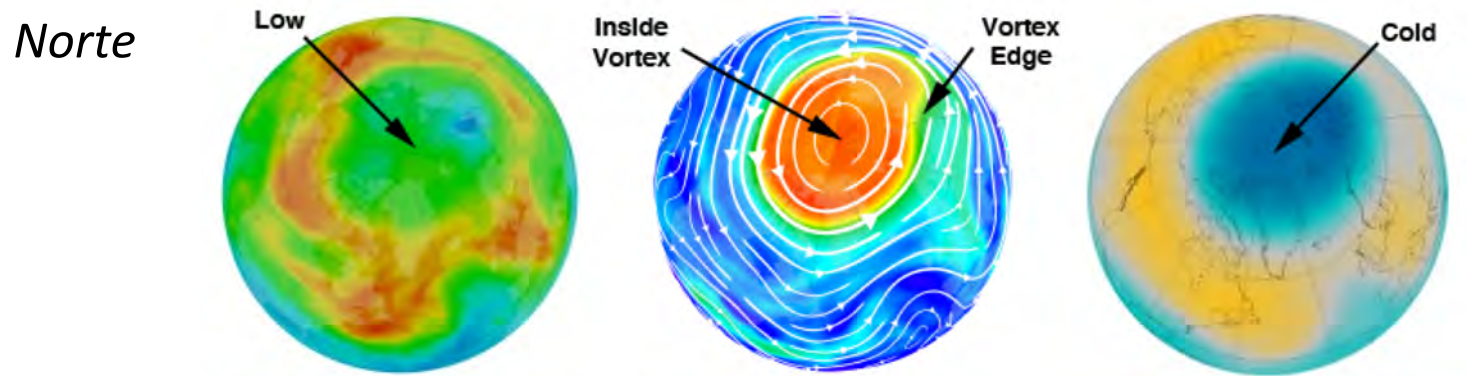




Pólo Sul vs. Pólo Norte



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



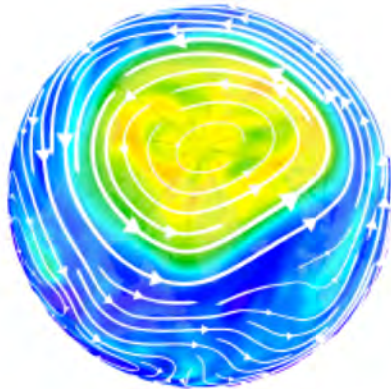
http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/images/2011-02-22_LNH.png



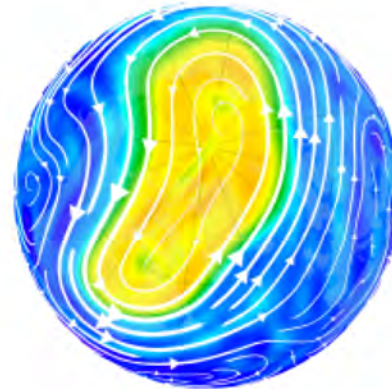
Vórtex Polar: Inverno Polar

Hemisfério Norte

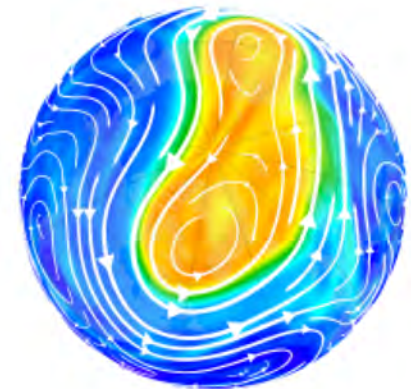
2009-01-08



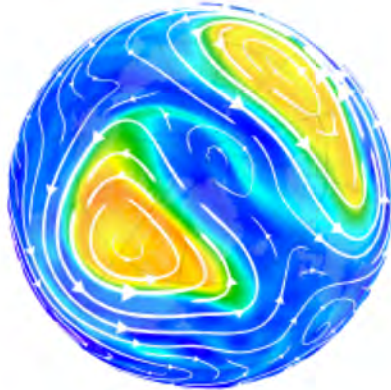
2009-01-15



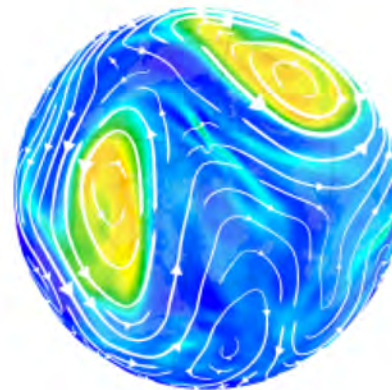
2009-01-22



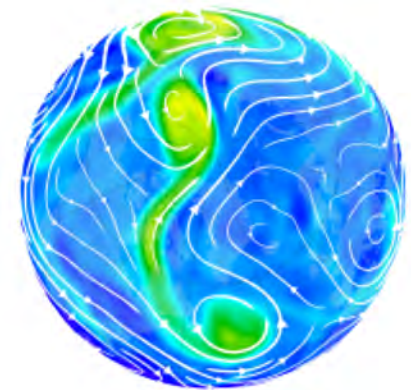
2009-01-29



2009-02-05

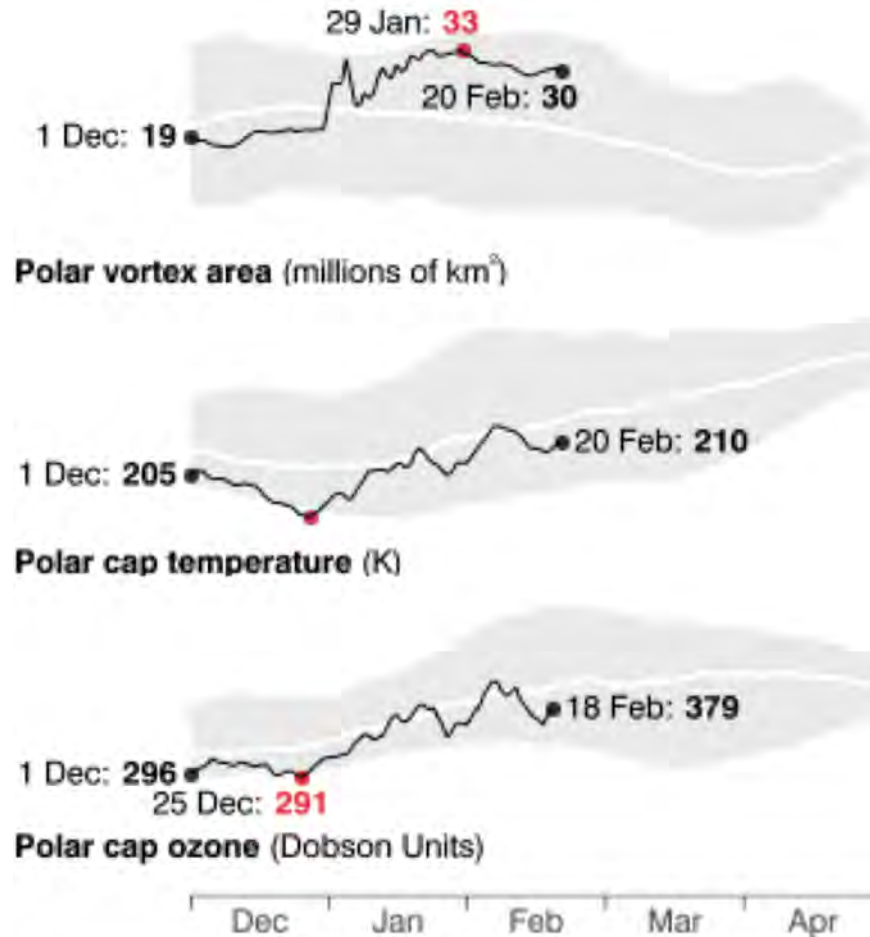


2009-02-12



http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/images/breakup_LNH.png

2013-2014



http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/statistics/meteorology_ytd_nh.png



Ozônio Troposférico

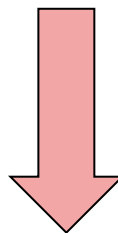


http://magazine.ucla.edu/exclusives/air-pollution_cholesterol2.jpg



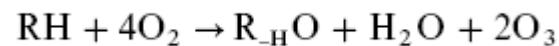
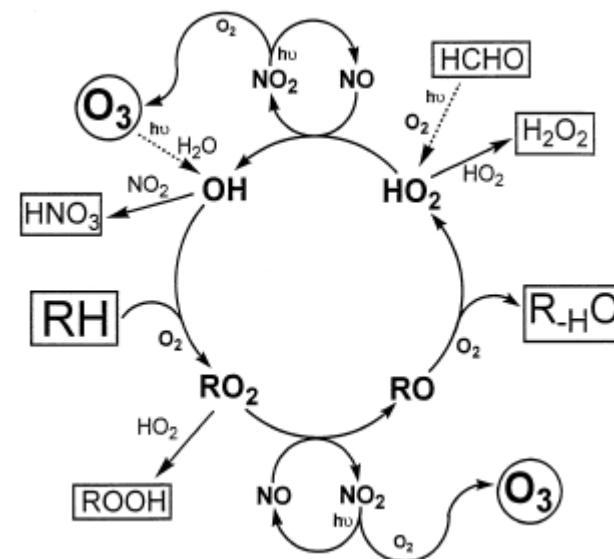
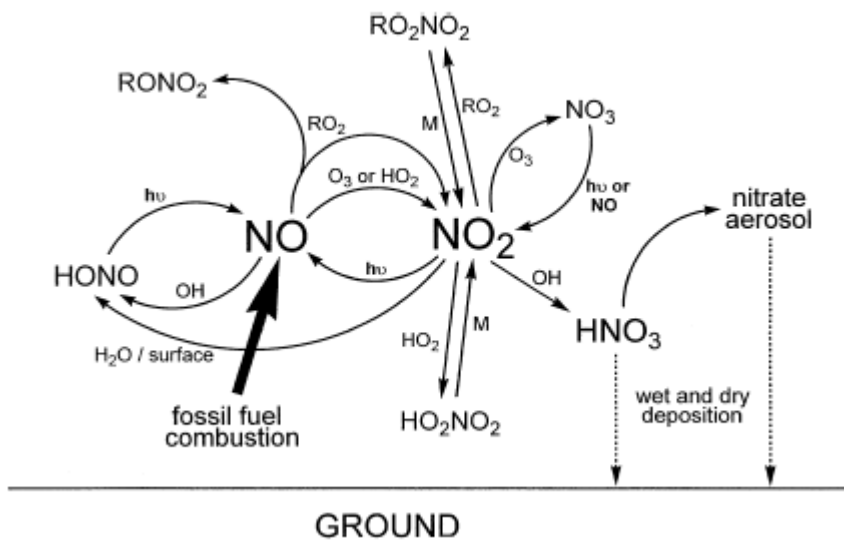
Ozônio Troposérico: Smog Fotoquímico

VOCs + NO_x + hν



**Ozônio
Troposférico**

A Química do Ozônio Estratosférico



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

NO_x (NO e NO₂ – maiores contribuições) e N₂O (menor contribuição)

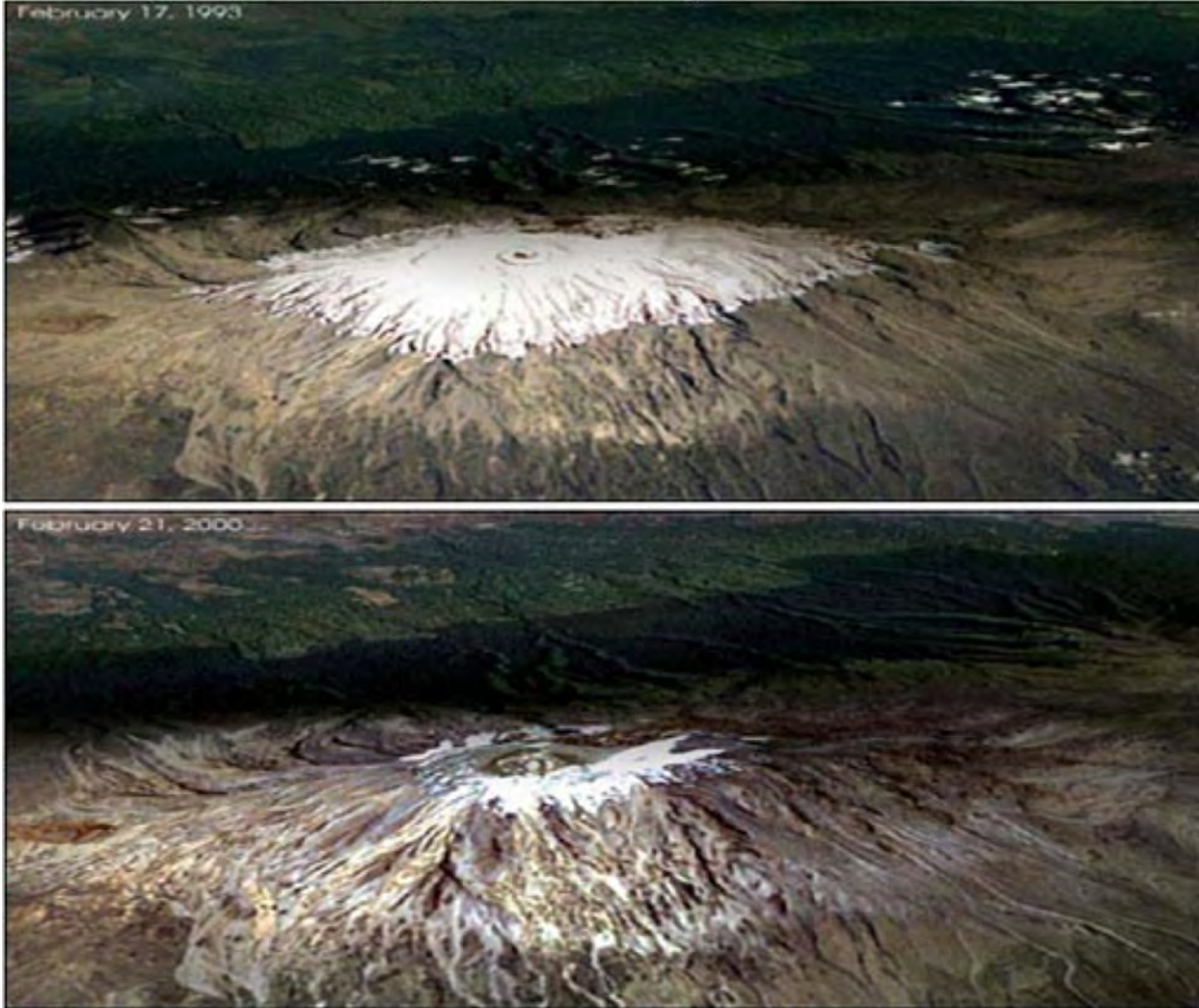
Formação de NO_x em processos de combustão:

- 1) N₂ do ar (**NO_x térmico** e **NO_x "imediato"** - prompt NO_x)
- 2) Compostos com N presentes no combustível (NO_x de combustível)



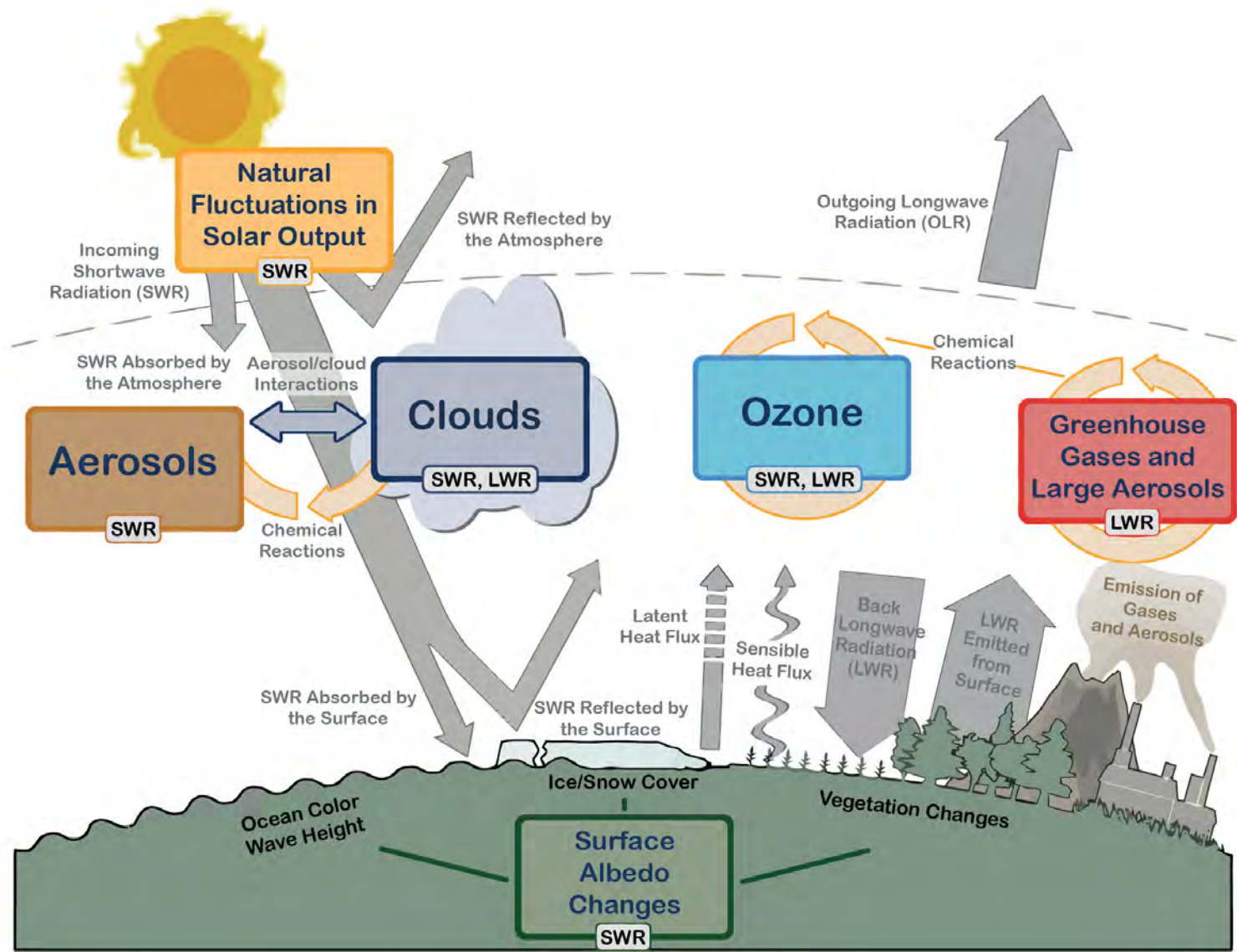
Aquecimento Global

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

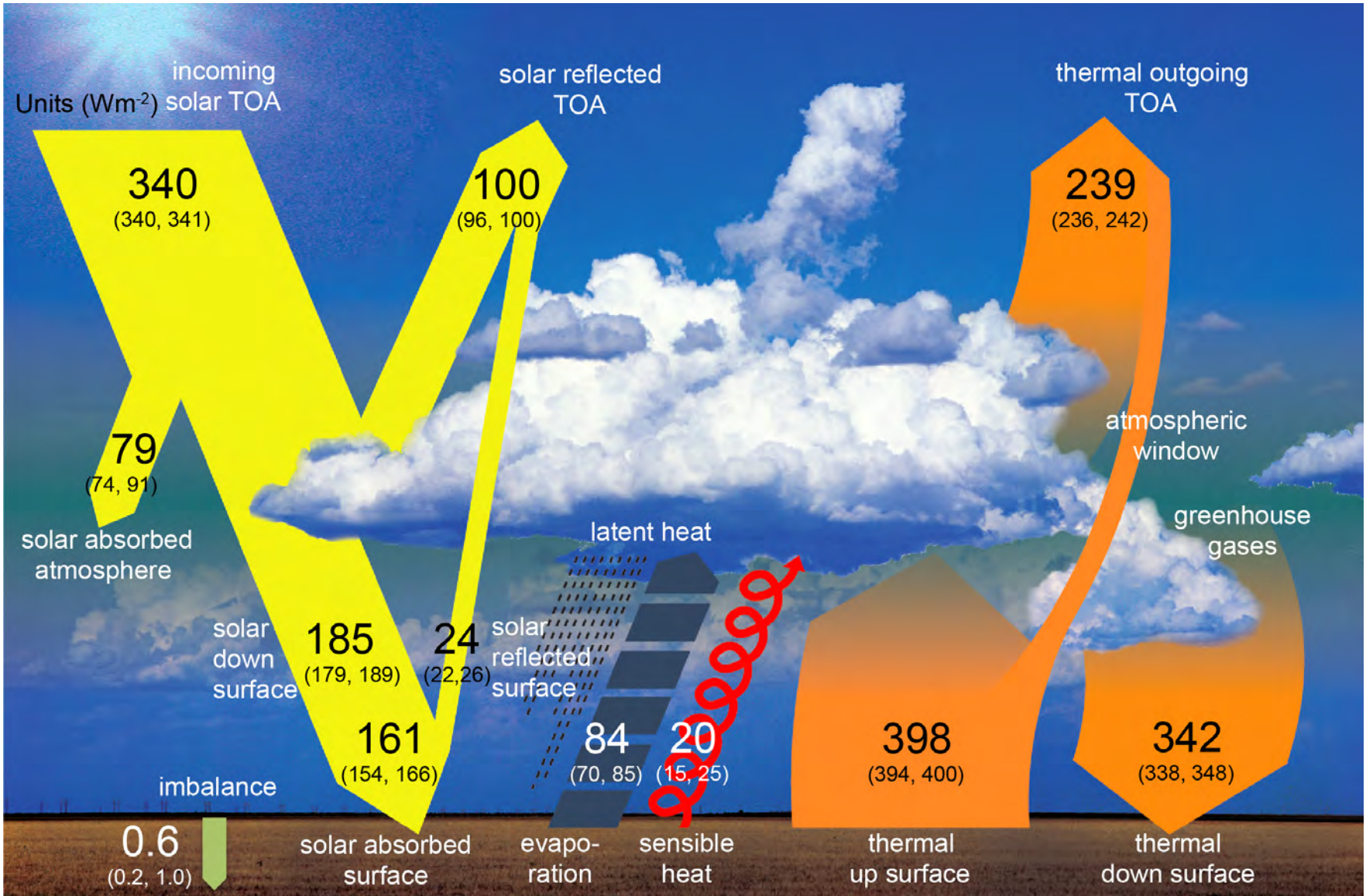


http://www.worldculturepictorial.com/images/content_2/kilimanjaro-icecap-1993-vs-2000.jpg

Fatores que afetam o balanço energético



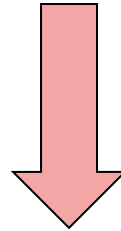
Balço Energético da Terra





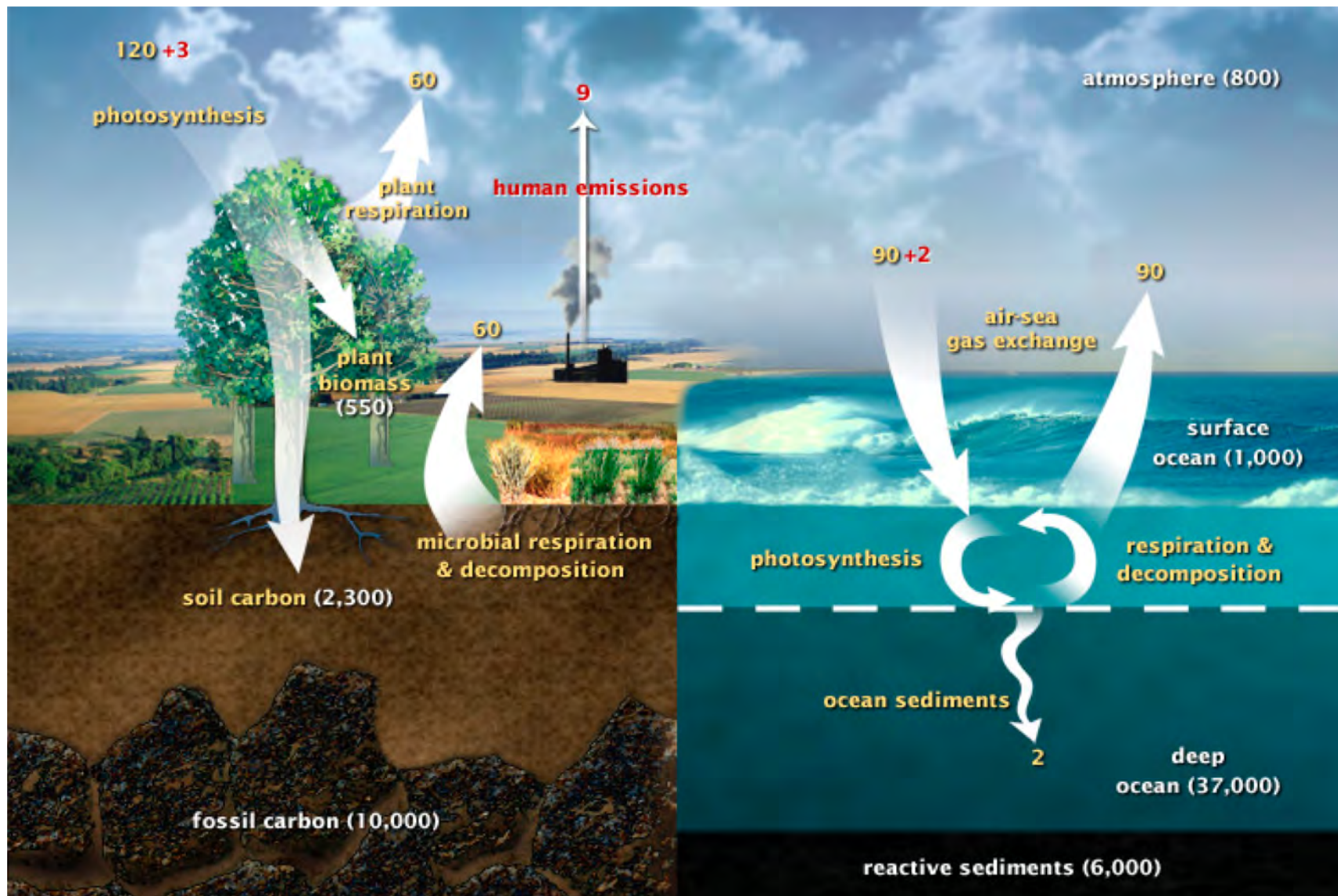
Origem do Problema

Emissão de gases estufa



**Aumento da
temperatura global**

Ciclo do Carbono



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

Fluxos = GTON C/Ano
 Estoques = GTON

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



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 (Km ³)	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	--	
Doços	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

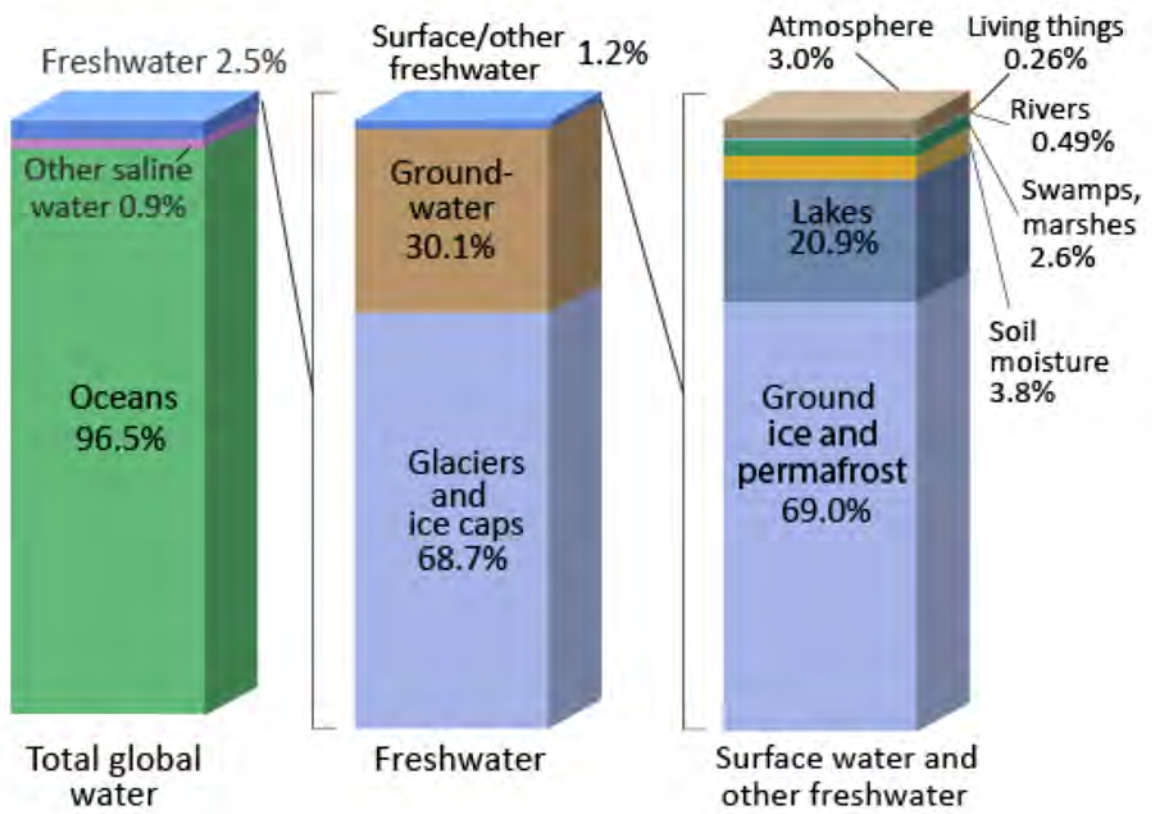
Fonte: Igor Shiklomanov's chapter "World fresh water resources" in Peter H. Gleick (editor), 1993, Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources (Oxford University Press, New York).

Água salgada 97,5%
Água doce 2,5%



Água: Distribuição na Terra

Where is Earth's Water?

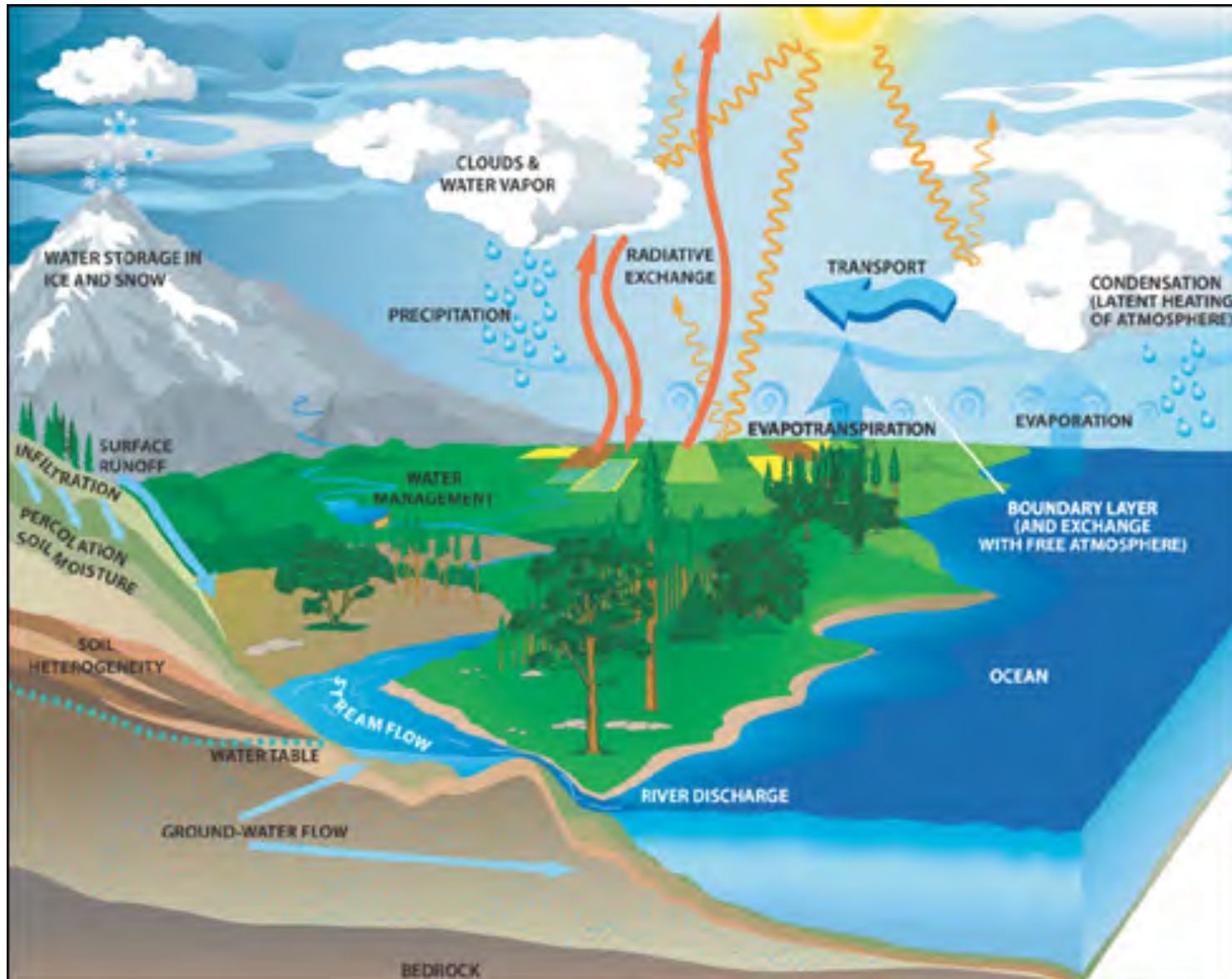


Source: Igor Shiklomanov's chapter "World fresh water resources" in Peter H. Gleick (editor), 1993, *Water in Crisis: A Guide to the World's Fresh Water Resources*.
 NOTE: Numbers are rounded, so percent summations may not add to 100.

(percentagens arredondadas, por isso não somam 100%)



Ciclo Hidrológico



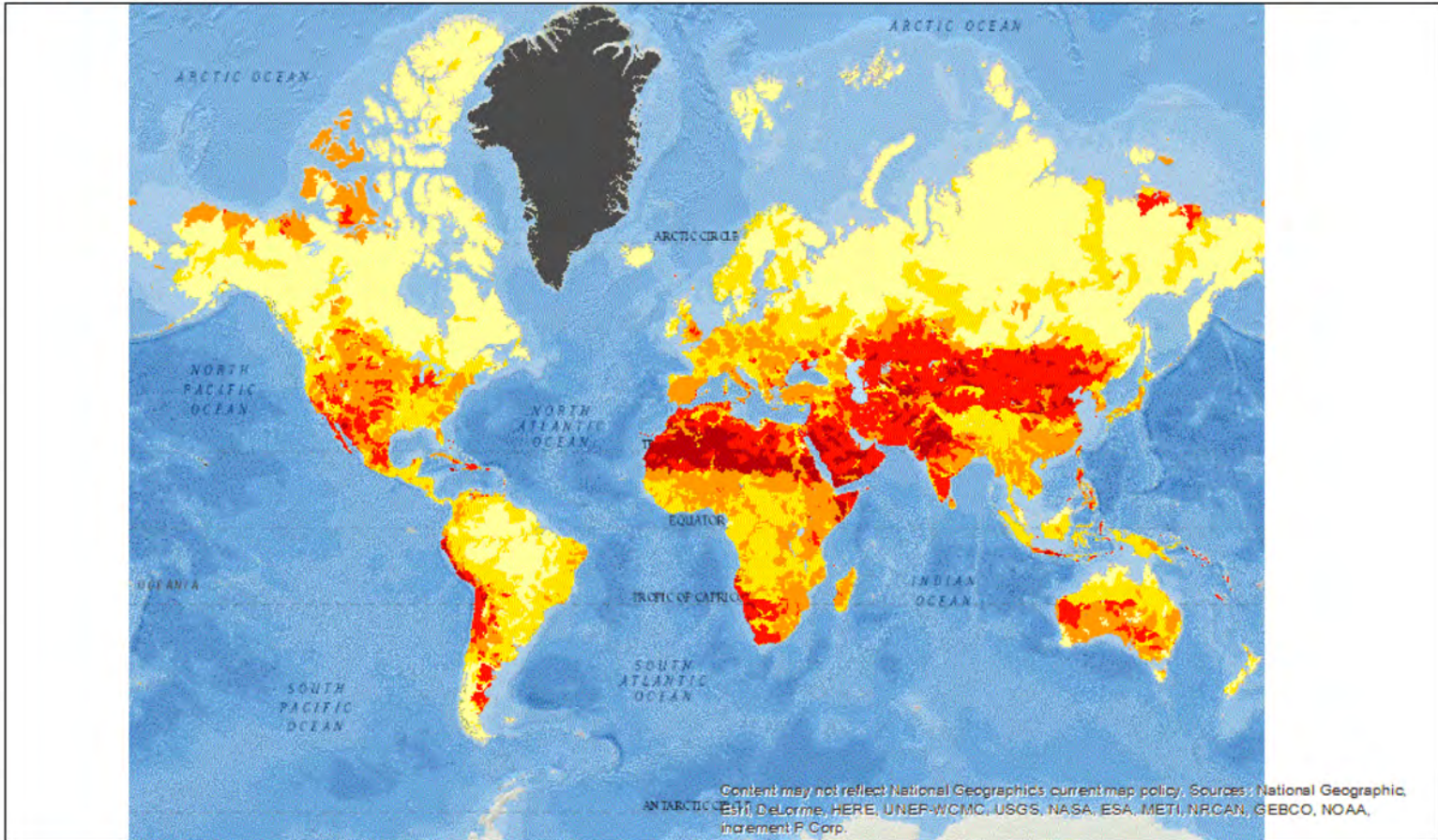
~ 50% da energia solar absorvida pela Terra



Risco Hídrico

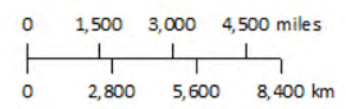


Wednesday, August 9, 2017



Overall Water Risk

Legend:



Uso de água

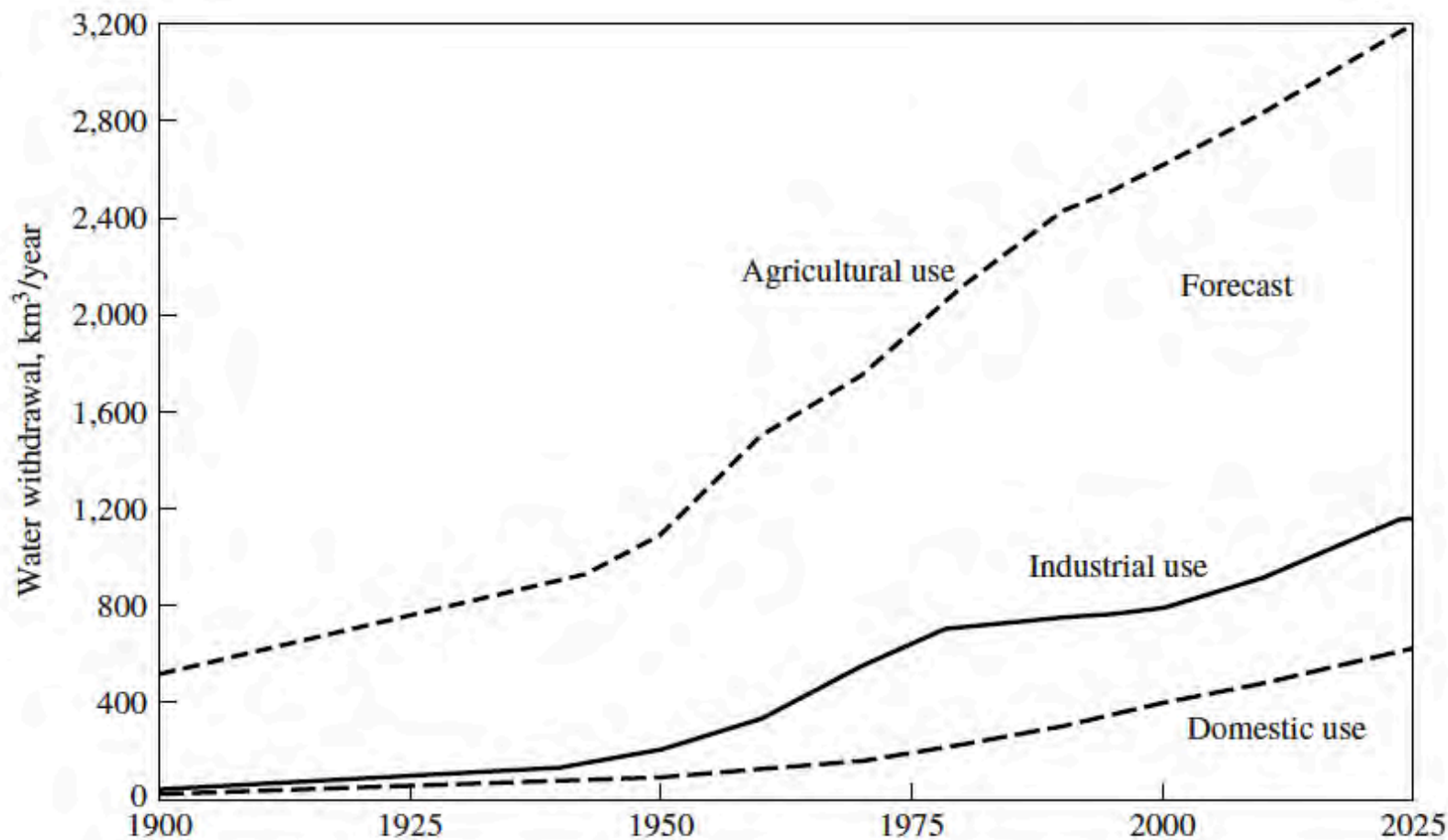


Figure 10.2 Global water use, 1900 to 2025. *Source:* I. A. Shiklomanov (ed.) (1999). *World Water Resources at the Beginning of the 21st Century* (St. Petersburg, Russia: State Hydrological Institute/UNESCO).

Uso de água: Agricultura

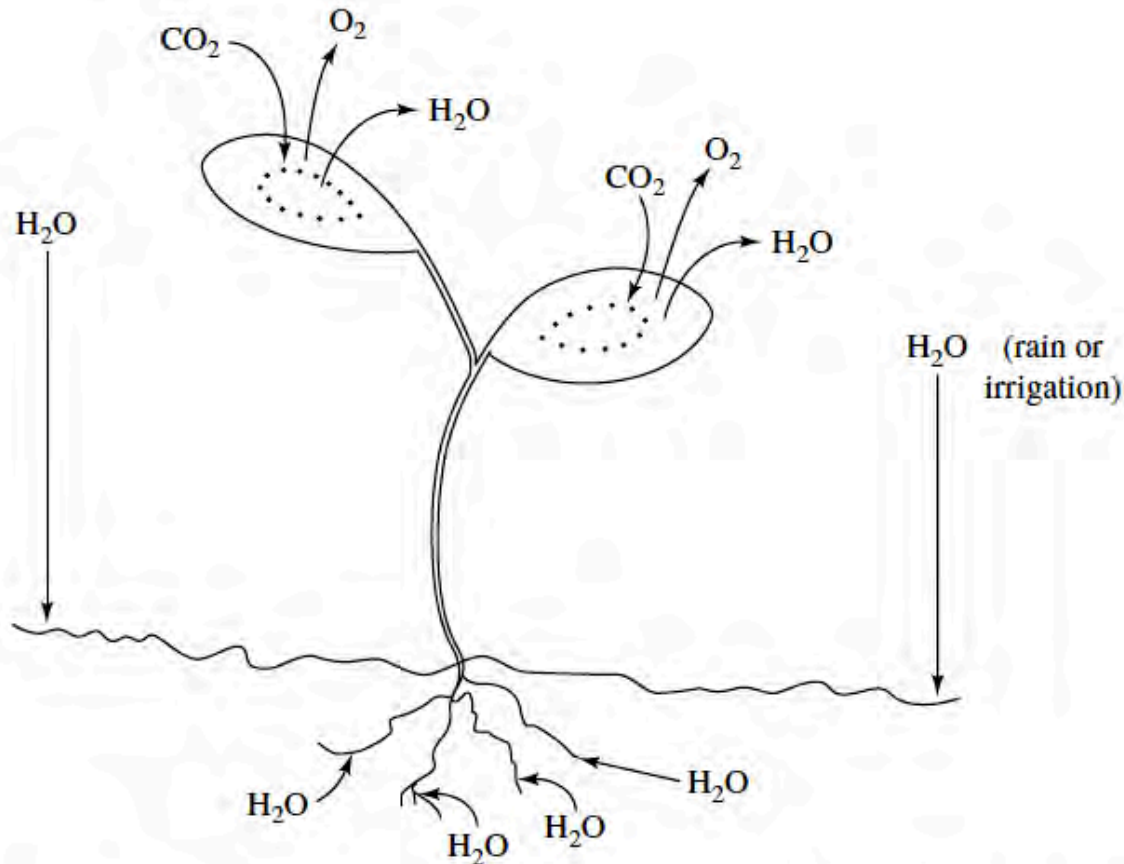


Figure 10.3 Exchange of gases on the stomata of leaves, and loss of water through transpiration.

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

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

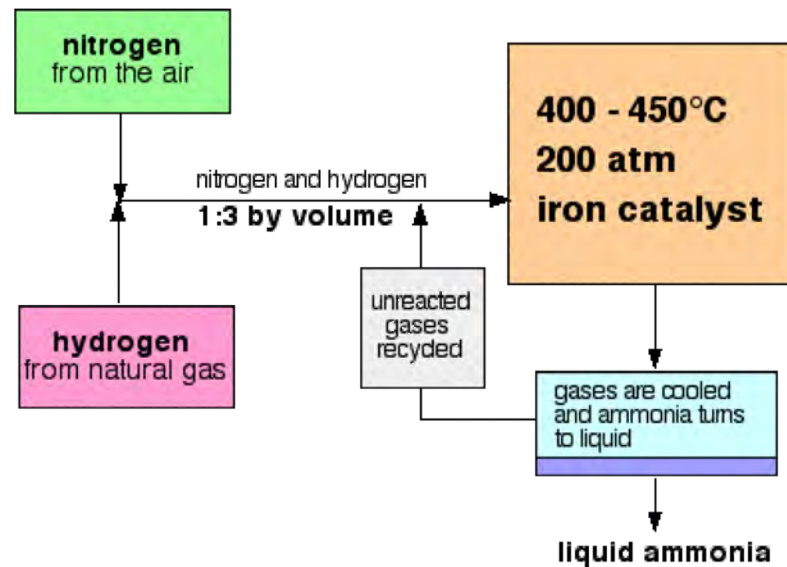
Processo Haber-Bosch



Fritz Haber



Carl Bosch



Ciclo do Nitrogênio

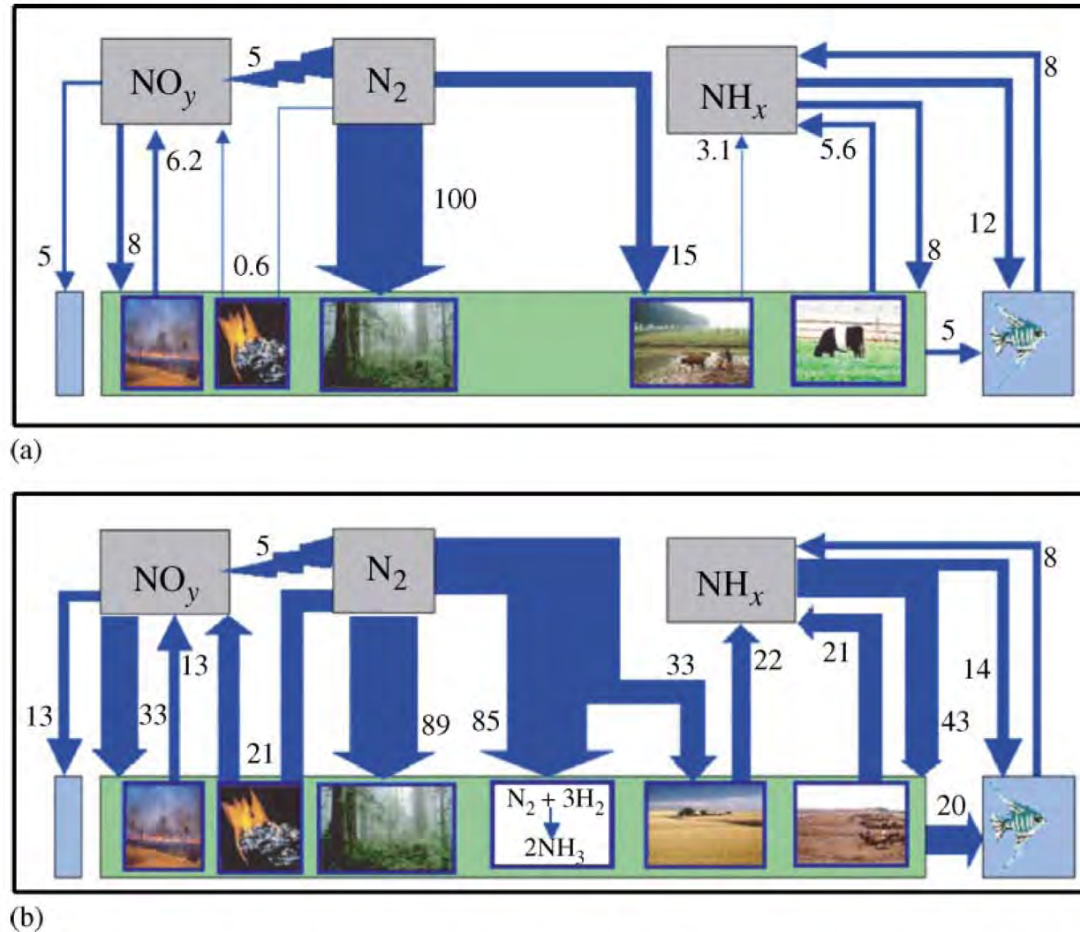
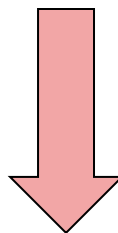


Figure 3 Global nitrogen budgets for: (a) 1890 and (b) 1990, Tg N yr⁻¹. Emissions to the (left) NO_y box from (first



**Liberação de
poluente/contaminante**



Efeitos Diversos

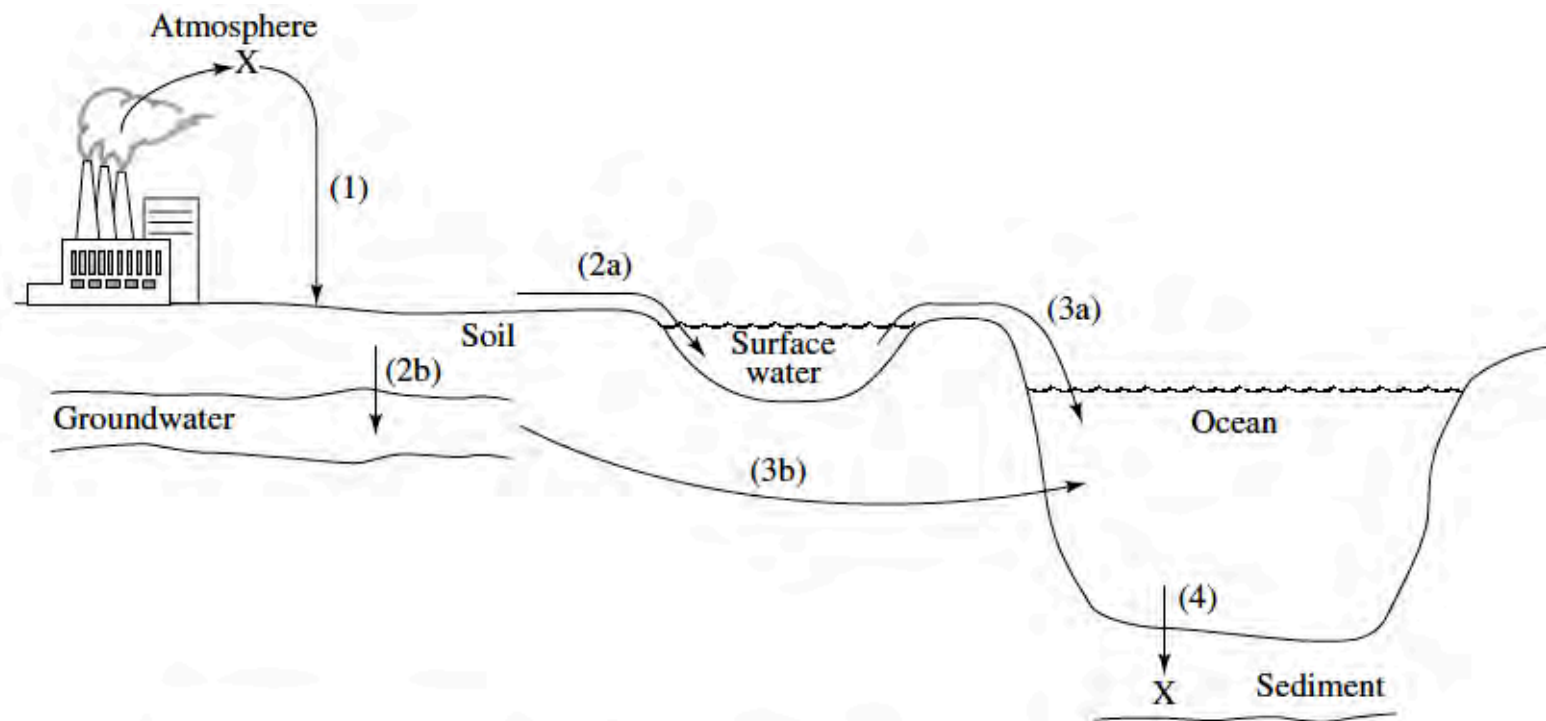
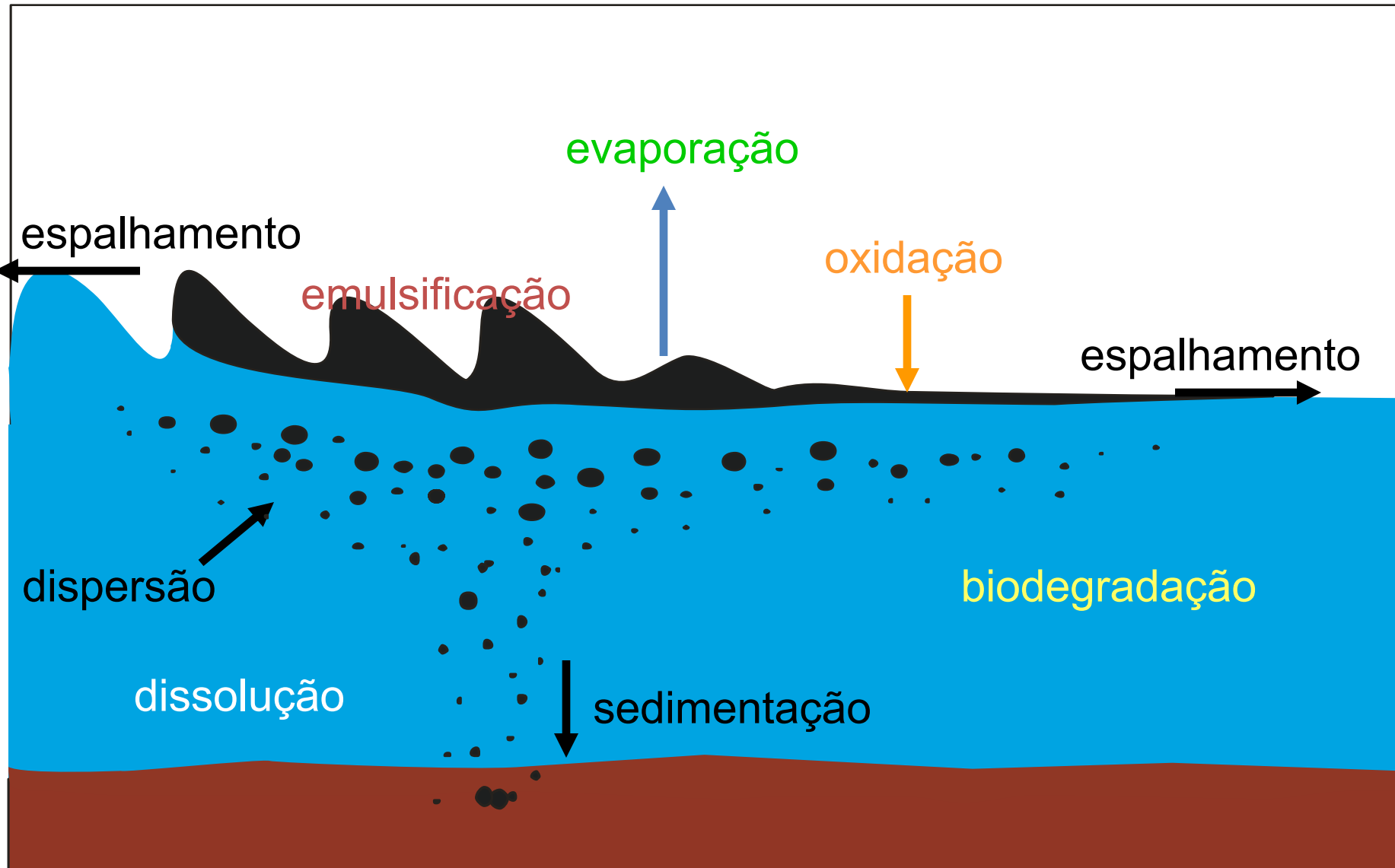


Figure 12.10 Flow of pollutant X from sources to sinks.

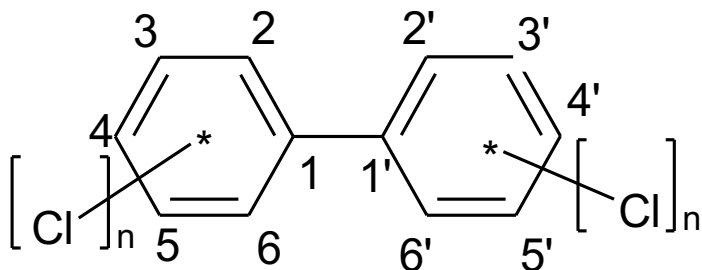




Derrame de Petróleo

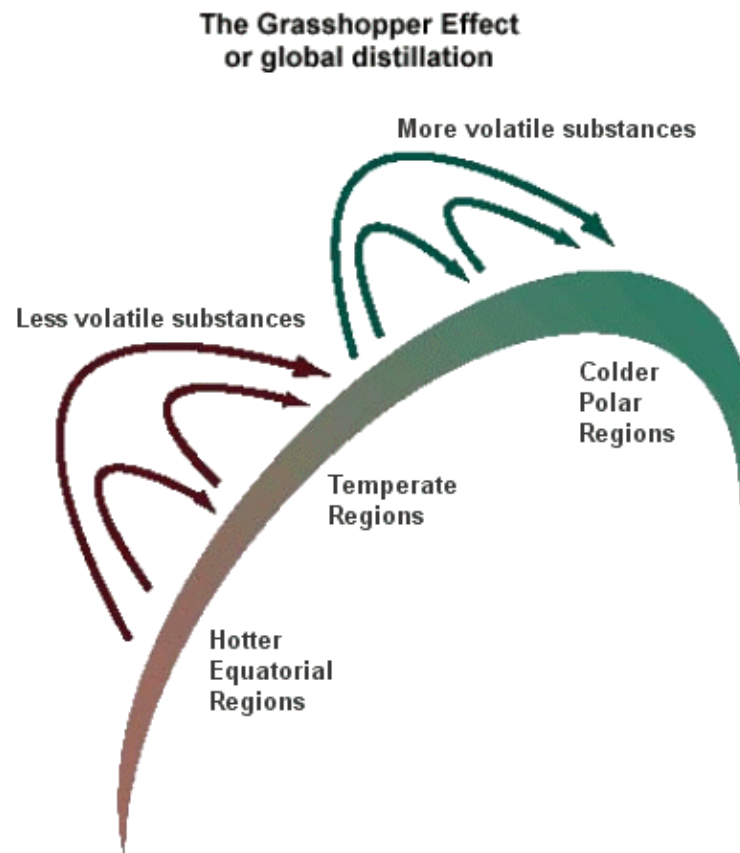


Bifenilas Policloradas (PCBs)



Bifenila policlorada

- Persistentes
- Distribuição Global
- Bioacumulação





Bifenilas Policloradas (PCBs)

Bio-magnificação



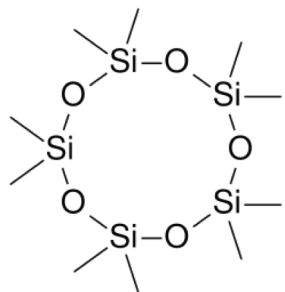


Espécies químicas no desodorante

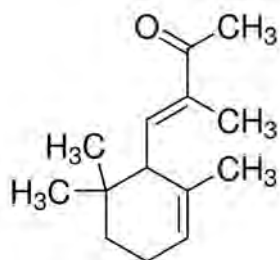


... CITRONELLOL, CITRAL, CITRONELLOL, COUMARIN, GERANIOL, ...
... CITRONELLAL, LIMONENE, LINALOOL. **INGREDIENTES:** BUTANO/SOBTANO/PROPANO, CLORHIDRATO
... CICLOMETICONA, PPG-14 BUTIL ÉTER, PERFUME, HECTORITA DE DIESTEARDIMONIO,
... TRIGLICÉRIDO CAPRÍLICO/CÁPRICO, SÍLICA HIDRATADA, CROSPOLÍMERO DE GELATINA, AGUA, GOMA DE
... BENZOATO DE SODIO, BHT, OCTENILSUCCINATO DE ALMIDÓN Y SODIO, MALTODEXTRINA, FECLULA
... DE MAÍZ HIDROGENADA, SÍLICE, PROPILÉN CARBONATO, ALFA-ISOMETILIONONA, SALICILATO DE BENCILO,
... BUTILFENIL METILPROPIONAL, CITRAL, CITRONELLOL, CUMARINA, GERANIOL, HIDROXICITRONELAL, DIPENTENO.
... **ADVERTENCIAS:** INFLAMABLE. NO PULVERIZAR CERCA DE LLAMA. NO
... TEMPERATURAS MAYORES A 50 °C. NO APLICAR...

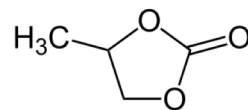
... STARCH, SÍLICA, PROPYLENE CARBONATE, BHT, SODIUM
... BENZYL SALICYLATE, BUTYLPHENYL METHYLPROPIONAL, CITRAL, CITRONELLOL,
... CITRONELLAL, LIMONENE, LINALOOL. **INGREDIENTES:** BUTANO/SOBTANO/PROPANO,
... DE ALUMINIO, CICLOMETICONA, PPG-14 BUTIL ÉTER, PERFUME, HECTORITA DE DIESTEARDIMONIO,
... TRIGLICÉRIDO CAPRÍLICO/CÁPRICO, SÍLICA HIDRATADA, CROSPOLÍMERO DE GELATINA,
... CELULOSA, BENZOATO DE SODIO, BHT, OCTENILSUCCINATO DE ALMIDÓN Y SODIO,
... DE MAÍZ HIDROGENADA, SÍLICE, PROPILÉN CARBONATO, ALFA-ISOMETILIONONA,
... BUTILFENIL METILPROPIONAL, CITRAL, CITRONELLOL, CUMARINA, GERANIOL, HIDROXICITRONELAL,
... LINALOL. **ADVERTENCIAS:** INFLAMABLE. NO PULVERIZAR CERCA DE LLAMA. NO
... TEMPERATURAS MAYORES A 50 °C. NO APLICAR...



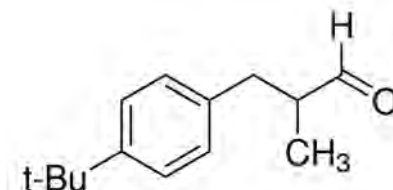
ciclometicona



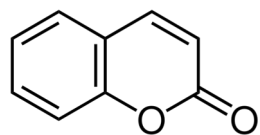
α-isometil ionona



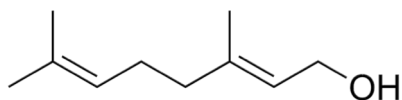
propileno carbonato



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



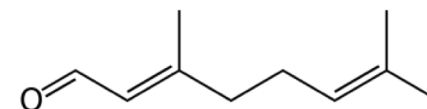
cumarina



geraniol



linalol



citral

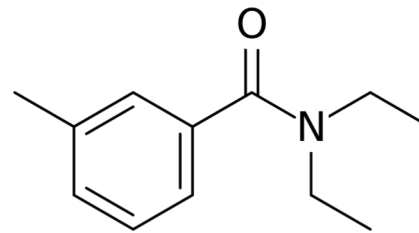


cloreto de alumínio

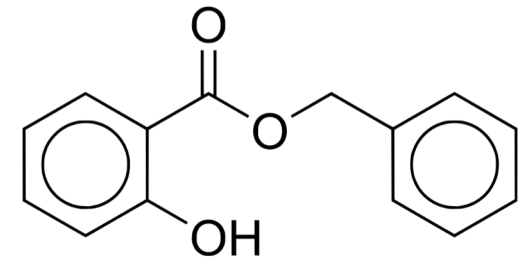
Espécies químicas no repelente



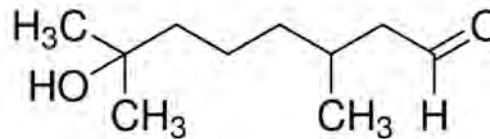
Ingredientes ativos: Diethyl Toluamide - 15%
COMPOSIÇÃO: Diethyl Toluamide, Alcohol, Parfum, Isobutane /Propane, Benzyl Salicylate, Coumarin, Hydroxycitronellal, Limonene, Linalool, Butylphenyl Methylpropional.



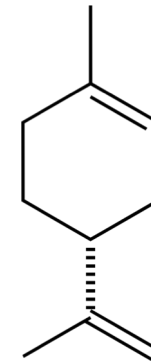
DEET (dietil toluamida)



salicilato de benzila



hidroxicitronelal

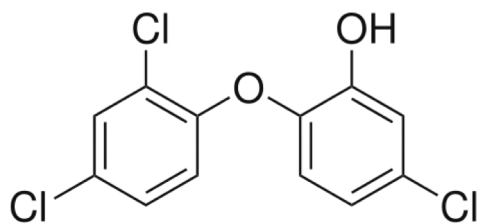


limoneno

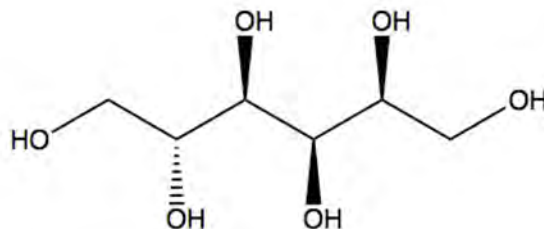


... INSTRUÇÕES DE USO: ESCOVE OS DENTES ADEQUADAMENTE APÓS CADA REFEIÇÃO, TRÊS VEZES AO DIA OU SEGUNDO A RECOMENDAÇÃO DE SEU DENTISTA. ...
 ... EN CHILE: NO USAR EN NIÑOS MENORES DE 6 AÑOS. MANTENGA FUERA DEL ALCANCE DE LOS NIÑOS. PRODUCTO SIN ALCOHOL ...
INGREDIENTES ACTIVOS: FLUORURO DE SODIO 0,32% (1450 PPM DE FLÚOR), TRICLOSANO 0,3%. **INGREDIENTES:** AGUA / 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 N°1 (CI 42090), LIMONENE / DIPENTENO, CINNAMAL / CINAMALDEÍDO, 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 / MS - 2.887048-1
 INDÚSTRIA BRASILEIRA, SOB LICENÇA DA COLGATE-PALMOLIVE CO. DISTRIBUÍDO POR COLGATE-PALMOLIVE COMERCIAL LTDA., RUA G. SIN, ROD. DOS EMIGRANTES, KM 14, ...
 IMPORTADO Y DISTRIBUIDO POR: COLGATE-PALMOLIVE DE PARAGUAY S.A. AVDA. INVADIDORES DE LOS ANDES, CALLES Y 105 - PARQUE INDUSTRIAL NOROCCIDENTAL ...

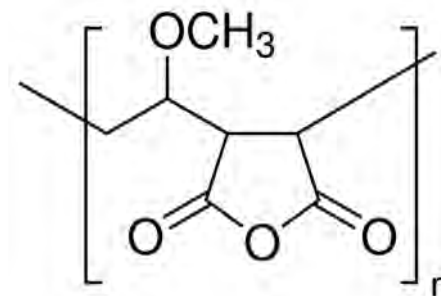
Espécies químicas no creme dental



triclosano

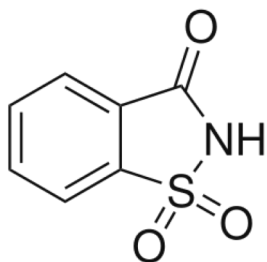


sorbitol

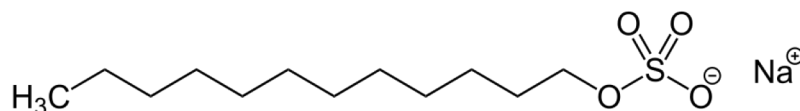


Copolímero PVM/MA

Copolímero poli(vinilmetiléter)-alt-(anidrido maleico)



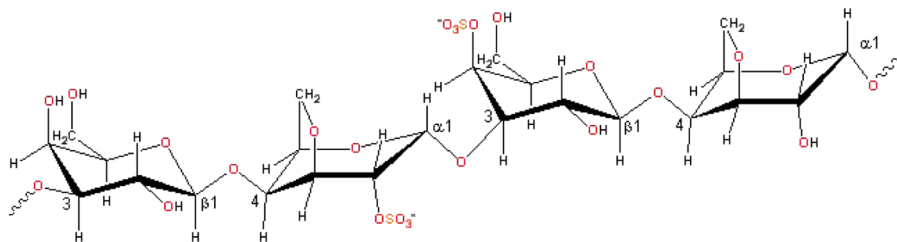
sacarina



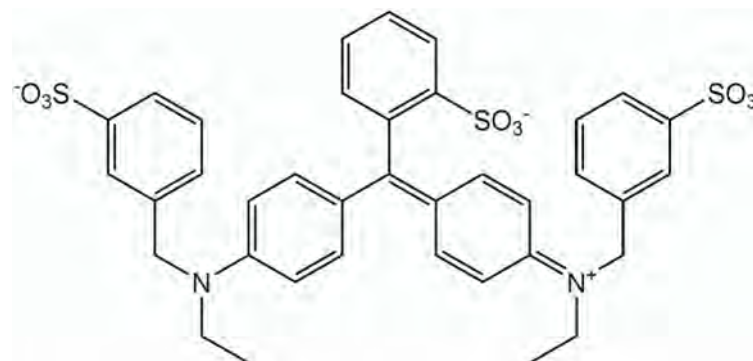
laurilsulfato de sódio (SDS)



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

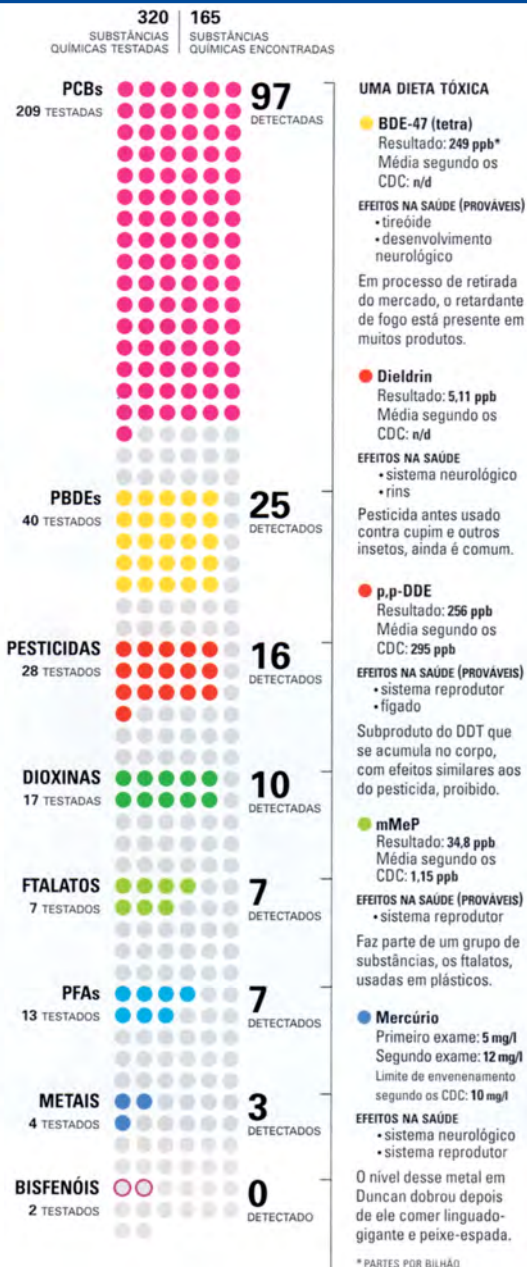
Edição 79/ Outubro de 2006

<http://viajeaqui.abril.com.br/materias/a-poluicao-interior>

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.



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

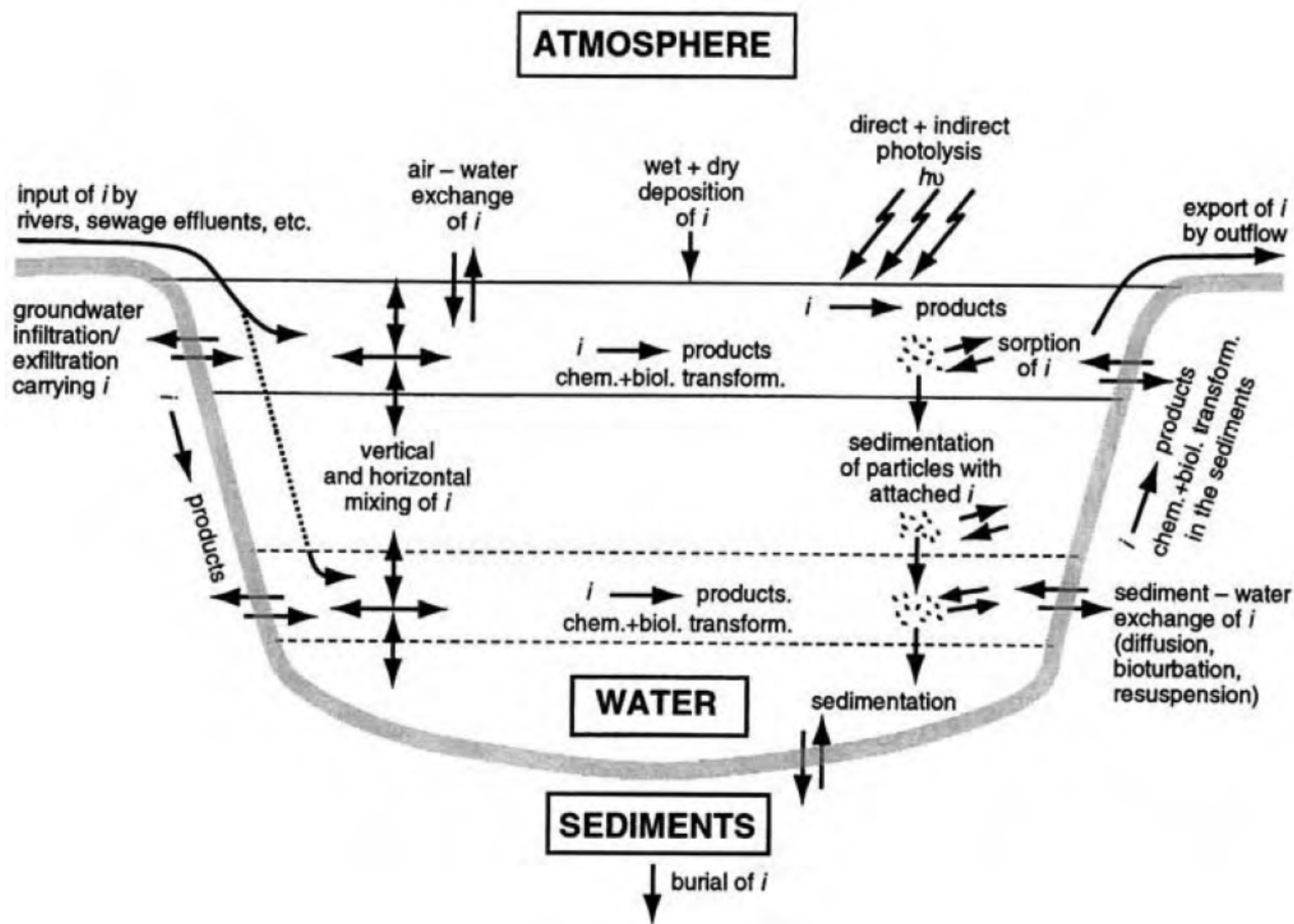
EFEITOS NA SAÚDE
• sistema neurológico
• sistema reprodutor

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

* PARTES POR BILHÃO

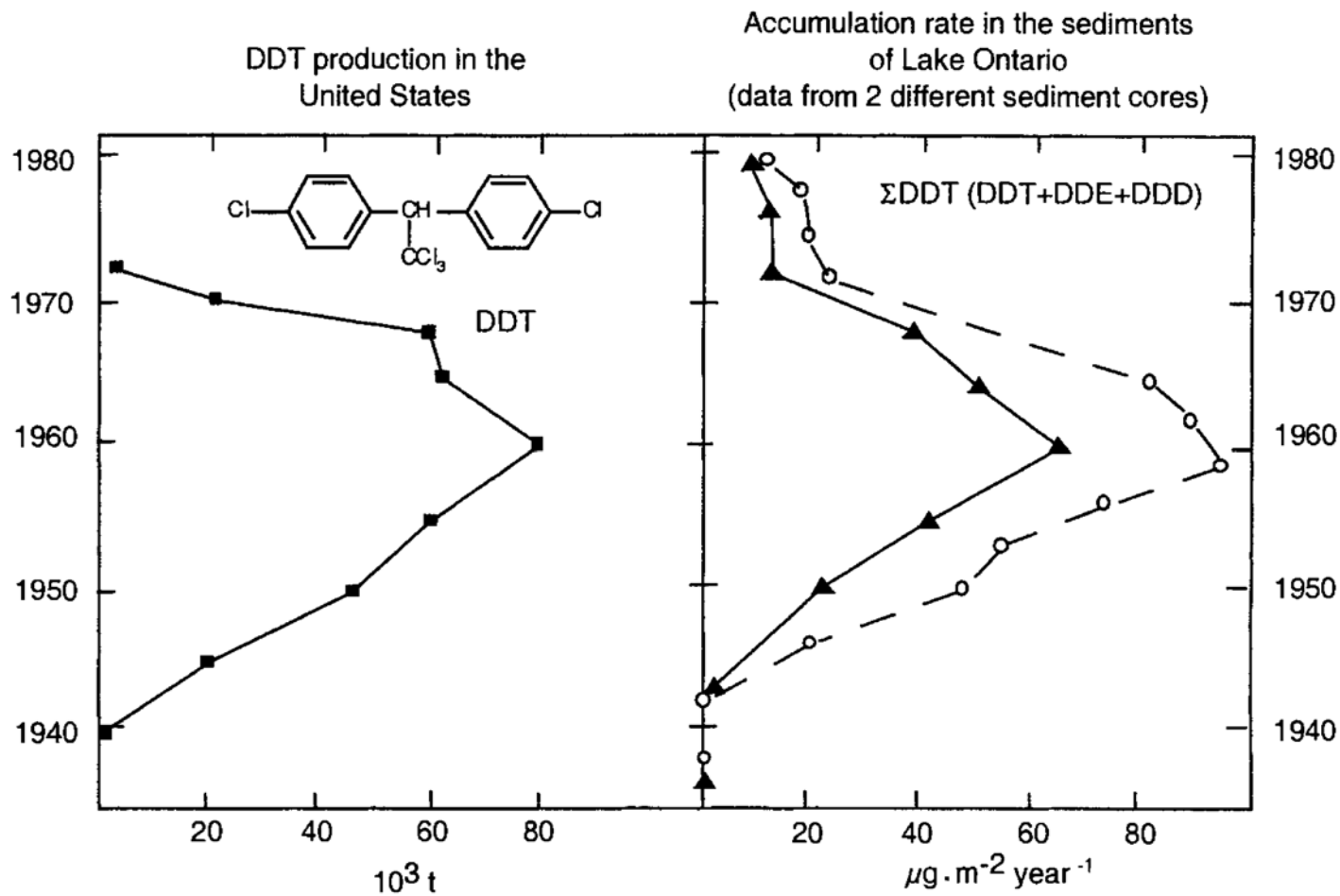
A poluição interior,
David Ewing Duncan
National Geographic

Edição 79/ Outubro de 2006, p. 106





Processos químicos, físicos e biológicos no 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>

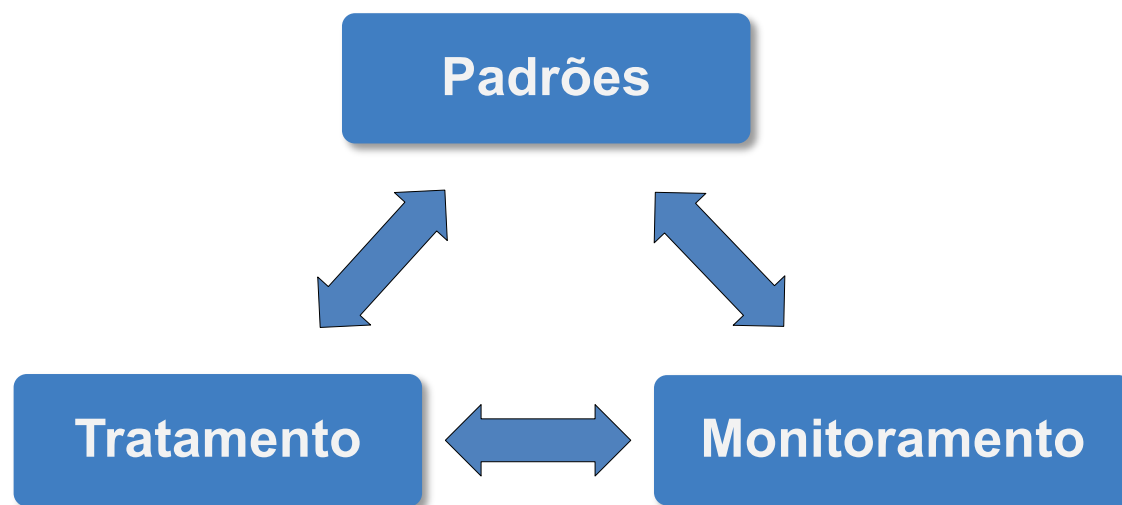
- 1952: Grande Smog de Londres
- 1956: Clean Air Act (UK)



Como lidar com a Poluição?



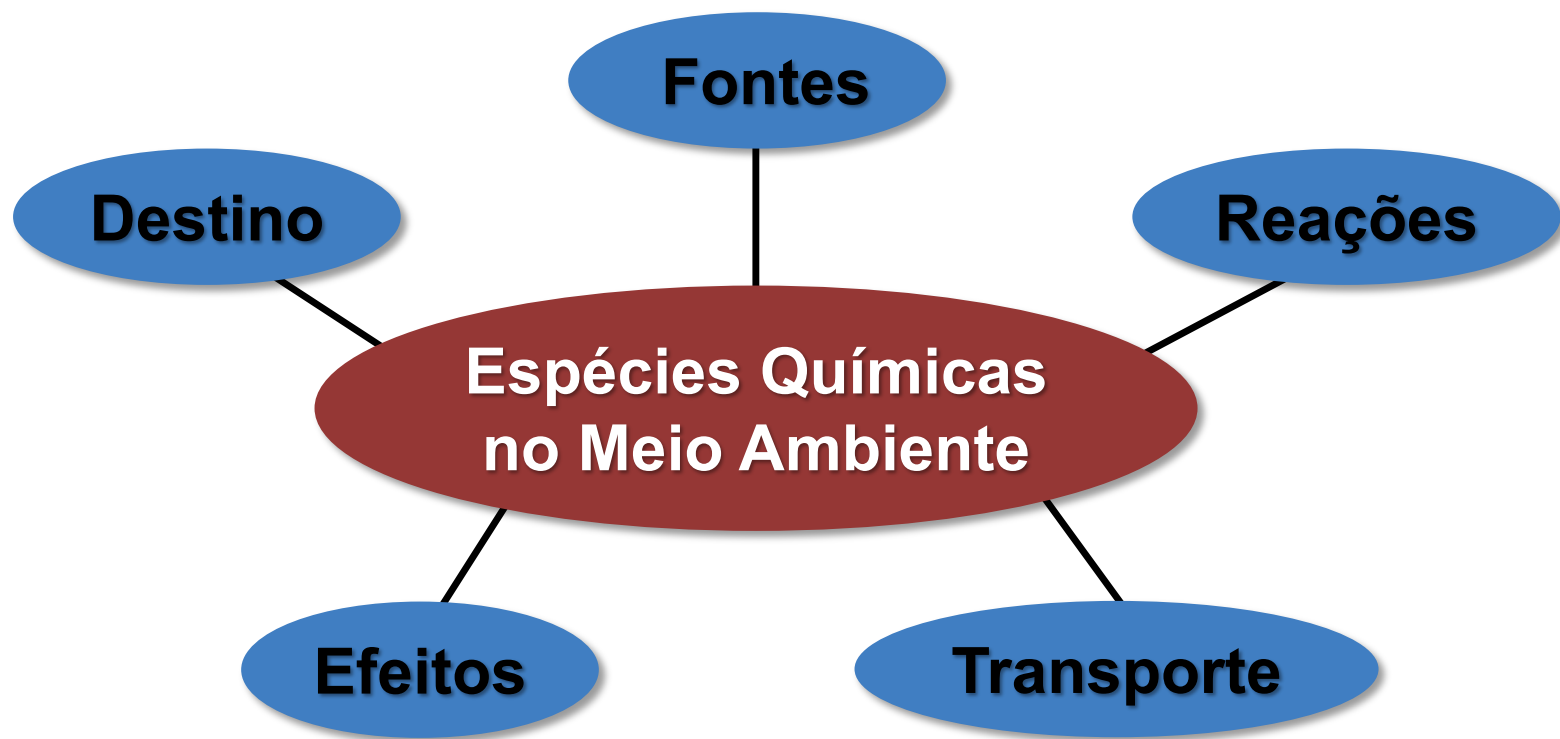
Poluentes: Abordagem Tradicional



**Comando
e
Controle**

Legislação

**Química
Ambiental**



“Química do Meio Ambiente”:

Observa, mede, entende e prevê



Custo crescente!

Necessidade de uma nova visão!

Oportunidade de inovação!



Desenvolvimento Sustentável!

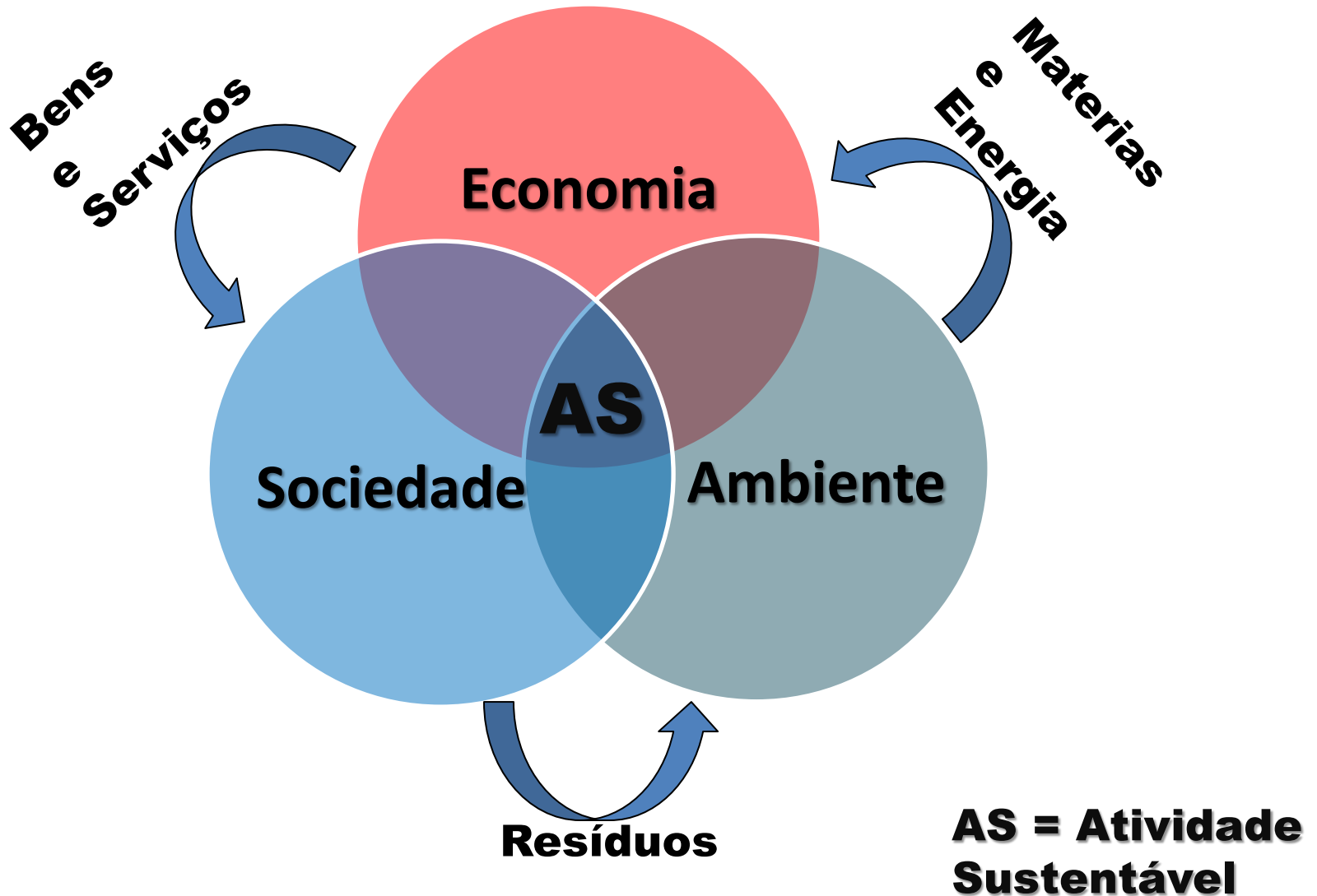


Supre as necessidades do presente
sem comprometer a habilidade das gerações futuras
de suprir suas próprias necessidades

United Nations World Commission on Environment and Development, *Our Common Future*; UN: Oslo, 1987 - Brundtland Report



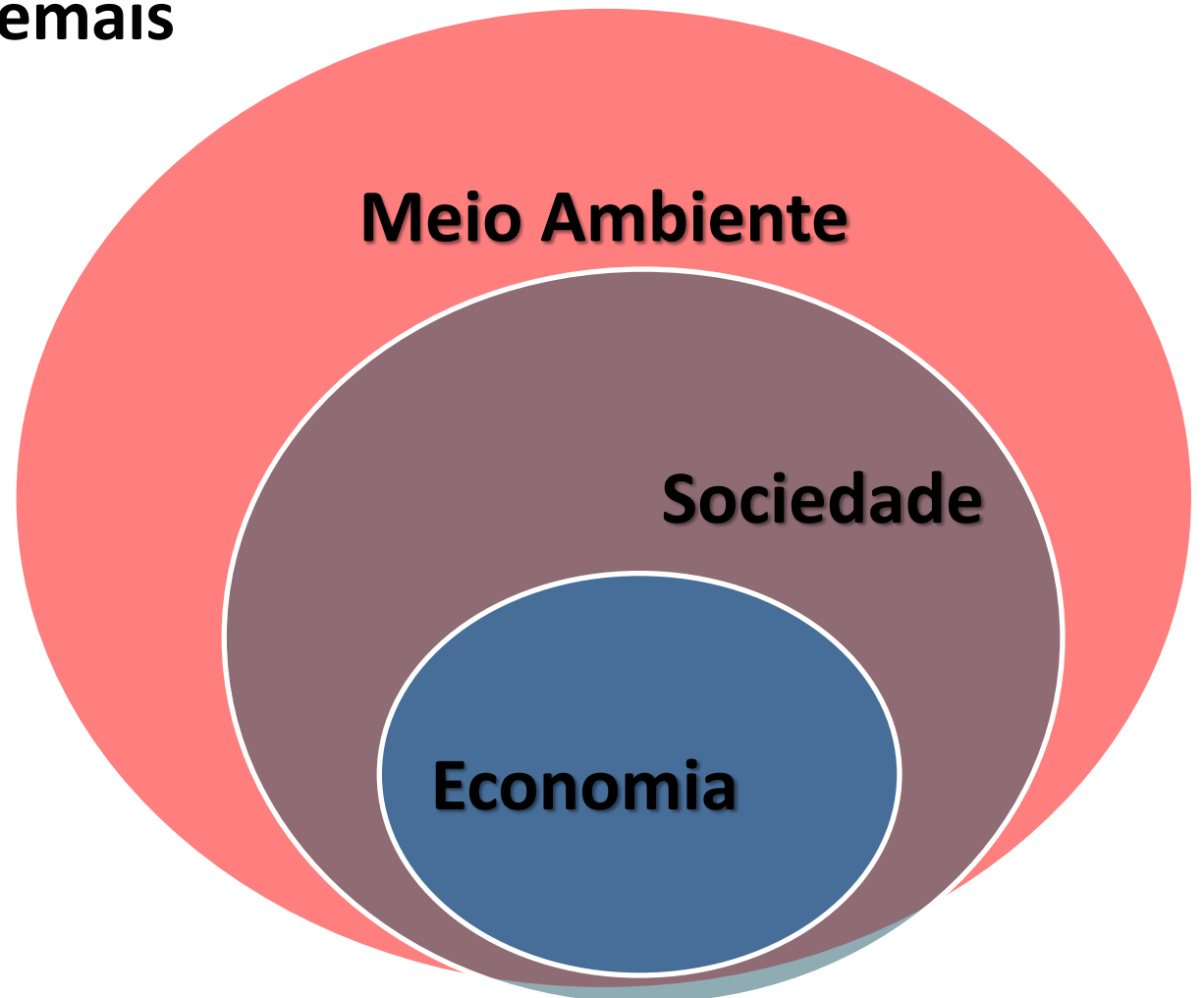
Os 3 pilares da Sustentabilidade





Visão do “todo constante”

**“Ganhos” em uma área
são perdas nas demais**





Como “medir”?

Indicadores de Sustentabilidade

Índice de Performance Ambiental (EPI)

ENVIRONMENTAL HEALTH

-  Health Impacts
-  Air Quality
-  Water and Sanitation

ECOSYSTEM VITALITY

-  Water Resources
-  Agriculture
-  Forests
-  Fisheries
-  Biodiversity and Habitat
-  Climate and Energy



<http://epi.yale.edu/>



Índice de Performance Ambiental (EPI)

Impactos à Saúde:

- Mortalidade Infantil

Qualidade do Ar:

- Qualidade do Ar “doméstico”;
- Poluição do Ar (Exposição PM2.5);
- Poluição do Ar (Excesso PM2.5)

Água e Saneamento:

- Acesso a água potável;
- Acesso a saneamento.

Recursos Hídricos:

- Tratamento de esgoto.

Agricultura:

- Subsídios agrícolas;
- Regulação de pesticidas.

Florestas:

- Mudanças na cobertura florestal.

Pescado:

- Pressão de pesca costeira de crustáceos;
- Estoques de pescado.

Biodiversidade e Habitat:

- Proteção áreas terrestres (nacional);
- Proteção áreas terrestres (global);
- Proteção áreas marinhas;
- Proteção habitats críticos

Clima e Energia:

- Tendência na intensidade de carbono;
- Mudança de tendência na intensidade de carbono;
- Acesso à eletricidade;
- Tendência nas emissões de CO2 por kWh

Índice de Performance Ambiental (EPI)

COUNTRY PROFILE

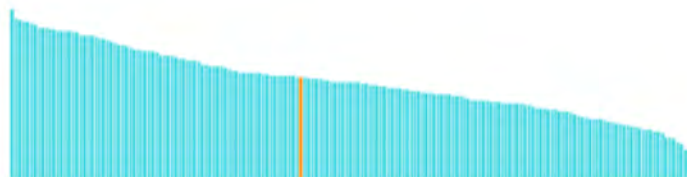
Brazil

LATIN AMERICA AND CARIBBEAN



77

OVERALL RANK
OUT OF 178



52.97

OVERALL SCORE
OUT OF 100



+3.72%

10 YEAR TREND
OUT OF ±45.88%



\$11,630

GDP/CAPITA

198.66

MILLION PEOPLE

8,536,318










SQUARE KM

ISSUE SCORE
FOR 9 CORE ISSUES





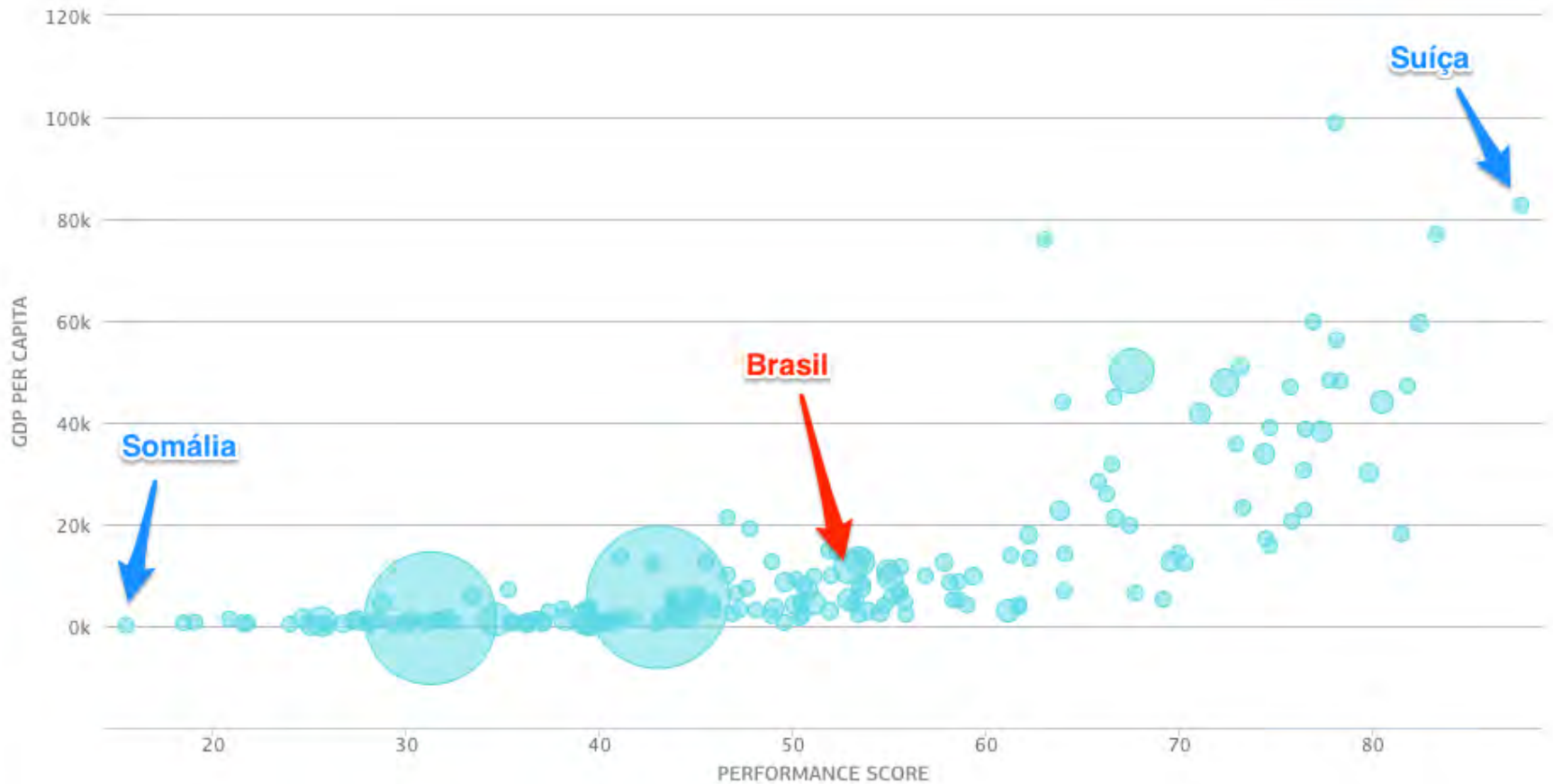
Índice de Performance Ambiental (EPI)

NAME OF INDICATOR	SCORE	RANK	10 YEAR CHANGE
Overall Score	52.97	77	3.72%
 Health Impacts	68.59	95	8.96%
 Air Quality	97.64	29	1.51%
 Water and Sanitation	50.44	84	23.36%
 Water Resources	10.87	86	
 Agriculture	74.51	70	6.38%
 Forests	10.81	115	
 Fisheries	24.68	53	-29.77%
 Biodiversity and Habitat	66.74	75	1.78%
 Climate and Energy	53.82	57	

<http://epi.yale.edu/>



Índice de Performance Ambiental (EPI)





O desenvolvimento pode ser sustentável?

Há limite para uso dos recursos naturais?



Recursos Naturais são Limitados!

- **Reservas minerais;**
- **Área cultivável ;**
- **Água doce;**
- **Energia;**
- **Outros recursos ...**

Não há desenvolvimento realmente sustentável!



O que fazer?

Reduzir o impacto!



Química Verde

Química Sustentável

Química Limpa

Química Benigna

Química Ecoeficiente



http://en.wikipedia.org/wiki/File:Paul_Anastas_2.jpg



http://www.learngreenchemistry.com/John_Warner_files/shapeimage_2.jpg

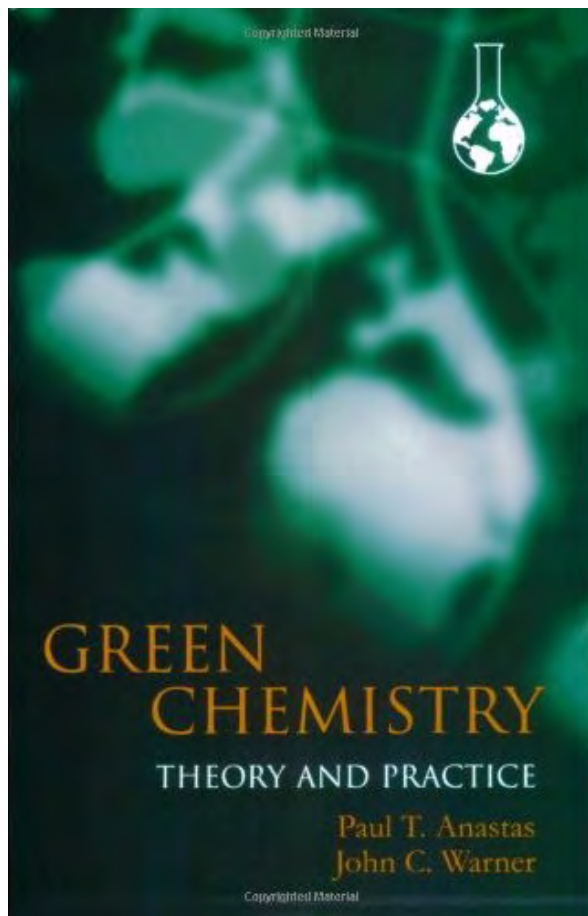


“A invenção, desenvolvimento e aplicação de produtos e processos químicos para reduzir ou eliminar o uso e a geração de substâncias perigosas”

Termo proposto na década de 90 por Paul Anastas (US-EPA)



12 Princípios da Química Verde



Paul T. Anastas
&
John C. Warner

Green Chemistry: Theory and Practice
Oxford University Press: New York, **1998**

Linhas gerais de atuação sobre um processo ou produto para torná-lo menos impactante ao meio ambiente.



Breve Histórico da Química Verde

A década de 90 marcou a mudança:
Controle/Comando → Prevenção da Poluição

- EUA:
 - Pollution Prevention Act (1990);
 - U.S. Green Chemistry Program (1991)
- Europa e Ásia (década de 90):
 - Itália: INCA ;
 - Reino Unido: programas de pesquisa e ensino;
 - Japão: GSCN;
- Periódico *Green Chemistry* (RSC): 1999



Processos Químicos

