

COMPOSIÇÃO QUÍMICA da ATMOSFERA



Pós-Graduação
IFUSP

V. Franz Suxo M.

Universidade de São Paulo

Introdução à Física Atmosférica

07/mai/2018

INTRODUÇÃO

98-99% dos organismos são constituído por:

Carbono (C)

Hidrogênio (H)

Nitrogênio (N)

Oxigênio (O)

1-2% restante:

Sódio (Na)

Cálcio (Ca)

Potássio (K)

Fósforo (P)

Magnésio (Mg)

Enxofre(S)

Cloro (Cl)

INTRODUÇÃO

Elementos essenciais aos seres vivos



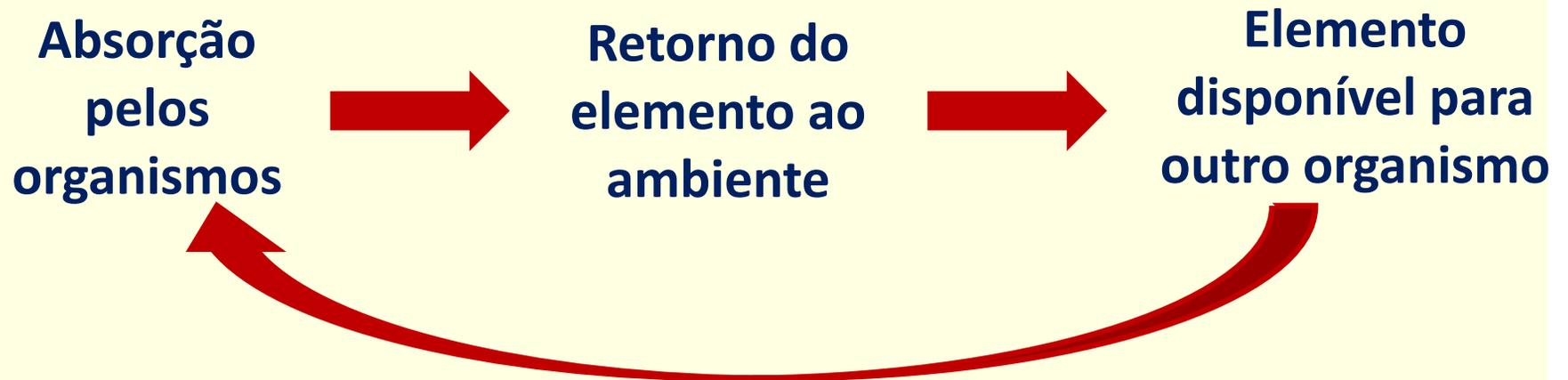
Nutrientes



C		O		H		N		Construtores					
Na	Mg	P	S	Cl	K	Ca	Macronutrientes						
F	Si	V	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	Zn	Se	Mo	Sn	I	Micronutrientes

INTRODUÇÃO

Todos esses elementos (nutrientes) são absorvidos pelos organismos, voltam ao ambiente e se tornam novamente disponíveis para outros organismos.



Essa “ciclagem” dos elementos, envolvendo os organismos e o ambiente, ocorre através de

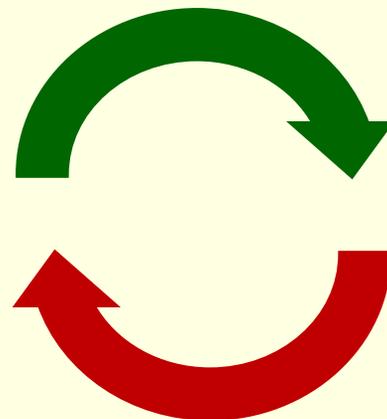
CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

Bio = organismos vivos e *geo* = Terra

CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

Um *ciclo biogeoquímico* é o percurso realizado, no ambiente, por um determinado elemento químico que é essencial à vida. Desta forma, esses ciclos promovem a circulação de tais elementos na biosfera em caminhos característicos.

**ELEMENTO
NO
AMBIENTE**



ORGANISMO

CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

Os ciclos biogeoquímicos se classificam em três grupos básicos:

- 1) **Tipos gasosos** - Reservatório situado na atmosfera ou hidrosfera. Ex. Nitrogênio, Oxigênio
- 2) **Tipos sedimentares** - Reservatório localizado na crosta terrestre. Ex. fósforo, cálcio e enxofre
- 3) **Tipos mistos** - Possuem ambos os compartimentos. Ex. água, carbono e enxofre.

CICLOS BIOGEOQUÍMICOS

- **ESTOQUE RESERVATÓRIO:** componente grande, de movimento lento e, em geral não biológico.
- **ESTOQUE LÁBIL OU DE CICLAGEM:** uma porção menor, porém mais ativa, que faz as trocas rapidamente entre os organismos e seus ambientes.

Rochas
Estoque
Reservatório

Intemperismo



Solos
Estoque
Lábil



ENXOFRE

CARACTERÍSTICAS do ENXOFRE (S)

- ❖ **S** é um elemento essencial para vida no planeta
- ❖ **S** é nutriente-chave (reduzido) para manutenção da vida (ex.: integridade estrutural de proteínas)
- ❖ **S** no estado oxidado (SO_4^{2-}) é o 2do. ânion mais abundante nos rios e oceanos
- ❖ Principal agente causador de acidez em água de chuva
- ❖ Forma substâncias insolúveis com metais (FeS_2) em solos, sedimentos e minerais
- ❖ O ciclo do **S** é o mais intensamente perturbado pelo homem

RESERVATÓRIOS de ENXOFRE



Atmosfera: 512×10^{12} g S
(0,000004%)



Água do mar: 1280×10^{18} g S
(~11%)

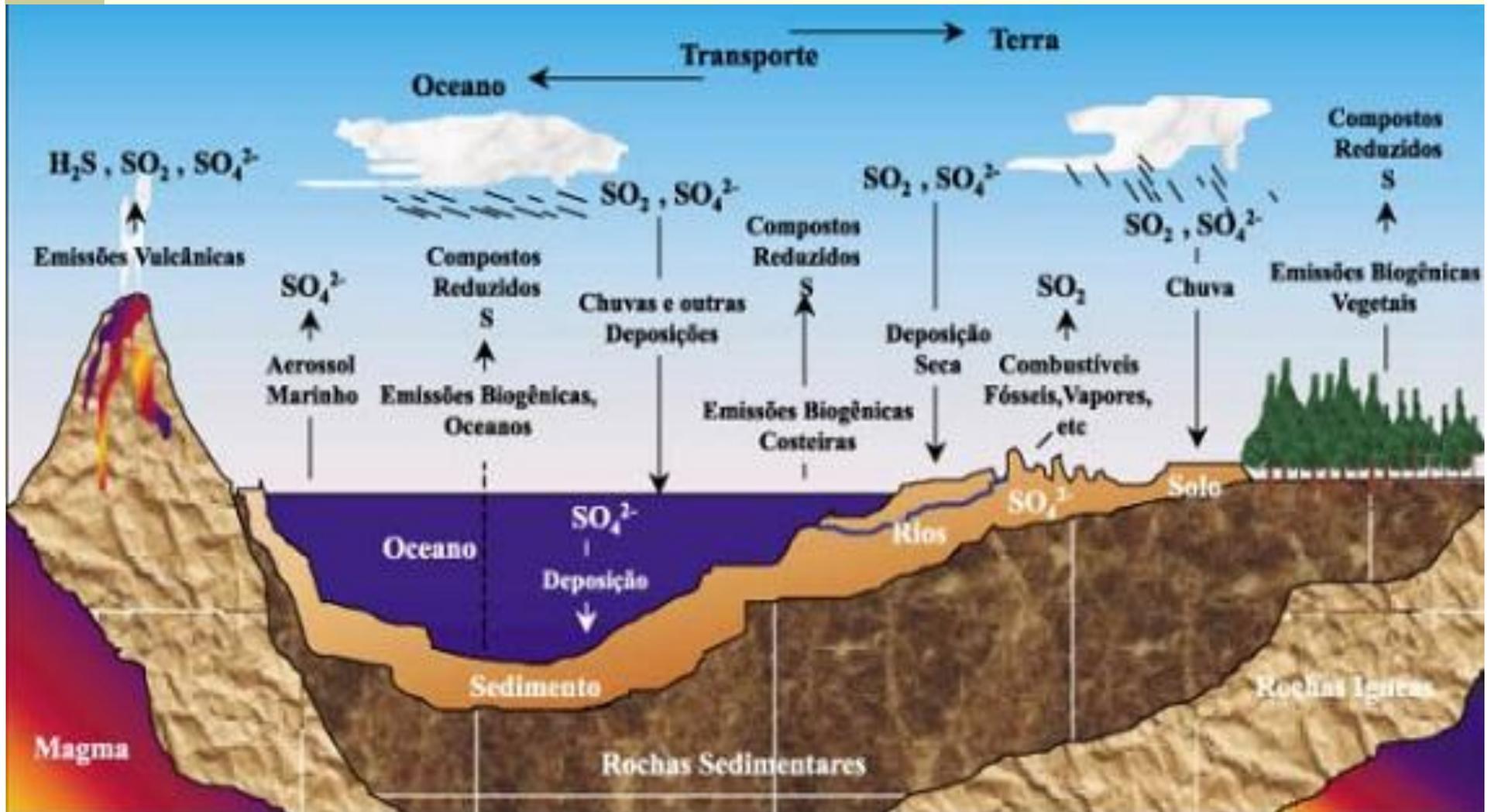
Rochas: 7800×10^{18} g S(68%)

Sedimentos: 2375×10^{18} g S(~21%)

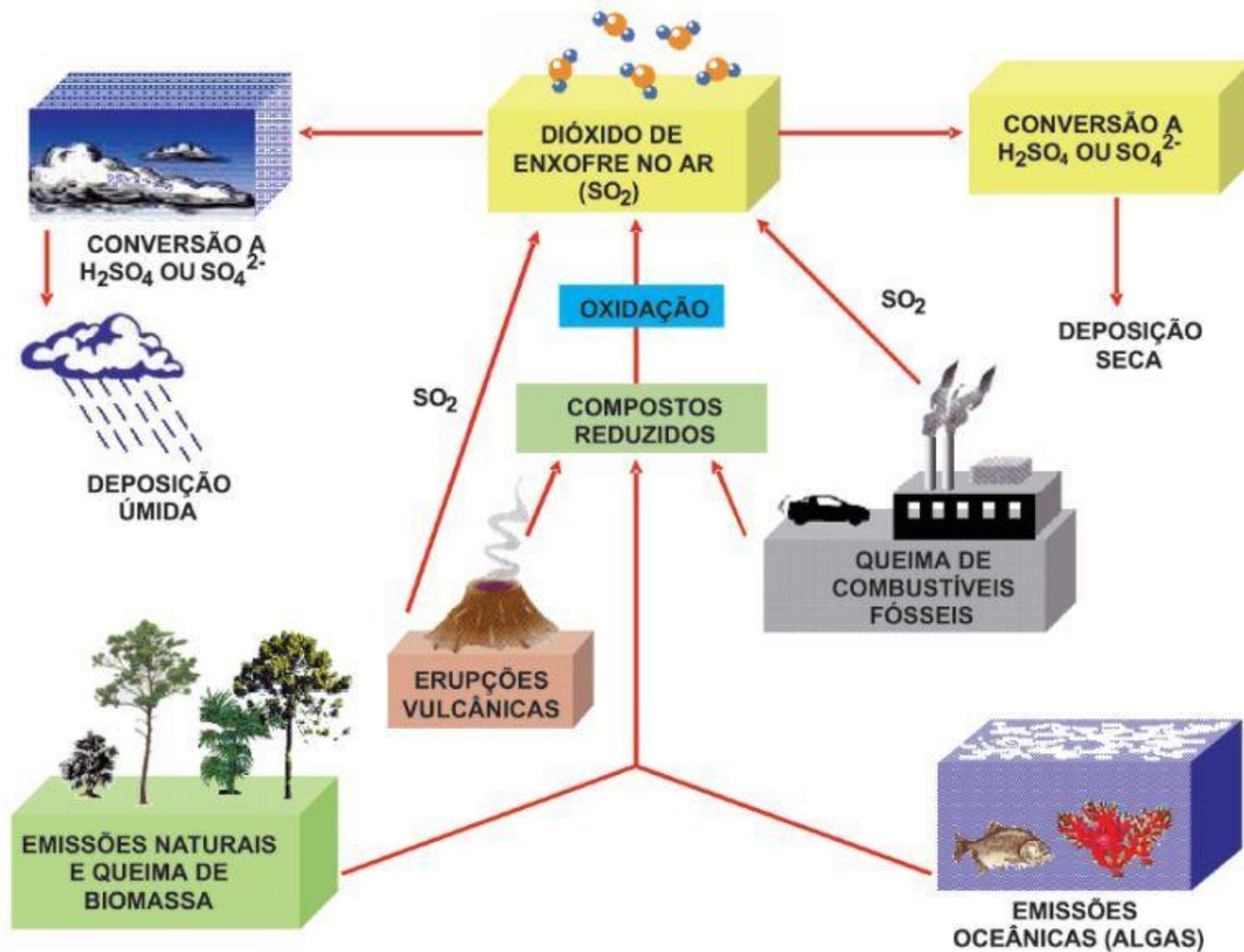
RESERVATÓRIOS GLOBAIS de ENXOFRE

Sulfur Reservoir	Metric tons sulfur	Actively cycled
Atmosphere $\text{SO}_2/\text{H}_2\text{S}$	1.4×10^6	Yes
Ocean Biomass	1.5×10^8	Yes
Soluble inorganic ions (primarily SO_4^{2-})	1.2×10^{15}	Slow
Land Biota	8.5×10^9	Yes
Organic matter	1.6×10^{10}	Yes
Earth's crust	1.8×10^{16}	No

CICLO do ENXOFRE



FLUXOS GLOBAIS do ENXOFRE



FLUXOS GLOBAIS do ENXOFRE

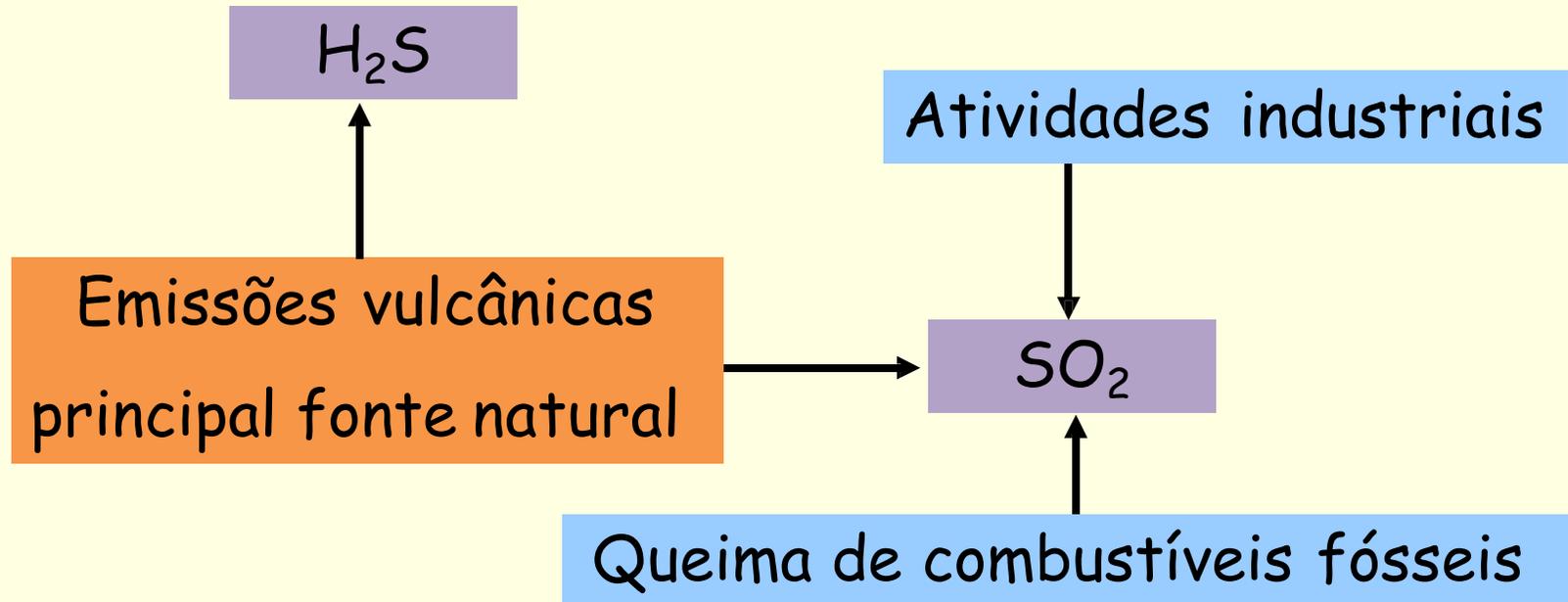
Summary of Global Sulfur Fluxes in TgS yr⁻¹

	<i>Compound</i>	<i>Flux</i>
<u><i>Sources</i></u>		
Volcanoes	SO ₂ , H ₂ S, OCS	7-10
Vegetation and soils	H ₂ S, DMS, OCS CS ₂ , DMDS	0.4-1.2
Biomass burning	SO ₂ , OCS, H ₂ S	2-4
Ocean	DMS, OCS, CS ₂ , H ₂ S	10-40
Anthropogenic	SO ₂ , sulfates	88-92
<u><i>Sinks</i></u>		
Dry deposition	SO ₂ , sulfates	50-75
Wet deposition	SO ₂ , sulfates	50-75

COMPOSTOS de ENXOFRE

⇒ Os mais importantes presentes na atmosfera são:
 $(\text{CH}_3)_2\text{S}$, H_2S , SO_2 , SO_3 e SO_4^{2-}

⇒ principal forma de entrada na atmosfera são as atividades humanas



Carvão 3% do peso em enxofre petróleo 0,05% de enxofre em sua composição

DIÓXIDO de ENXOFRE (SO₂)

Impacto toxicológico

⇒ agrava as doenças respiratórias preexistentes e contribui para seu desenvolvimento

⇒ irritante do sistema respiratório

⇒ provoca tosse, sensação de falta de ar, diminuição da resistência às infecções.

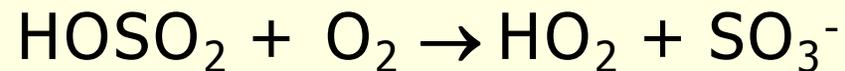
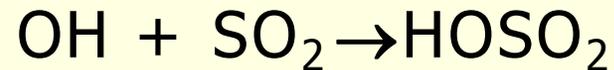
⇒ dose letal em humanos: 500 ppm

Londres 1952: "névoa negra" SO₂ + MP (poeira)

Impacto ambiental

⇒ Chuva ácida

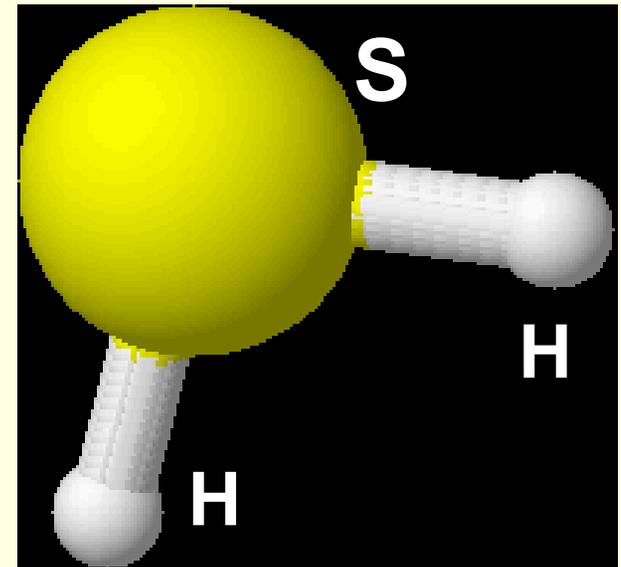
CHUVA ÁCIDA



- Prejuízos ecológicos e econômicos - danos
- às florestas
- à fauna e flora aquáticas
- aos materiais de construção
- pH da água de chuva: 4,5-5,6
- Aerossol de sulfato → degradação da visibilidade – dispersão da luz.
- Queima de carvão e emissões de vulcão: SO_2 e HCl

SULFETO de HIDROGÊNIO (H₂S)

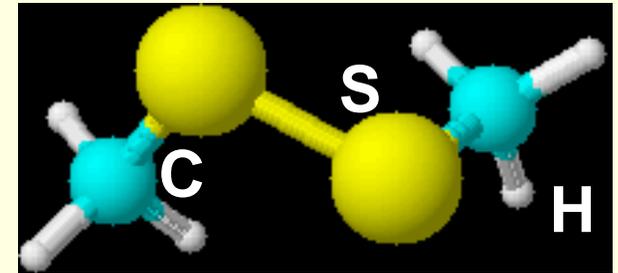
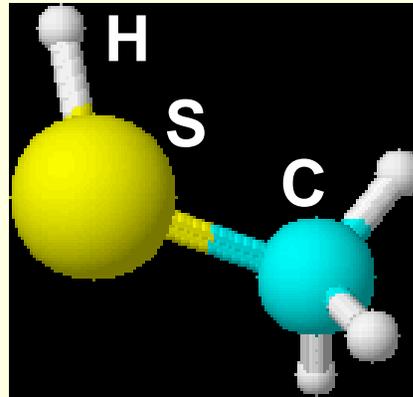
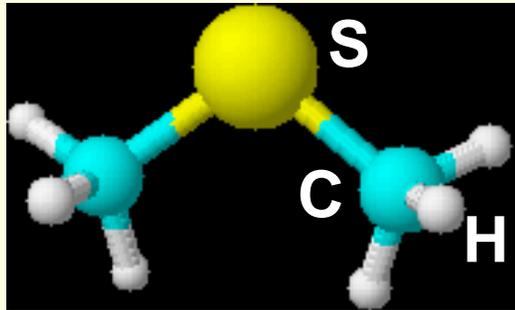
- ❖ É o principal gás reduzido de enxofre liberado de ecossistemas terrestres
- ❖ Fontes incluem vulcões, vegetais e solos, queima de biomassa, oceanos e atividades industriais
- ❖ Representa 1% (0,1 Tg S ano⁻¹) do total do S emitido por vulcões



DIMETIL SULFETO (CH_3SCH_3)

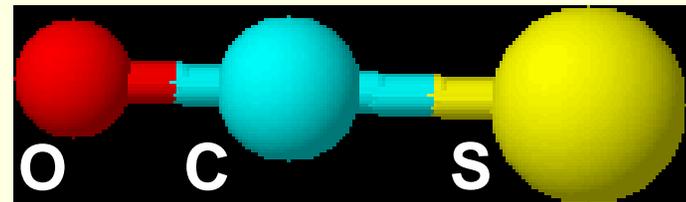
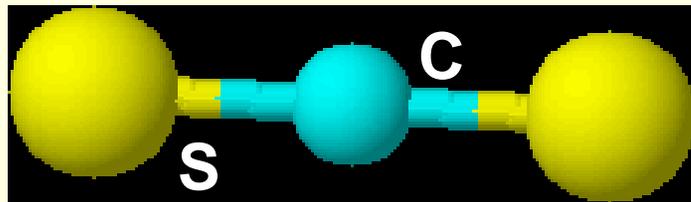
METANO TIOL (CH_3SH)

DIMETIL SULFETO DMS (CH_3SSCH_3)



- ❖ Gases reduzidos de enxofre
- ❖ DMS é emitido por algas marinhas e fotossíntese de fitoplâncton e constitui a maior emissão de enxofre na forma reduzida
- ❖ Fluxo de DMS estimado em 16 Tg S ano^{-1}

DISSULFETO de CARBONO (CS_2) SULFETO de CARBONILLA (OCS)

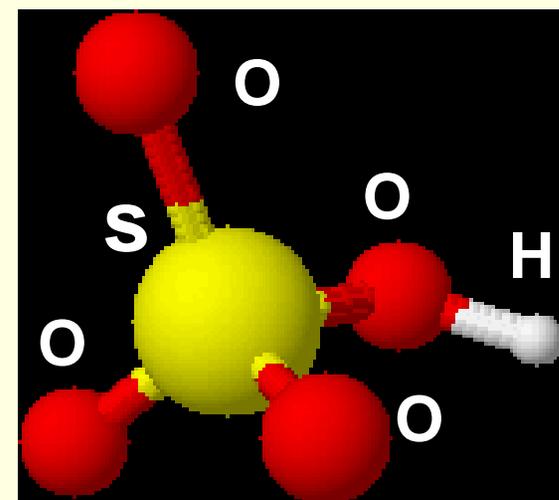
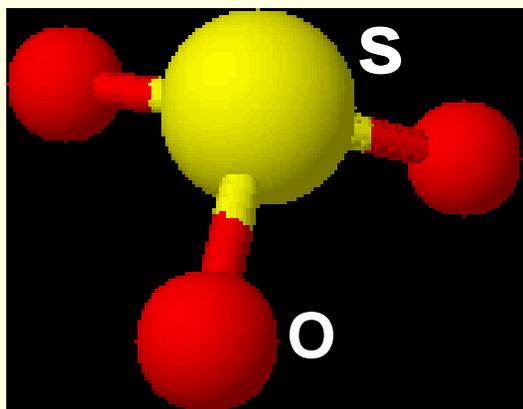
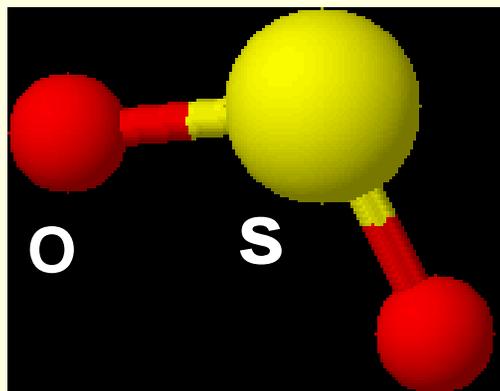


- ❖ CS_2 é um gás reduzido de enxofre emitido tanto por fontes biogênicas quanto antropogênicas
- ❖ OCS é o gás de S mais abundante na atmosfera e é emitido e absorvido pela vegetação e é também produzido pela oxidação do CS_2

DIÓXIDO de ENXOFRE (SO_2)

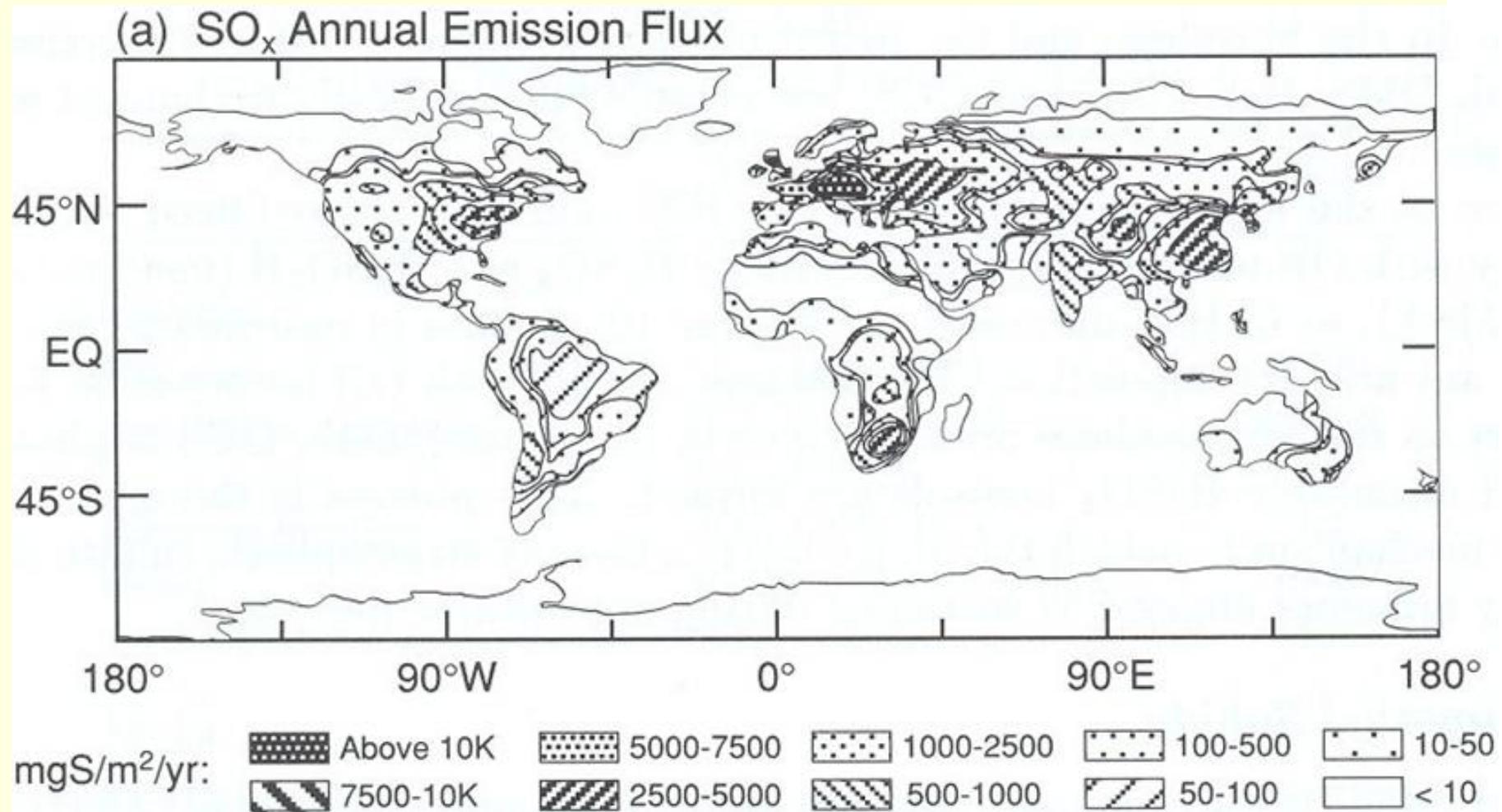
TRIÓXIDO de ENXOFRE (SO_3^-)

ÁCIDO SULFÚRICO (H_2SO_4)

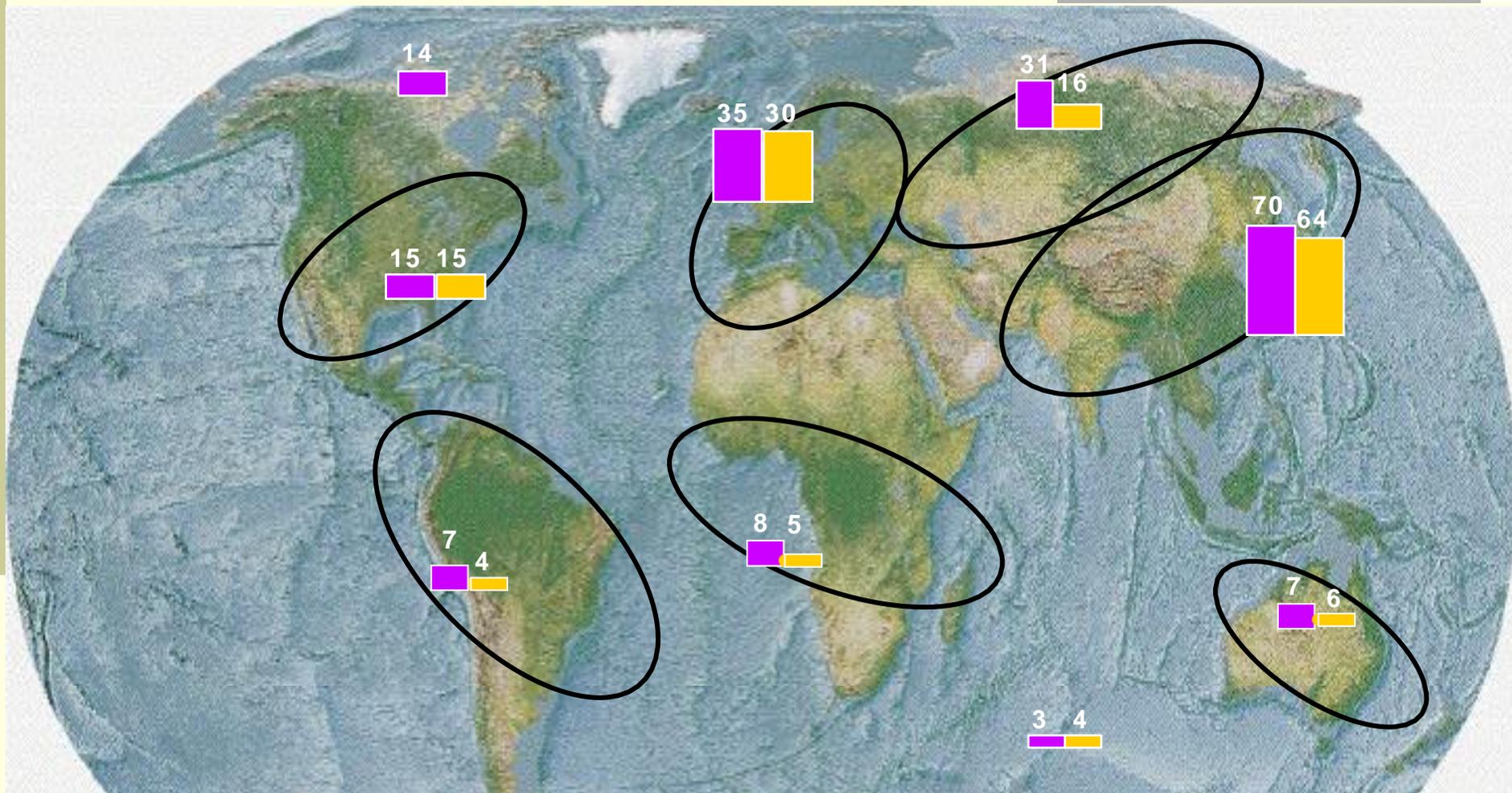


- ❖ $\text{SO}_2 + \text{SO}_3^- = \text{SO}_x$ são liberados principalmente na queima de combustíveis fósseis
- ❖ SO_2 é tb um produto de oxidação de gases reduzidos de S
- ❖ SO_3^- intermediário na oxidação do SO_2 e precursor do H_2SO_4

DISTRIBUIÇÃO de EMISSÕES de ENXOFRE (**Source**)



PRECIPITAÇÃO e DEPOSIÇÃO de ENXOFRE (**Sink**)



Concentração das precipitações: $\mu\text{mol L}^{-1}$

Deposição: $\text{mmol m}^{-2} \text{ano}^{-1}$

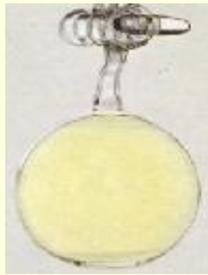


HALOGÊNIO

COMPOSTOS com HALOGÊNIOS



Fluor



Cloro



Bromo

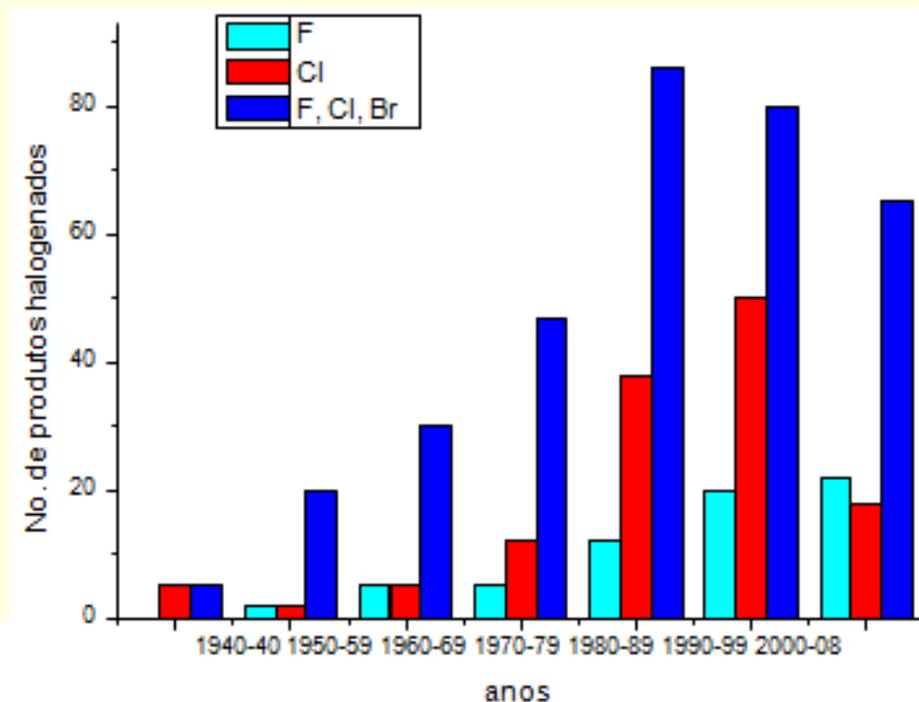


Iodo

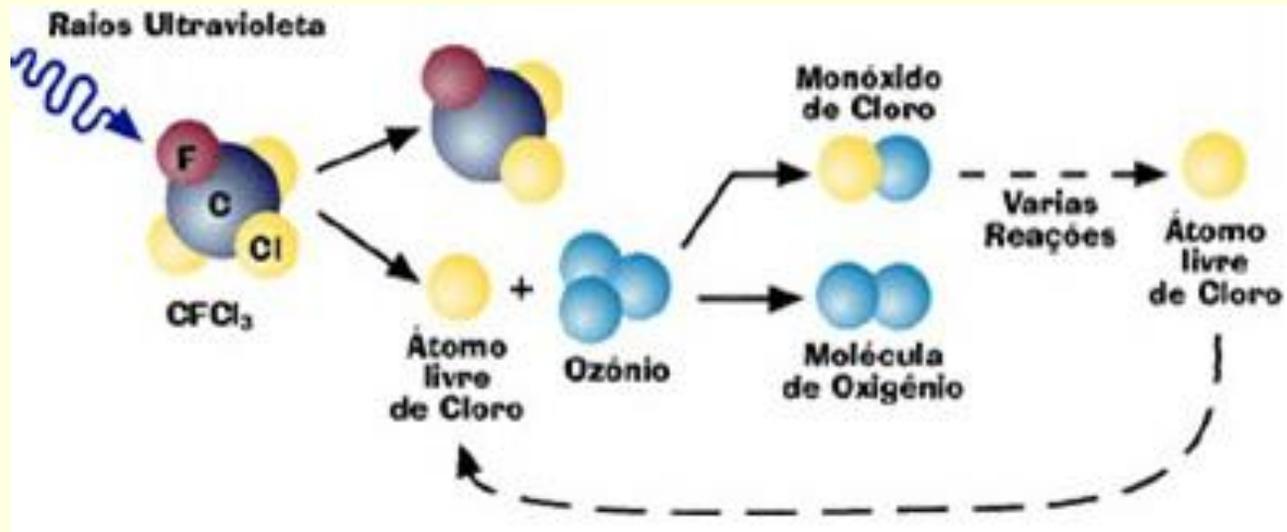
- 1. Halocarbonos**
- 2. Clorofluorcarbonos (CFCs)**
- 3. Hidroclorofluorcarbonos (HCFCs)**
- 4. Hidrofluorcarbonos (HFCs)**
- 5. Perhalocarbonos**
- 6. Halons**

CARACTERÍSTICAS dos COMPOSTOS com HALOGÊNIOS

1. Em geral, se referem a compostos orgânicos
2. Possuem propriedades refrigerantes, propelentes e solventes
3. São compostos altamente estáveis
4. Destroem a camada de ozônio (especialmente CFCs)

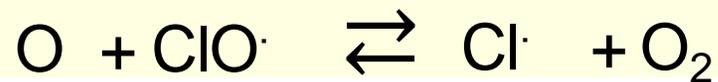
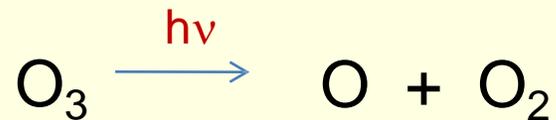
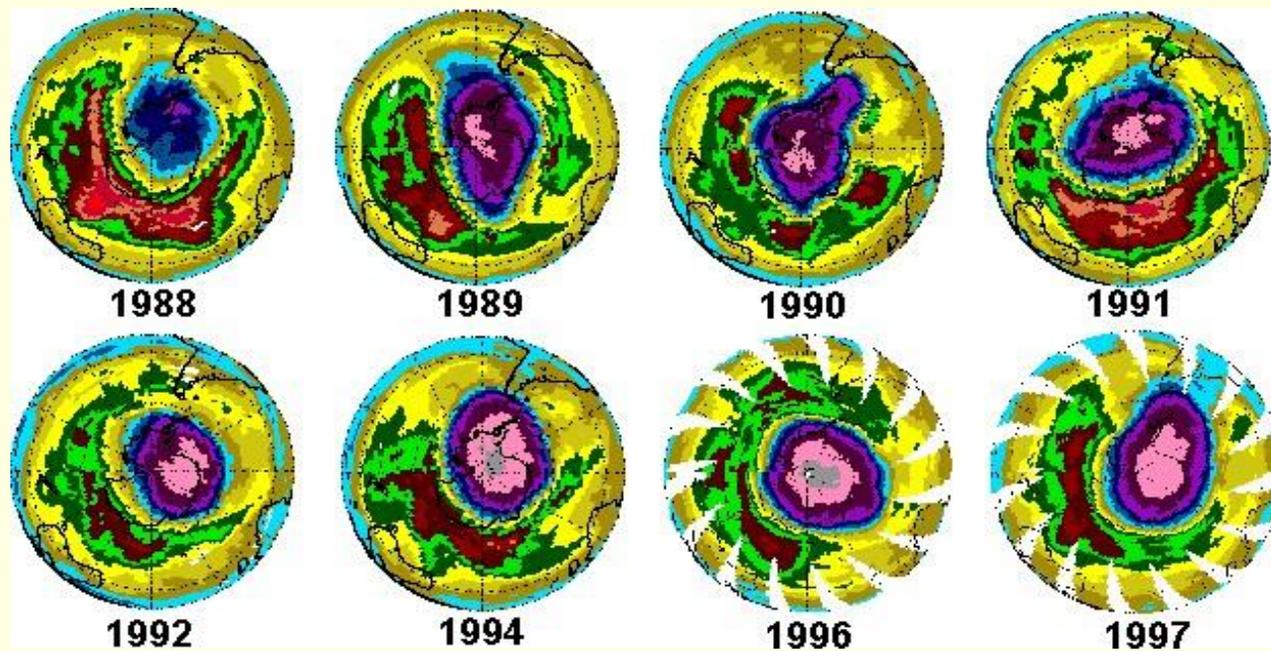


EFEITOS dos COMPOSTOS com HALOGÊNIOS



Essa espécies radicalares são responsáveis, por exemplo, pela **degradação da camada de ozônio**, em nossa camada atmosférica superior.

RISCOS AMBIENTAIS





Obrigado!!!