



**Universidade de São Paulo**  
**Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas**  
**Departamento de Ciências Atmosféricas**  
**DCA/IAG/USP**

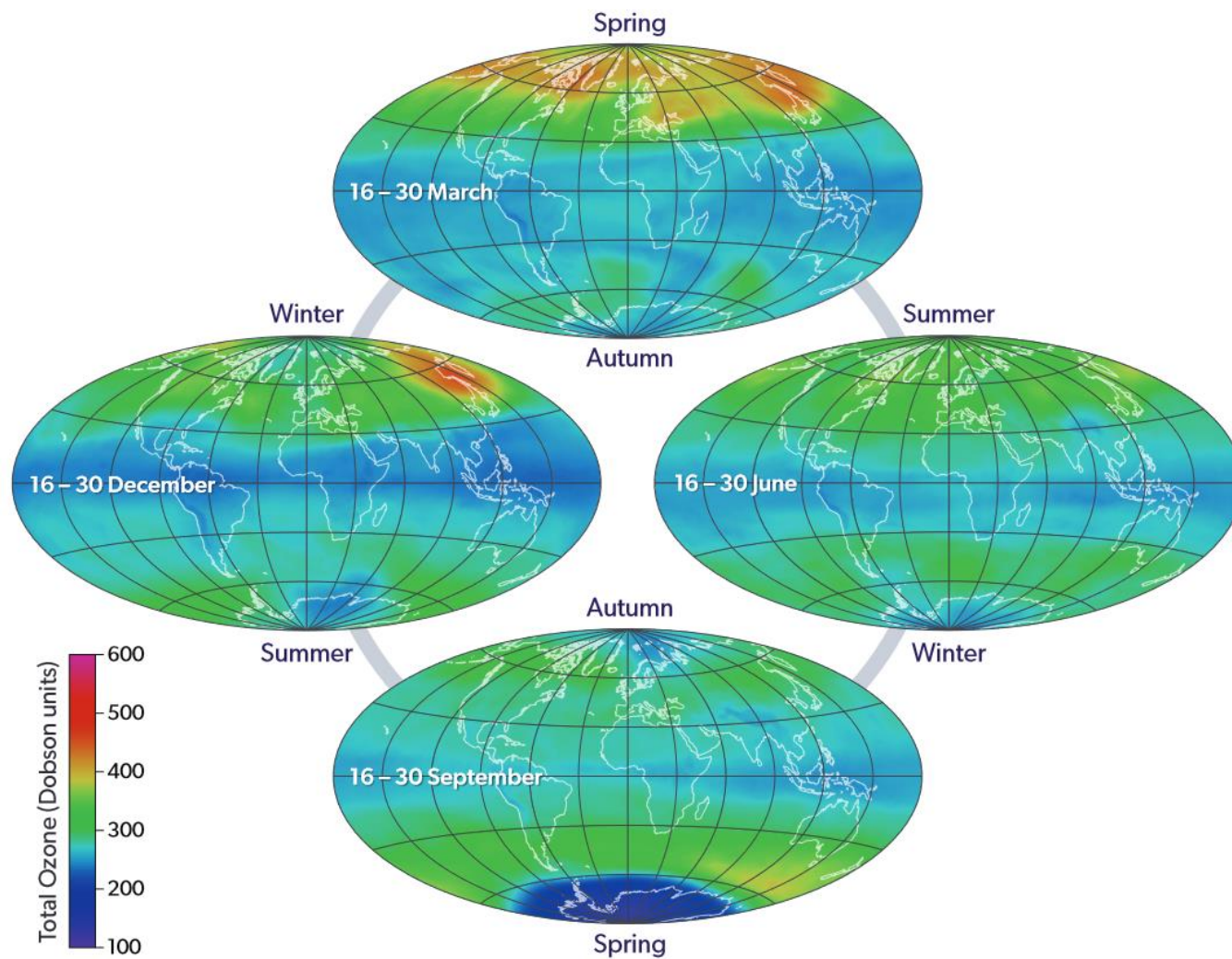
**AGM58230 – Tópicos em química atmosférica**

# **Depleção da camada de ozônio**

Profa. Adalgiza Fornaro

São Paulo, setembro 2023

# Global Satellite Maps of Total Ozone in 2021



## “Depleção” da camada de ozônio

Depleção = redução ou perda de elementos (ou substâncias) fundamentais num meio físico, químico ou biológico.

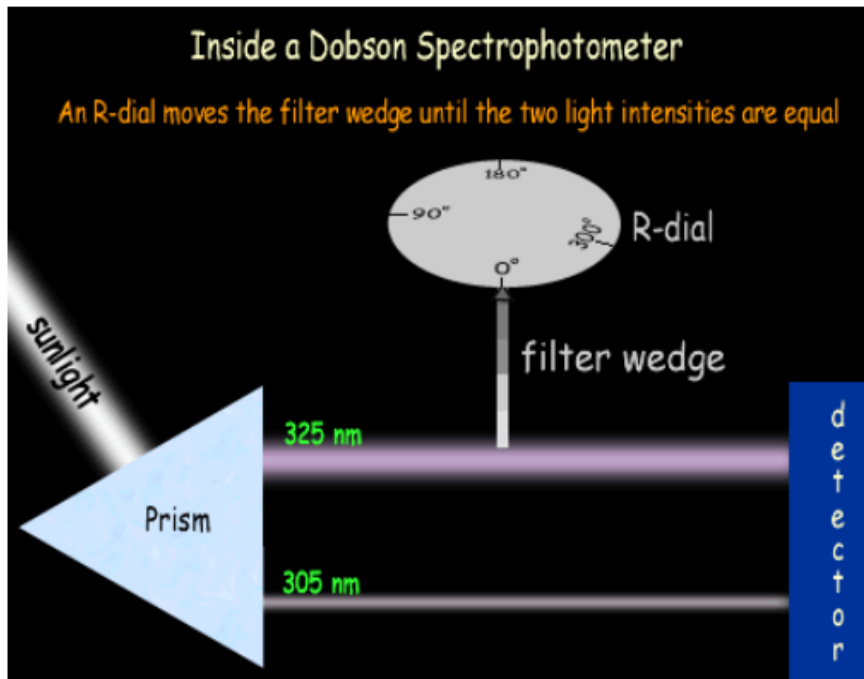
# Depleção da camada de ozônio

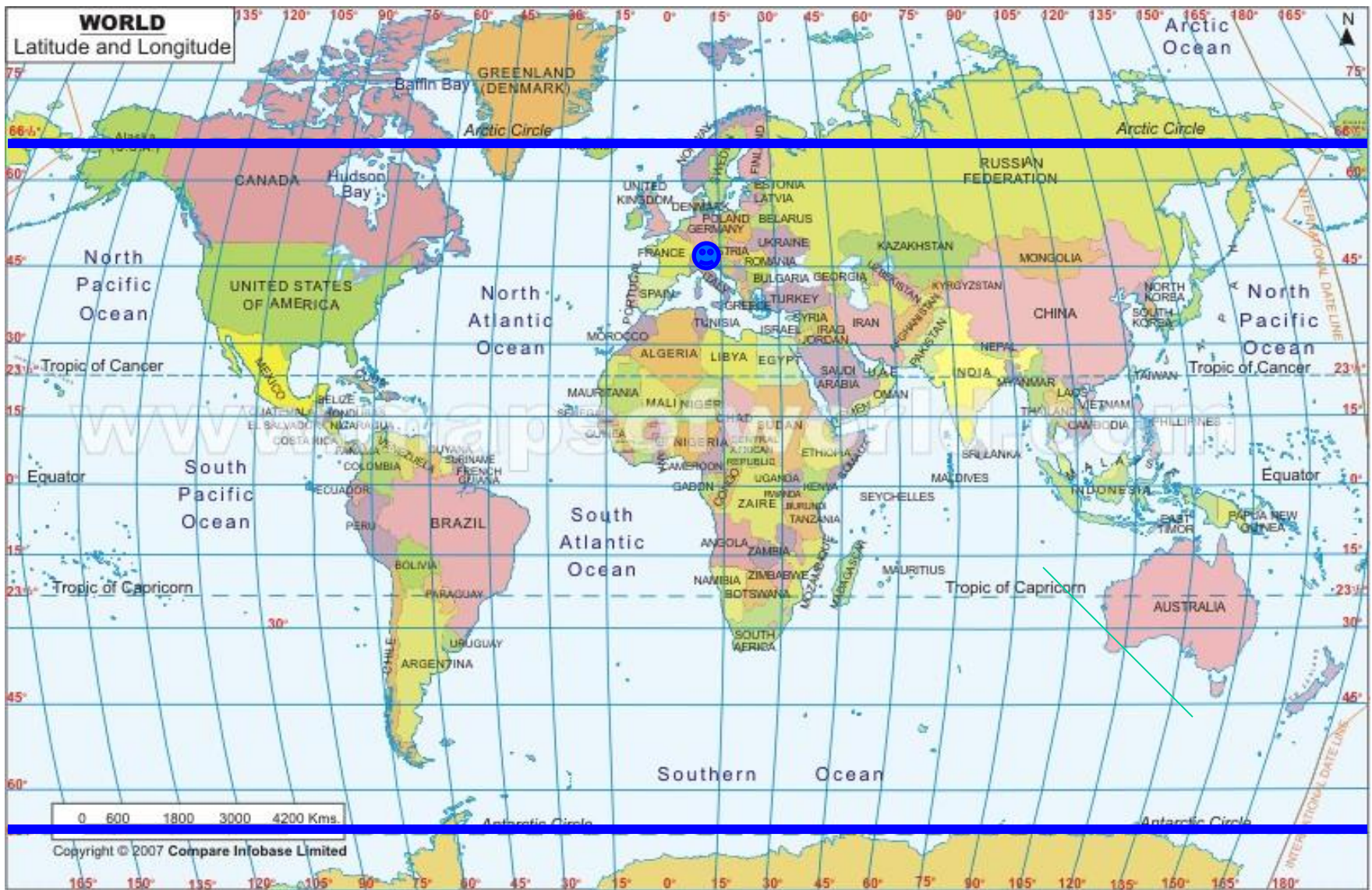
- ❖ Dados de medidas da coluna de ozônio durante o século 20 (desde 1926 em Arosa, Suíça: 47°N).
- ❖ Dados de satélites desde 1979 em regiões temperadas (65°N – 65°S).

# Espectrômetro Dobson - Medidas de $O_3$

- ❑ Luz UV em 2 comprimentos de onda entre 305-345 nm.
- ❑ Um  $\lambda$  é fortemente absorvido pelo  $O_3$  (305 nm), o outro  $\lambda$  não é absorvido (325 nm).
- ❑ A relação entre as duas intensidades de luz é uma medida da quantidade de  $O_3$  no caminho da luz do sol até o detector.

From <http://ozone.gi.alaska.edu/dobson.htm>





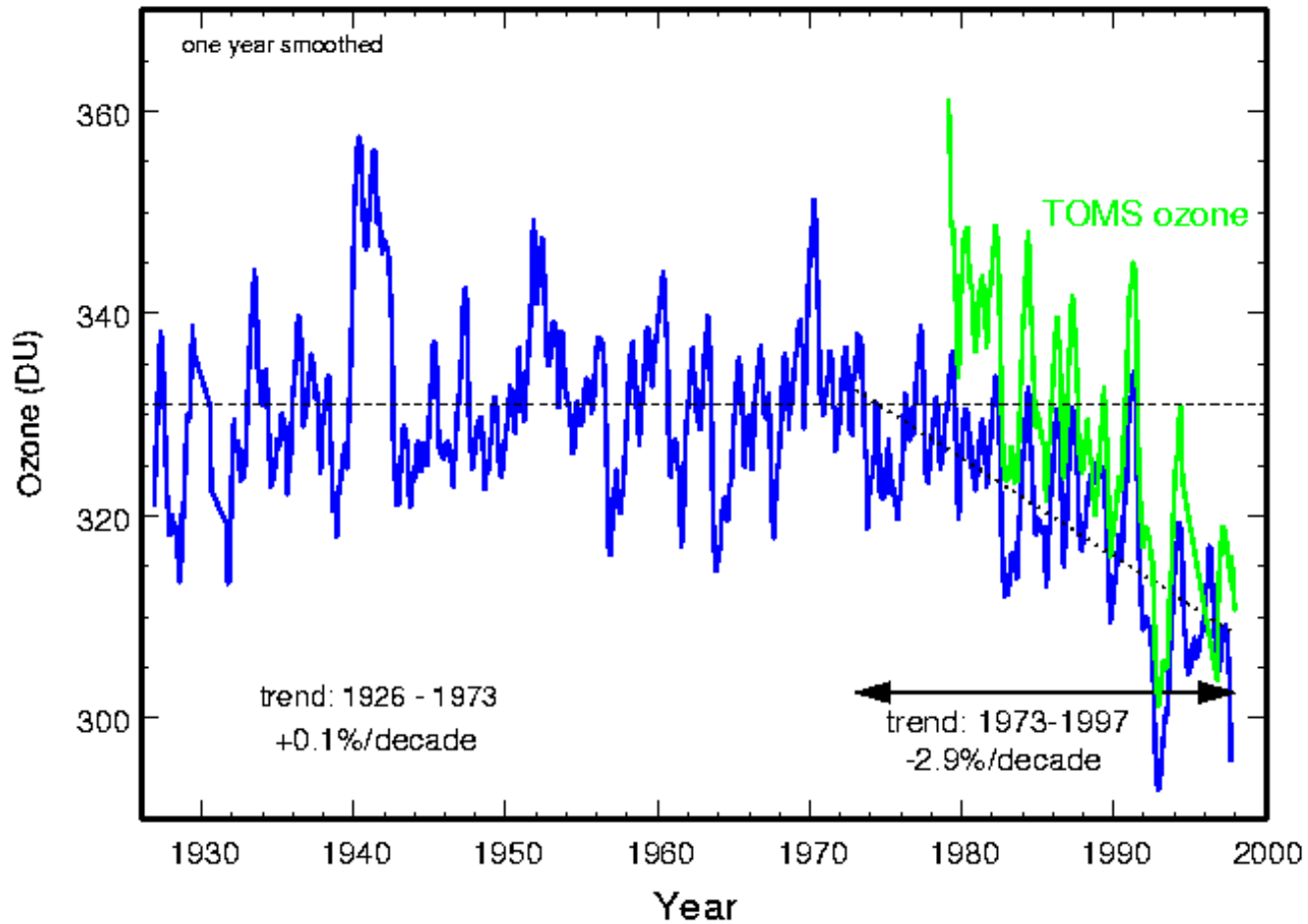
65° N

65° S

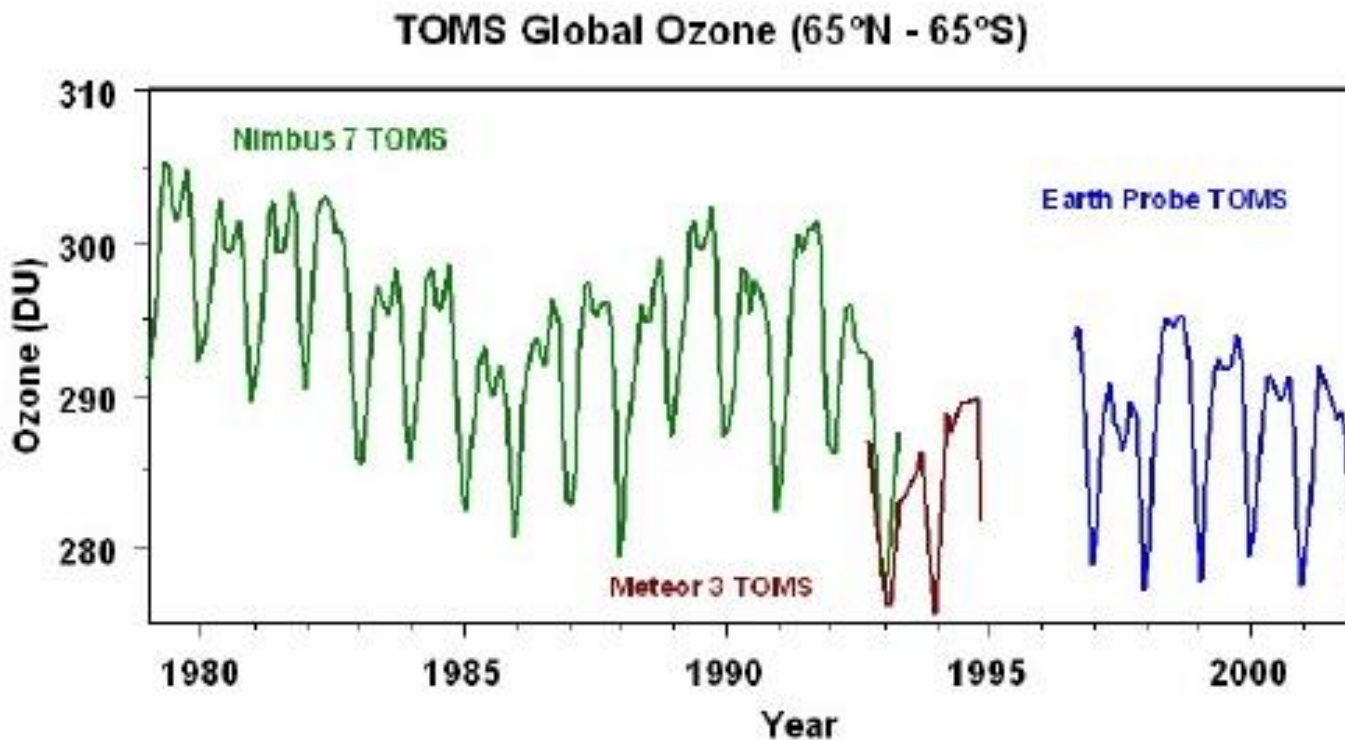
● Suiça, ~47° N

# Suiça (na Europa Central, latitude $\sim 47^\circ$ norte)

## Ozone at Arosa, Switzerland since 1926



## Depleção de ozônio em regiões temperadas (65°N – 65°S)

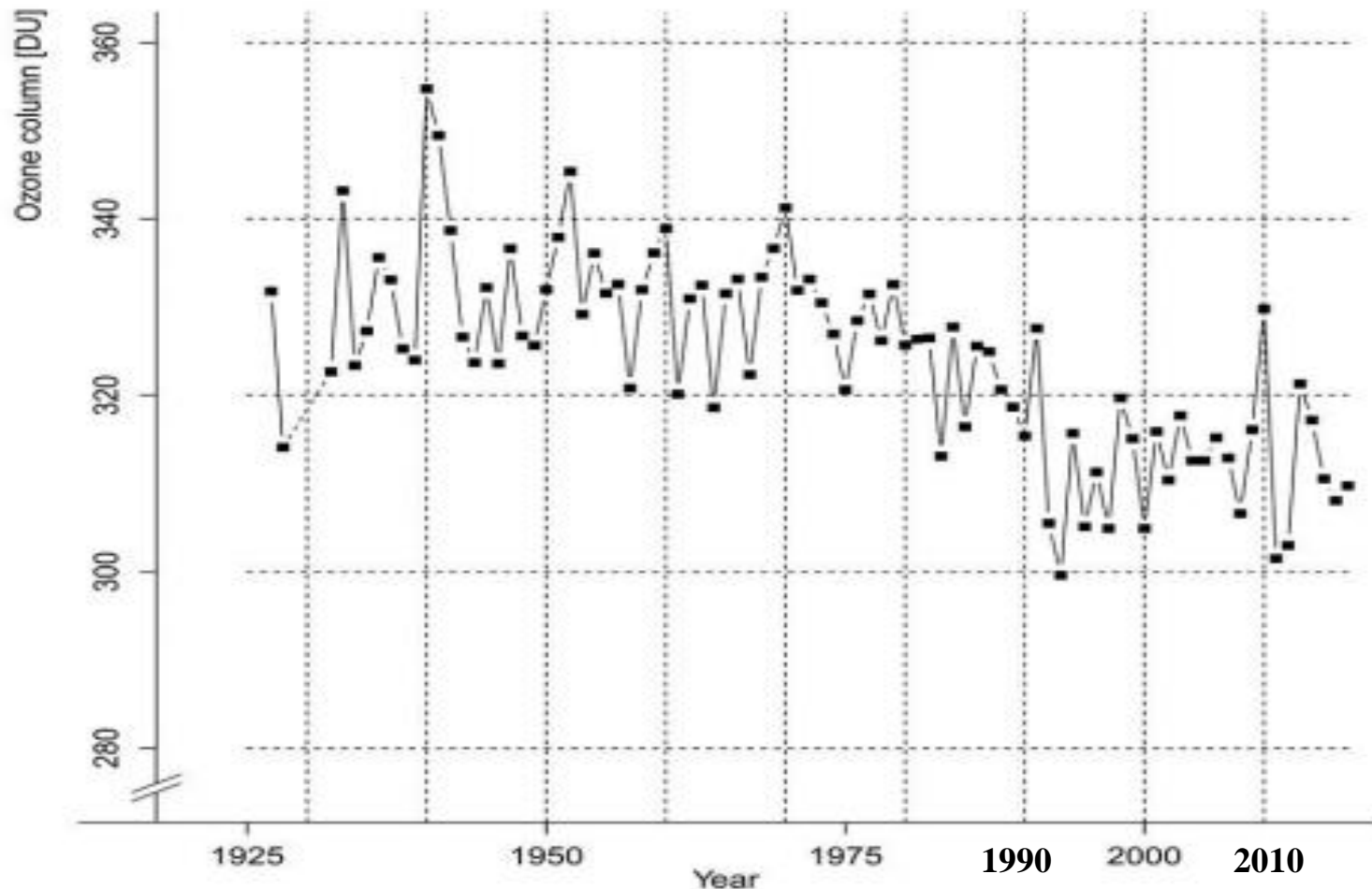


**Monthly Average Total Ozone Amount from 1979-2001**

(<http://toms.gsfc.nasa.gov/multi/>)



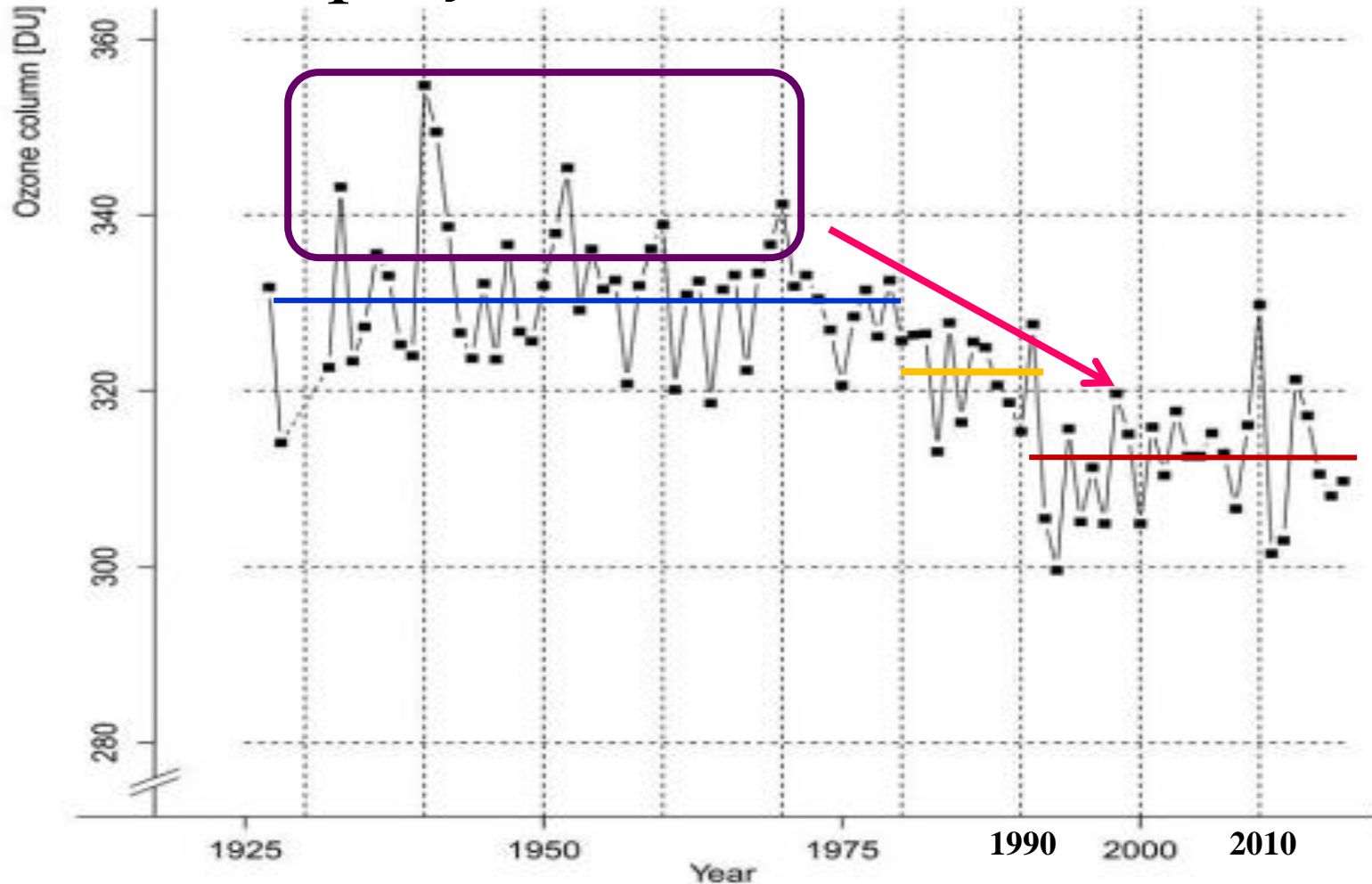
# “Depleção” da camada de ozônio



Valores médios anuais totais do ozônio (coluna) medidos em Arosa (47° N), Suíça, de **1926 a 2017**

(Staelin et al., Atmos. Chem. Phys., 18, 6567–6584, 2018).

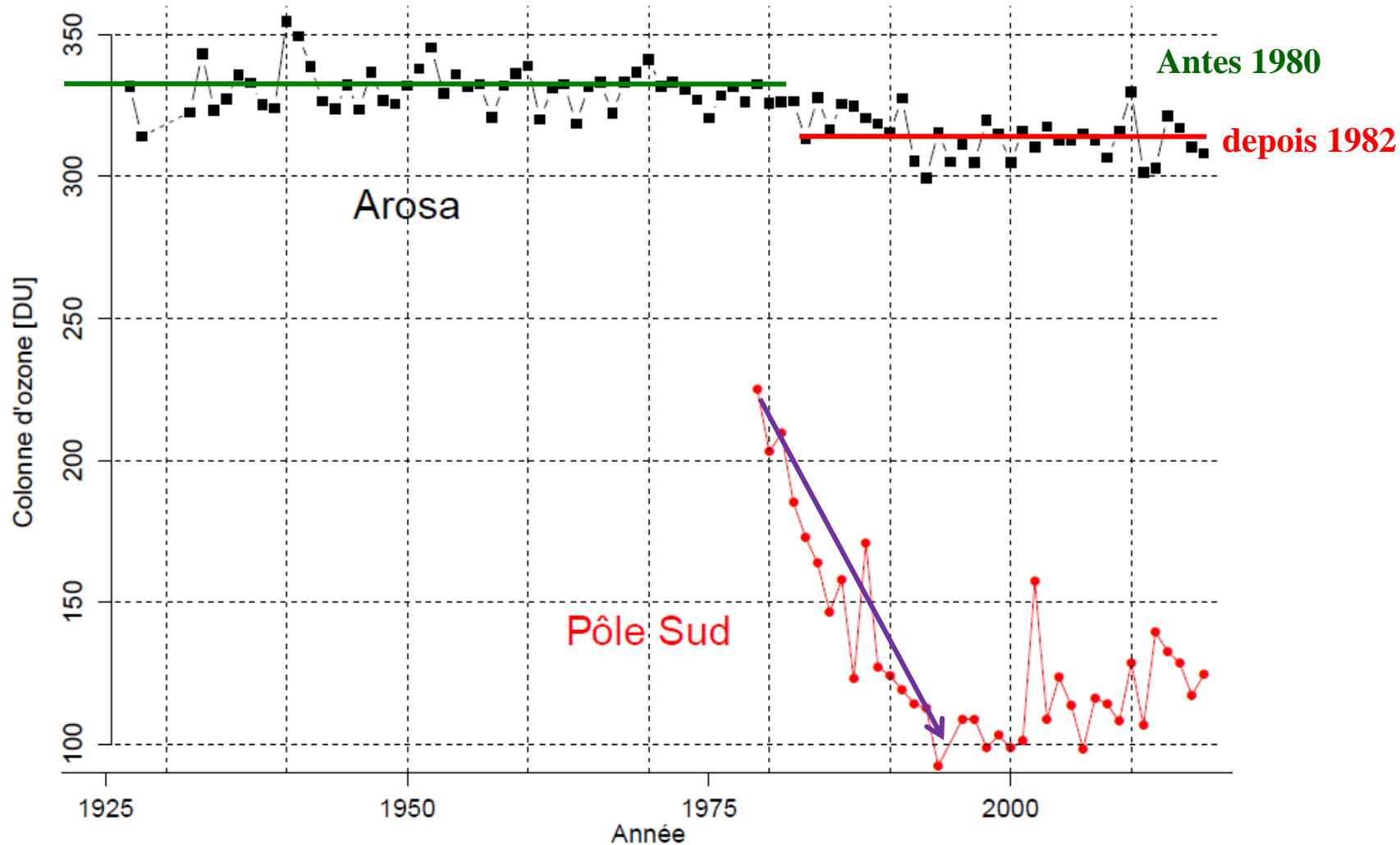
# “Depleção” da camada de ozônio



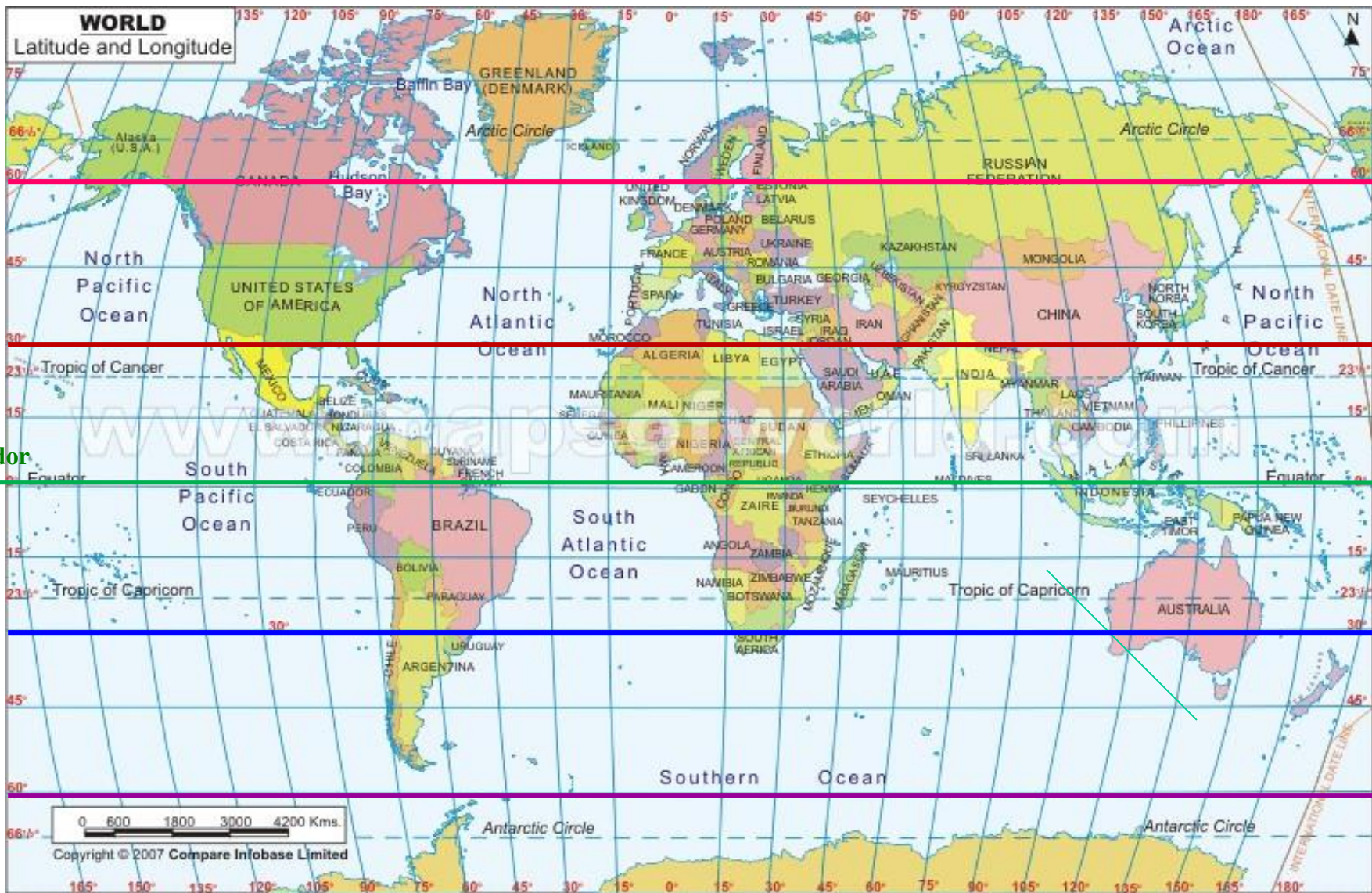
Valores médios anuais totais do ozônio (coluna) medidos em Arosa (47° N), Suíça, de **1926 a 2017** (Staehelin et al., Atmos. Chem. Phys., 18, 6567–6584, 2018).

Artigo

Johannes Staehelin, Pierre Viatte, Rene Stübi, Fiona Tummon, and Thomas Peter,  
**Stratospheric ozone measurements at Arosa (Switzerland): history and scientific relevance**, *Atmos. Chem. Phys.*, 18, 6567–6584, 2018  
<https://doi.org/10.5194/acp-18-6567-2018>



Black: time series of annual mean values of the ozone column at Arosa (GR) since 1926. Red: time series of the minimum ozone values at the South Pole since 1979. Dobson Unit corresponds to the ozone volume in the air above one square meter over the ground at normal conditions (temperature 0 °C, air pressure 1 bar).



# Ciclo do $\text{ClO}_x$

$\text{ClO}_x$  - produzidas a partir dos clorofluorocarbonos (CFC's)

CFC's são produzidos artificialmente.

Exemplos de CFC's : Freons ( $\text{CFCl}_3$ ,  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ )

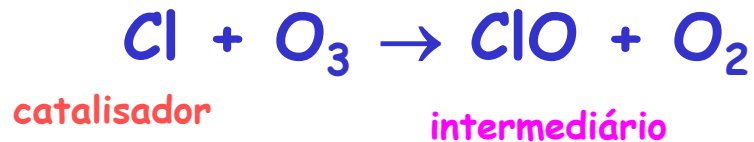
CFCs são inertes na troposfera, por outro lado sofrem fotólise na estratosfera, liberando átomos de Cl.



Radiação UV que não atinge a troposfera

# Consequências das reações competitivas

## Reações Catalíticas

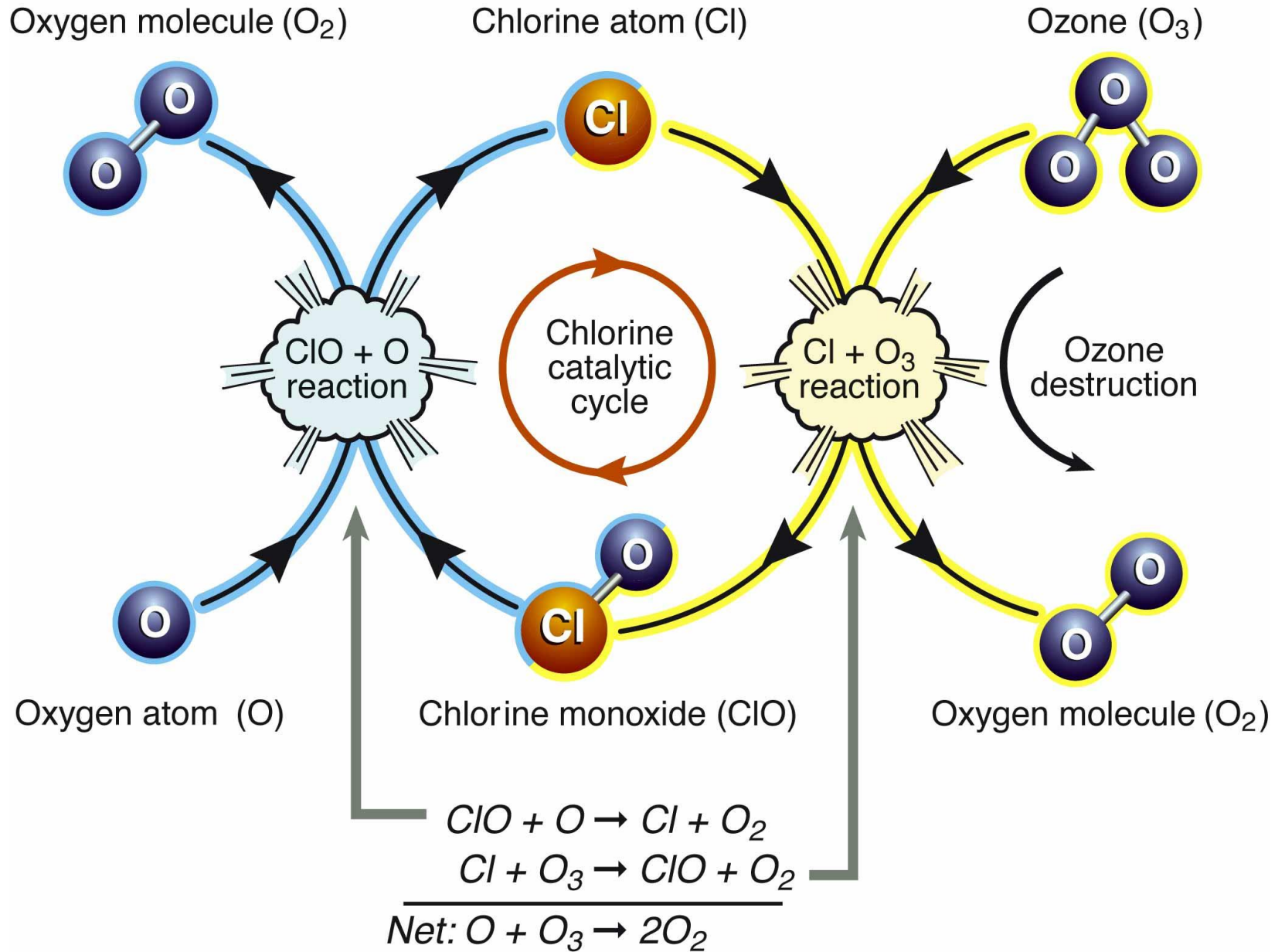


- Baixa energia de ativação

$E_a$  para mecanismo de Chapman = 17,1 kJ/mol

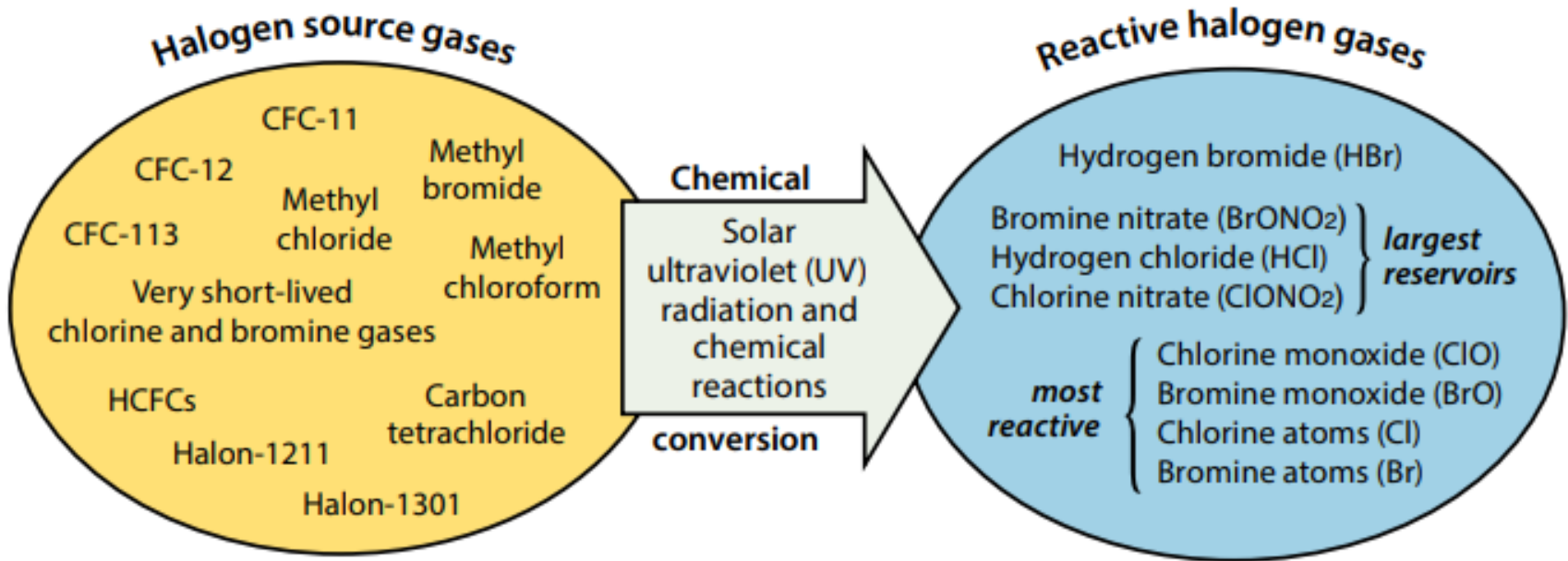
$E_a$  para reação  $\text{ClO}_x$  = 2,1 kJ/mol

# Ciclo catalítico de destruição do ozônio



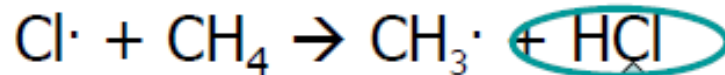


# Stratospheric Halogen Gases

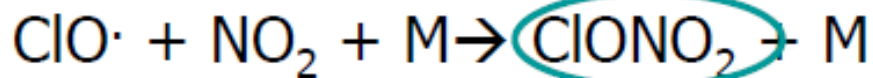


# Átomo de cloro (Cl)

Reações de termino para Cl

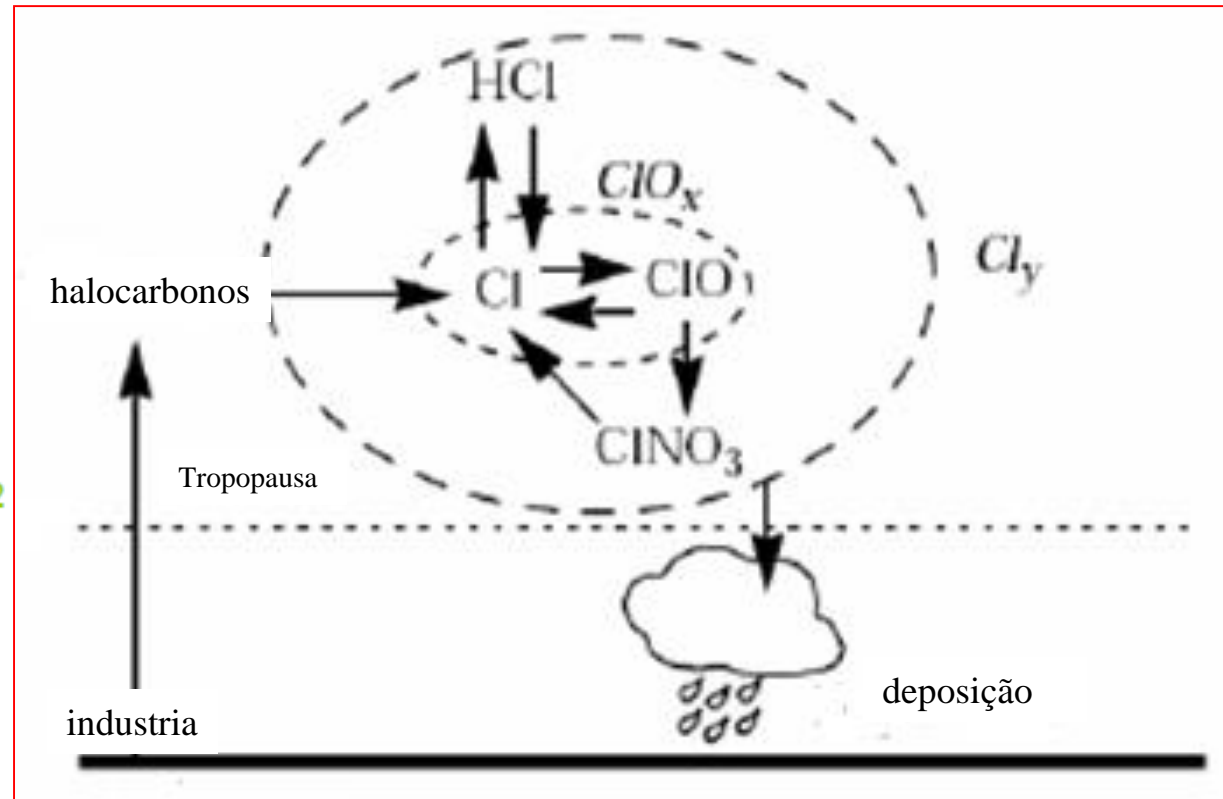
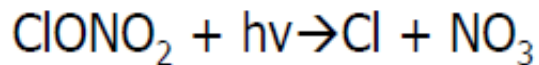
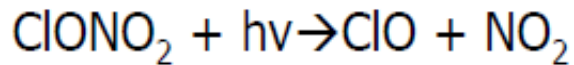
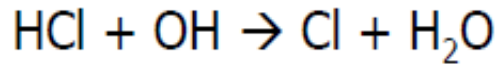


- Estável na estratosfera
- Removido por precipitação quando é transportado para troposfera



# Espécies reservatório para $\text{ClO}_x$ : $\text{HCl}$ e $\text{ClONO}_2$

Relativamente não reativas mas podem regenerar espécies reativas ( $\text{Cl}_x$  ou  $\text{ClO}_x = \text{Cl} + \text{ClO}$ ) em condições adequadas.



Fontes e sumidouros de  $\text{ClO}_x$  e  $\text{Cl}_y$  na estratosfera

D.J. Jacob, "Introduction to Atmospheric Chemistry", Princeton University Press, Princeton, 1999

CFCs são inertes na troposfera, por outro lado sofrem fotólise na estratosfera, liberando átomos de Cl.



Radiação UV que não atinge a troposfera

1974-Molina & Roland's work

1987-Montreal Protocol

1997-CFC ban

## Paul J. Crutzen (December 3, 1933 – January 28, 2021)



Paul J. Crutzen at the Max Planck Institute for Chemistry. © C. Costard/MPI for Chemistry

Crutzen recebeu o Prêmio Nobel de Química em 1995 por identificar como os óxidos de nitrogênio contribuem na depleção da camada de ozônio da Terra e descobrir os processos químicos que causam o buraco na camada de ozônio.

Crutzen, P.J. The influence of nitrogen oxide on the atmospheric ozone content.

*Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 96, 320-325, 1970.

# Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalysed destruction of ozone

Mario J. Molina & F. S. Rowland

*Nature* **249**, 810–812(1974) | [Cite this article](#)

**10k** Accesses | **2717** Citations | **508** Altmetric | [Metrics](#)

## Abstract

Chlorofluoromethanes are being added to the environment in steadily increasing amounts. These compounds are chemically inert and may remain in the atmosphere for 40–150 years, and concentrations can be expected to reach 10 to 30 times present levels.

Photodissociation of the Chlorofluoromethanes in the stratosphere produces significant amounts of chlorine atoms, and leads to the destruction of atmospheric ozone.

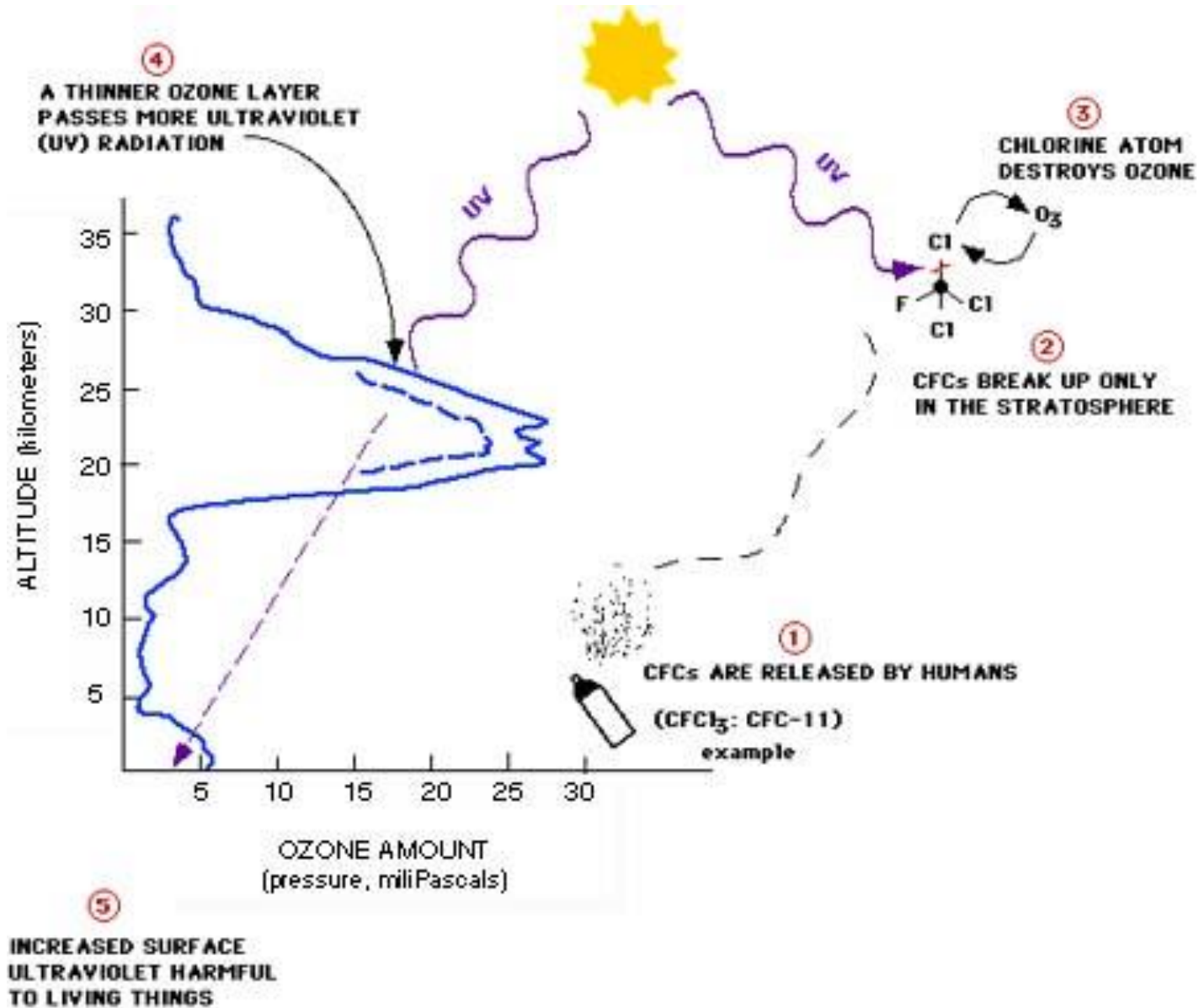
Crutzen, P.J. The influence of nitrogen oxide on the atmospheric ozone content.

*Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 96, 320-325, 1970.

**1995 – Nobel de Química**

**Frank Rowland, Mario Molina e Paul Crutzen**

# Depleção da camada de ozônio: ação humana, CFCs



# Principal Steps in the Depletion of Stratospheric Ozone

1

## Emissions

**Halogen source gases** are emitted at Earth's surface by human activities and natural processes.



2

## Accumulation

**Halogen source gases** accumulate in the atmosphere and are globally distributed throughout the lower atmosphere by winds and other air motions.



3

## Transport

**Halogen source gases** are transported to the stratosphere by air motions.





4

### Conversion

Most **halogen source gases** are converted in the stratosphere to **reactive halogen gases** in chemical reactions involving ultraviolet radiation from the sun.



5

### Chemical reaction

**Reactive halogen gases** cause chemical depletion of stratospheric **ozone** over the globe.



6

### Removal

Air containing **reactive halogen gases** returns to the troposphere where the gases are removed by moisture in clouds and rain.

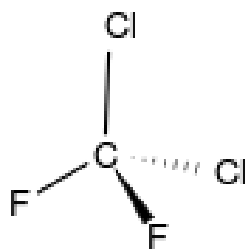


Low-temperature surface reactions on polar stratospheric clouds (PSCs) significantly increase **reactive halogen gases** and thereby cause severe **ozone** loss in polar regions in late winter and early spring.

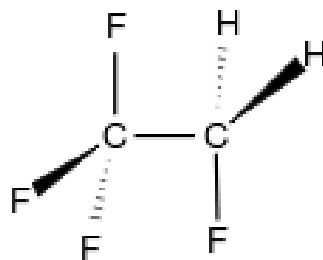
# Uso de CFCs como gás refrigerante

Propriedades: baixo ponto de ebulição, baixa toxicidade e geralmente não reativos.

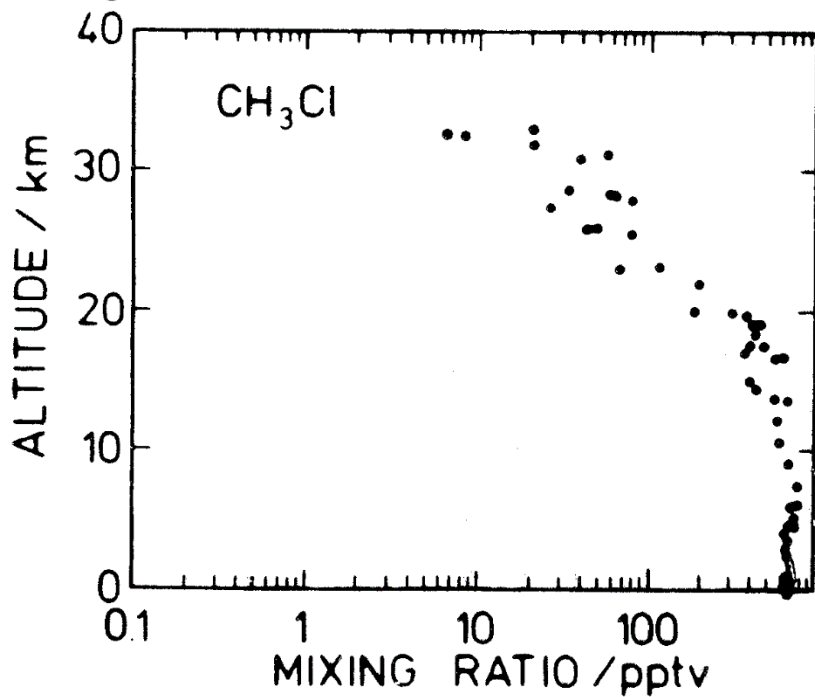
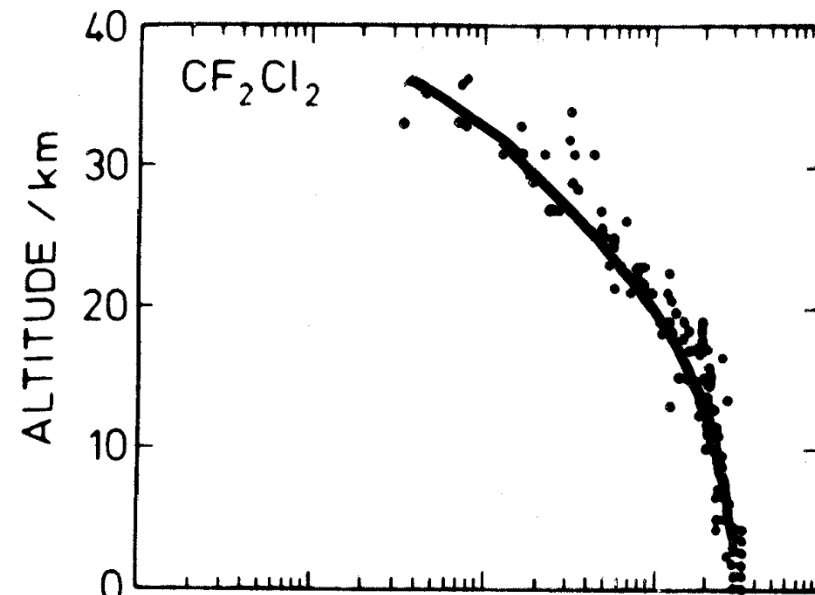
DuPont (década de 80)  $\Rightarrow$  maior produtora mundial (25%)  
 $\Rightarrow$  FREON (nome usado para os CFCs)



Dichlorodifluoromethane



Tetrafluoroethane

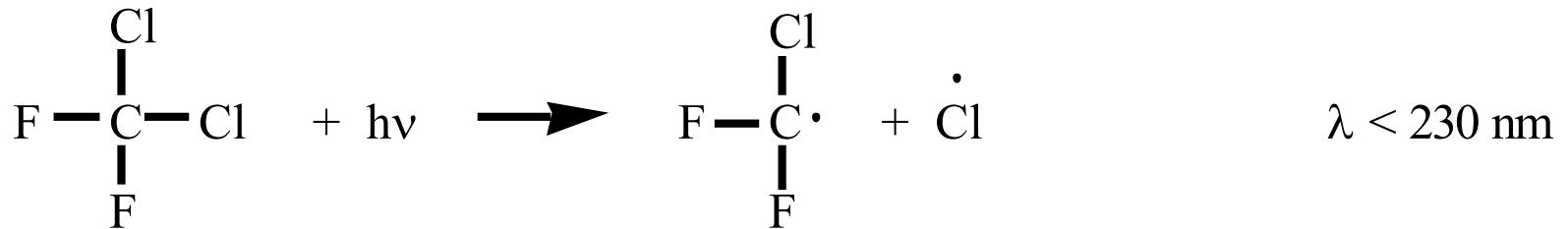
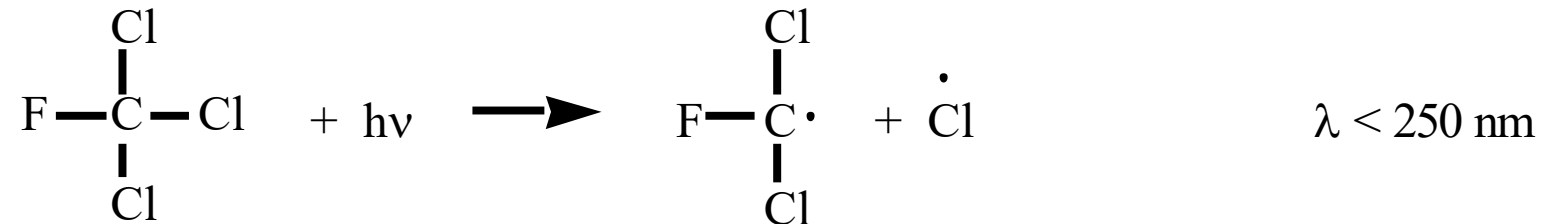


Em qual região do espectro eletromagnético estas espécies de CFCs devem sofrer fotólise?

- A) UV
- B) Visível
- C) IV

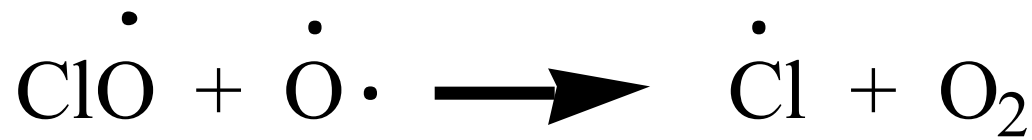
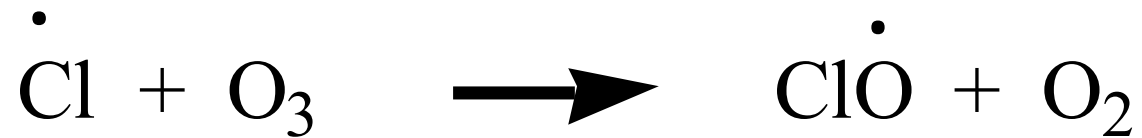
# Fotólise de CFCs acima de 20 km

→ liberação de cloro ativo (Cl·)



# Destruição de ozônio por cloro

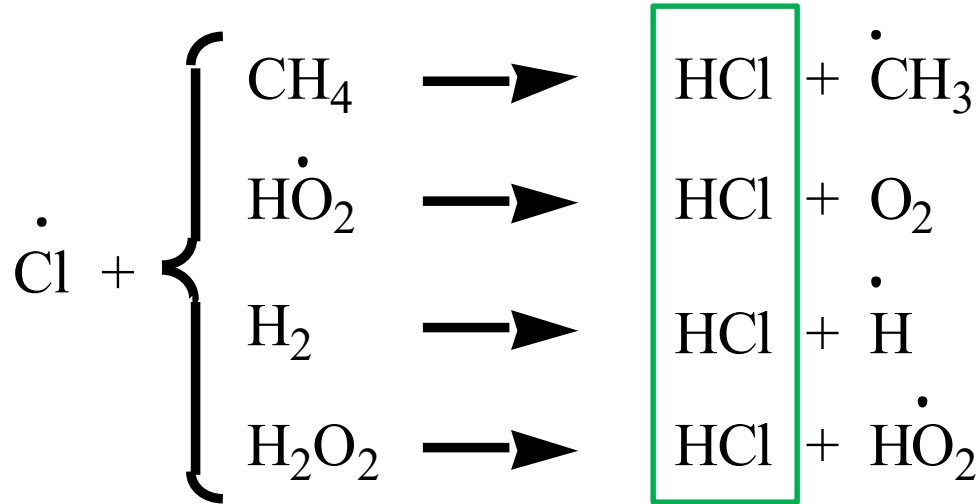
Ciclo catalítico de destruição de ozônio



somente 1% do cloro é ativo como Cl ou ClO

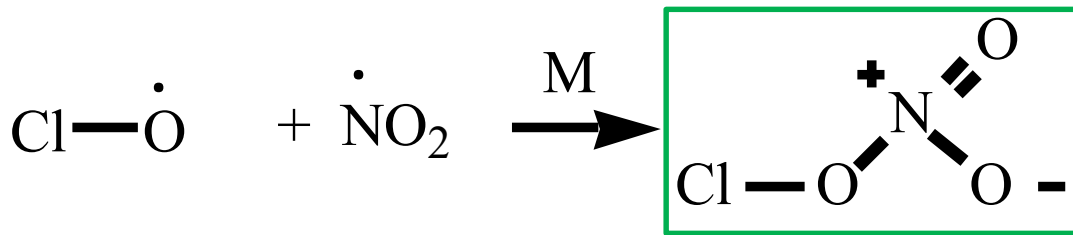
# Conversão de cloro ativo para reservatórios (cloro inativo)

## Conversão de Cl e ClO



Espécies de cloro inativo:

HCl e



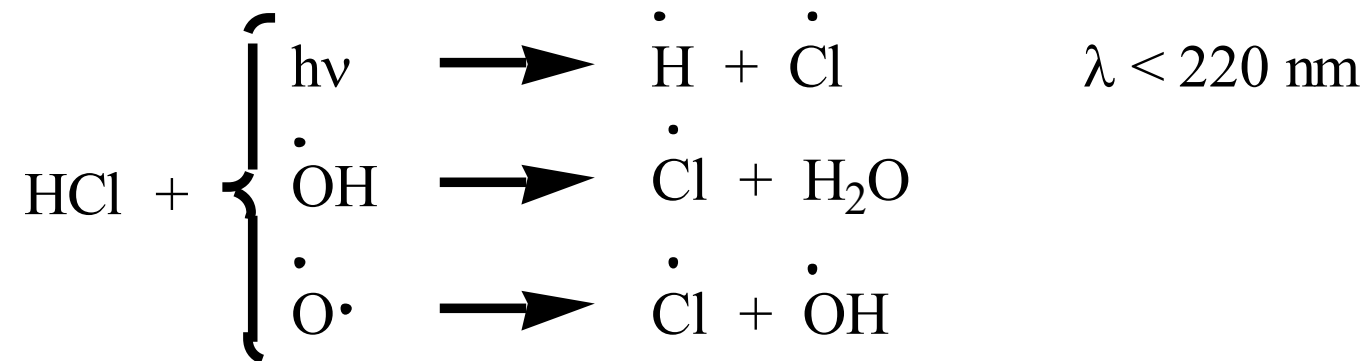
$\text{ClNO}_3 = \text{ClONO}_2$

Monóxido de cloro

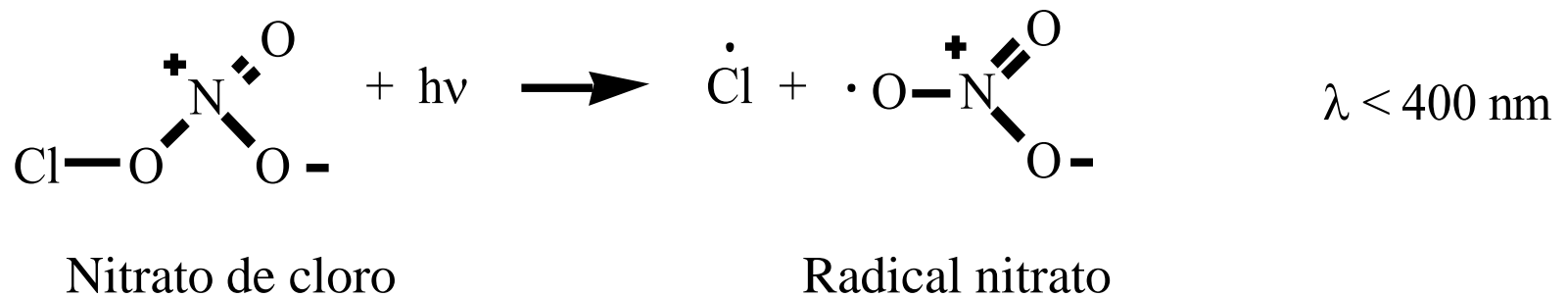
Nitrato de cloro

# Conversão dos reservatórios para cloro ativo

HCl



ClONO<sub>2</sub>



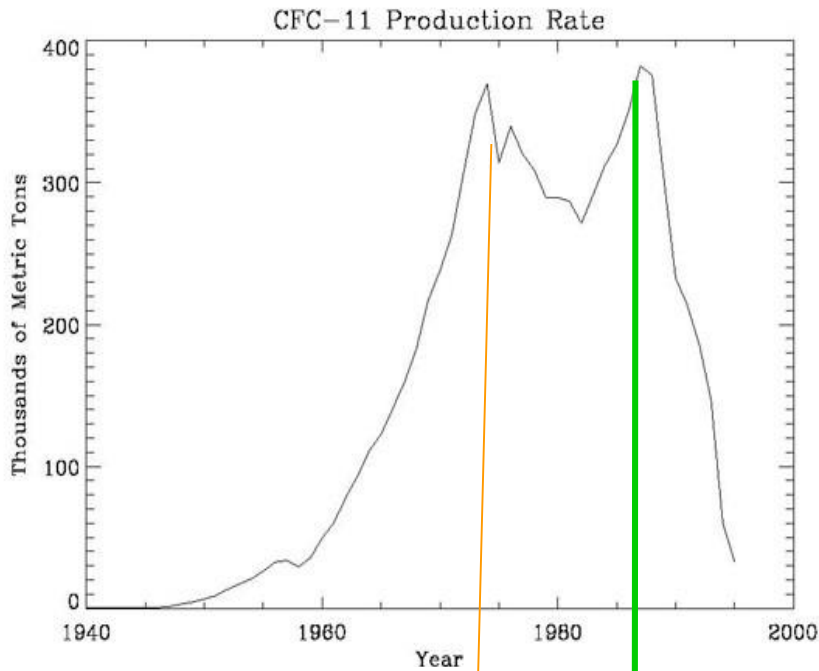
Alguns CFCs			
nome sistemático	nomes comuns/códigos	Ponto de ebulição (°C)	Fórmula
Trichlorofluoromethane	Freon-11, R-11, CFC-11	23.77	CCl <sub>3</sub> F
Dichlorodifluoromethane	Freon-12, R-12, CFC-12	-29.8	CCl <sub>2</sub> F <sub>2</sub>
Chlorotrifluoromethane	Freon-13, R-13, CFC-13	-81	CCIF <sub>3</sub>
Chlorodifluoromethane	R-22, HCFC-22	-40.8	CHClF <sub>2</sub>
Dichlorofluoromethane	R-21, HCFC-21	8.9	CHCl <sub>2</sub> F
Chlorofluoromethane	Freon 31, R-31, HCFC-31	-9.1	CH <sub>2</sub> ClF
Bromochlorodifluoromethane	BCF, Halon 1211, H-1211, Freon 12B1		CBrClF <sub>2</sub>
1,1,2-Trichloro-1,2,2-trifluoroethane	Freon 113, R-113, CFC-113, 1,1,2-Trichlorotrifluoroethane	47.7	Cl <sub>2</sub> FC-CClF <sub>2</sub>
1,1,1-Trichloro-2,2,2-trifluoroethane	Freon 113a, R-113a, CFC-113a	45.9	Cl <sub>3</sub> C-CF <sub>3</sub>
1,2-Dichloro-1,1,2,2-tetrafluoroethane	Freon 114, R-114, CFC-114, Dichlorotetrafluoroethane	3.8	ClF <sub>2</sub> C-CClF <sub>2</sub>
1-Chloro-1,1,2,2,2-pentafluoroethane	Freon 115, R-115, CFC-115, Chloropentafluoroethane	-38	ClF <sub>2</sub> C-CF <sub>3</sub>
2-Chloro-1,1,1,2-tetrafluoroethane	R-124, HCFC-124	-12	CHFClCF <sub>3</sub>
1,1-Dichloro-1-fluoroethane	R-141b, HCFC-141b	32	Cl <sub>2</sub> FC-CH <sub>3</sub>
1-Chloro-1,1-difluoroethane	R-142b, HCFC-142b	-9.2	ClF <sub>2</sub> C-CH <sub>3</sub>
Tetrachloro-1,2-difluoroethane	Freon 112, R-112, CFC-112	91.5	CCl <sub>2</sub> FCCL <sub>2</sub> F



## Aplicações e substituições para CFCs

Aplicação	CFC previamente usado	Substitutos
Refrigeração & condicionador de ar	CFC-12 ( $\text{CCl}_2\text{F}_2$ ); CFC-11 ( $\text{CCl}_3\text{F}$ ); CFC-13 ( $\text{CClF}_3$ ); HCFC-22 ( $\text{CHClF}_2$ ); CFC-113 ( $\text{Cl}_2\text{FCCClF}_2$ ); CFC-114 ( $\text{CClF}_2\text{CClF}_2$ ); CFC-115 ( $\text{CF}_3\text{CClF}_2$ );	HFC-23 ( $\text{CHF}_3$ ); HFC-134a ( $\text{CF}_3\text{CFH}_2$ ); HFC-507 (a 1:1 mistura azeotrópica de HFC 125 ( $\text{CF}_3\text{CHF}_2$ ) e HFC-143a ( $\text{CF}_3\text{CH}_3$ )); HFC 410 (a 1:1 mistura azeotrópica de HFC-32 ( $\text{CF}_2\text{H}_2$ ) e HFC-125 ( $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{H}$ ))
agentes de expansão para espumas	CFC-11 ( $\text{CCl}_3\text{F}$ ); CFC 113 ( $\text{Cl}_2\text{FCCClF}_2$ ); HCFC-141b ( $\text{CCl}_2\text{FCH}_3$ )	HFC-245fa ( $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CHF}_2$ ); HFC-365 mfc ( $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{CF}_2\text{CH}_3$ )
Solventes, desengraxantes, agentes de limpeza	CFC-11 ( $\text{CCl}_3\text{F}$ ); CFC-113 ( $\text{CCl}_2\text{FCClF}_2$ )	Nenhum

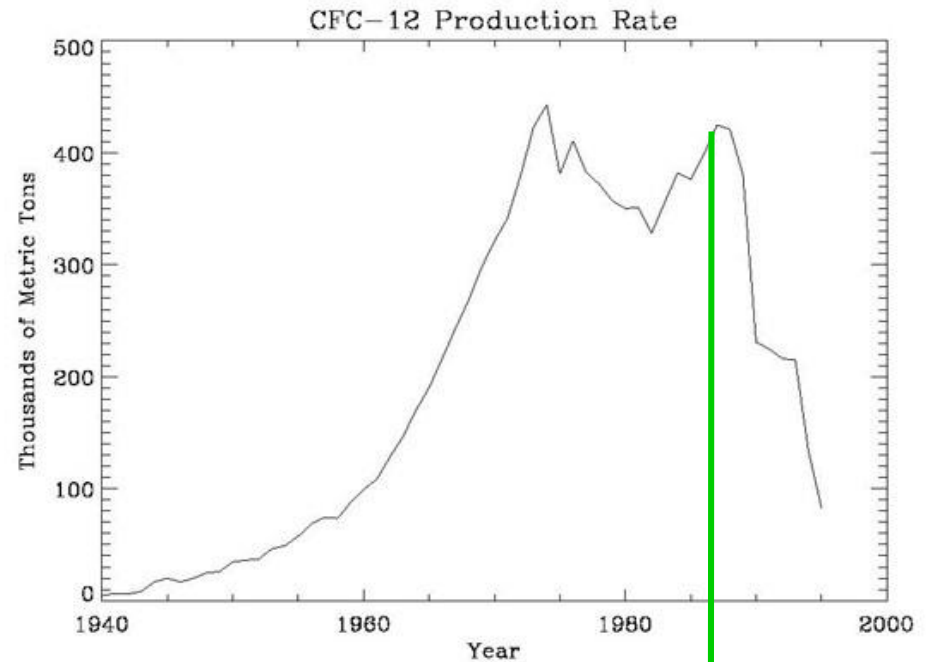
## Produção mundial anual de CFC 11.



**Protocolo de Montreal - 1987**

Crise econômica mundial (crise do petróleo)

## Produção mundial anual de CFC -12.



**Protocolo de Montreal - 1987**

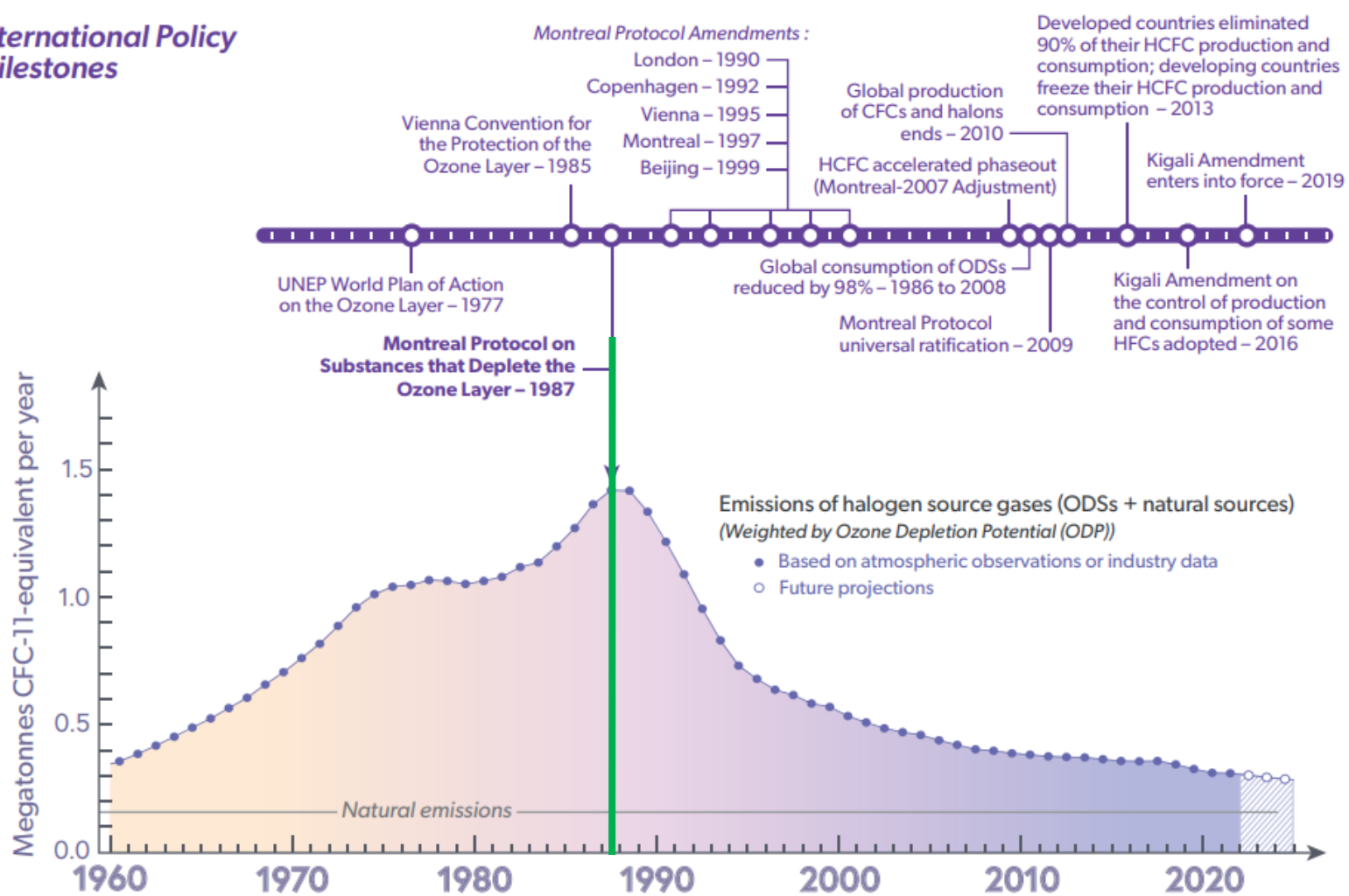
CFCs são inertes na troposfera, baratos e fáceis de produzir, resfriam ao serem comprimidos sem risco.

Na estratosfera sofrem fotólise, liberando átomos de Cl.



# Emissões de gases fonte de halogênios (ODSs + fontes naturais) (Ponderado pelo Potencial de Depleção do Ozônio (ODP))

## International Policy Milestones



**Protocolo de Montreal - 1987**

DuPont, the world's dominant CFC producer, played a key role in the development of the Montreal Protocol on Ozone Depleting Substances. We argue that DuPont's pursuit of its economic interests, along with the political impact of the discovery of an ozone hole and the threat of domestic regulation, shaped the international regulatory regime for ozone-depleting substances. International regulation offered DuPont and a few other producers the possibility of new and more profitable chemical markets at a time when CFC production was losing its profitability and promising alternative chemicals had already been identified.

DuPont's organization and strategy were key to the successful leveraging of the Montreal process. For example, the Freon Division had close interaction with public officials and external groups, and benefited from the input of DuPont's external affairs department. This positioned DuPont to exploit the situation when regulatory discussions were stepped up.

From a public policy perspective, the Montreal process offers a valuable example

## THERE'S MONEY IN THE AIR: THE CFC BAN AND DUPONT'S REGULATORY STRATEGY



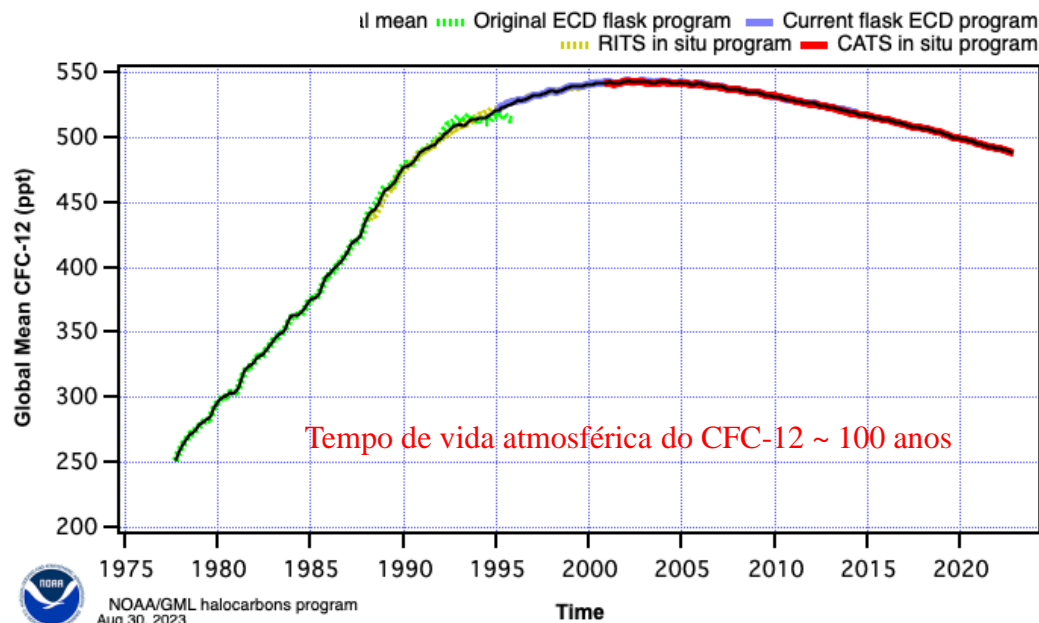
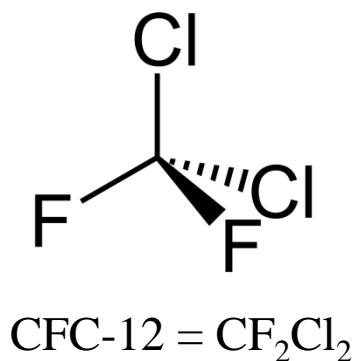
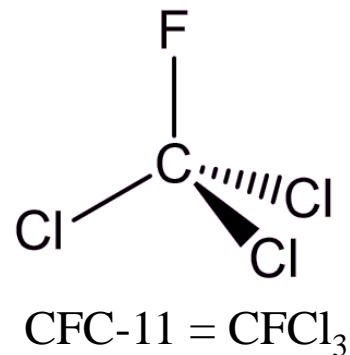
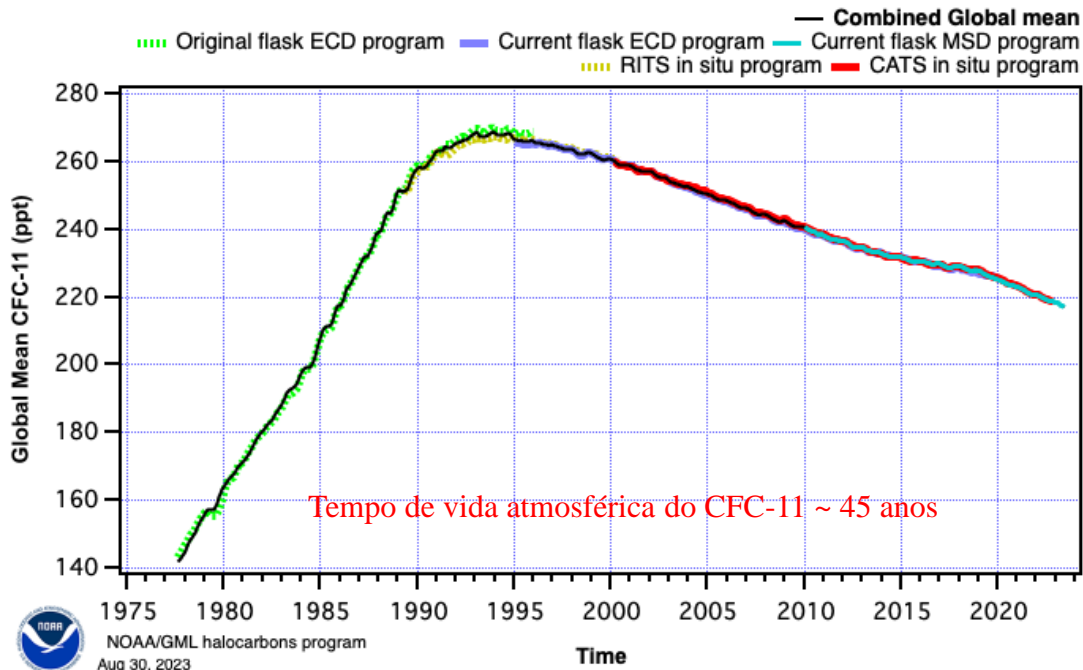
James Maxwell<sup>1,2\*</sup> and Forrest Briscoe<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Massachusetts Institute of Technology, MA, USA

<sup>2</sup>JSI Research & Training, Boston, MA, USA

of harnessing diversity in industry: some producers stood to gain more from the envisioned regulations than others. Such industry heterogeneity provides frequent opportunities for coalitions of 'the green and the greedy', such as that between DuPont and environmental interests. Methods to encourage potential industry winners into supporting environmental initiatives deserve further attention.

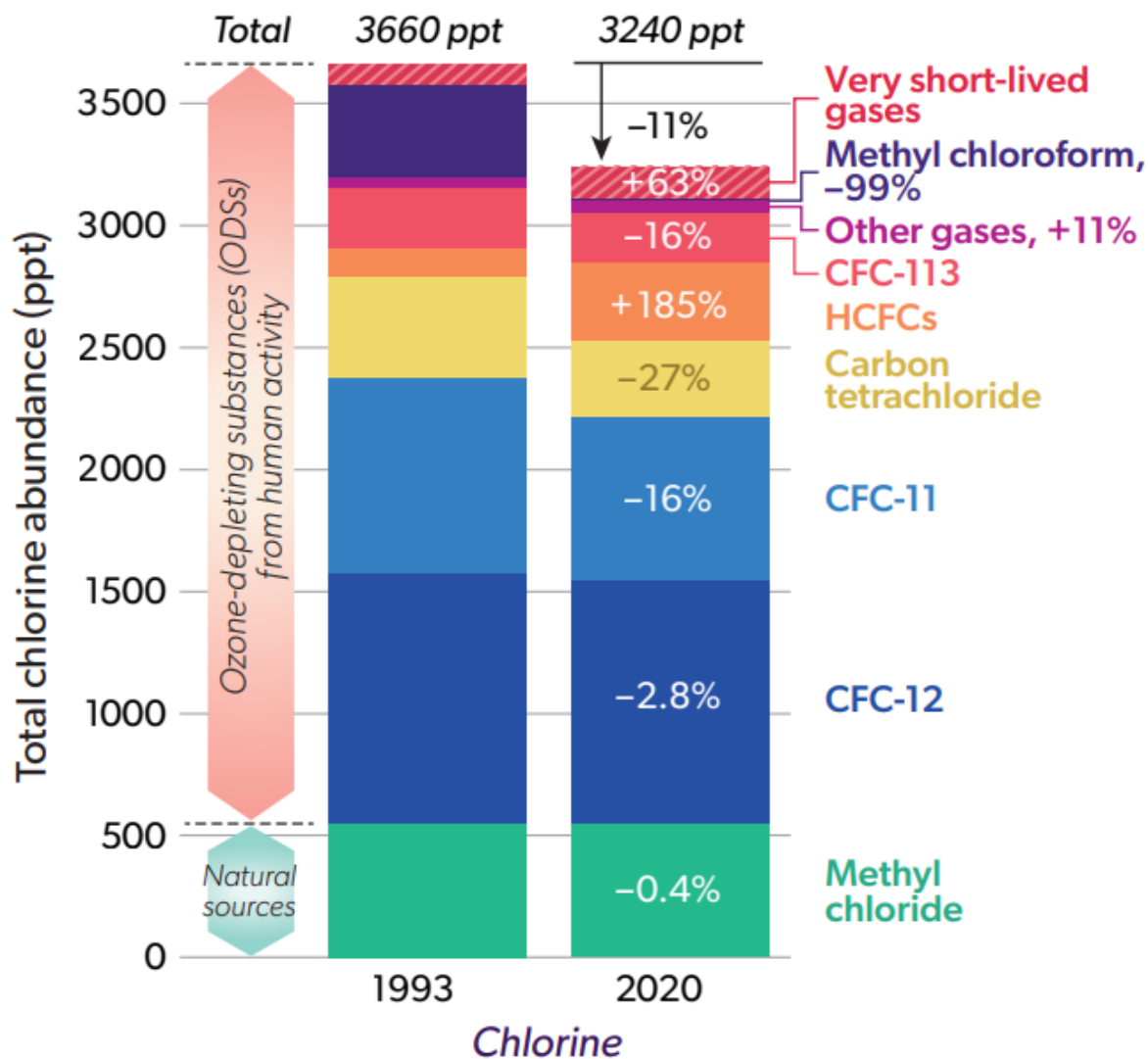
# Quantidade atmosférica de CFC-11 e CFC-12, 1977-2020



<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/hats/combined/CFC11.html>

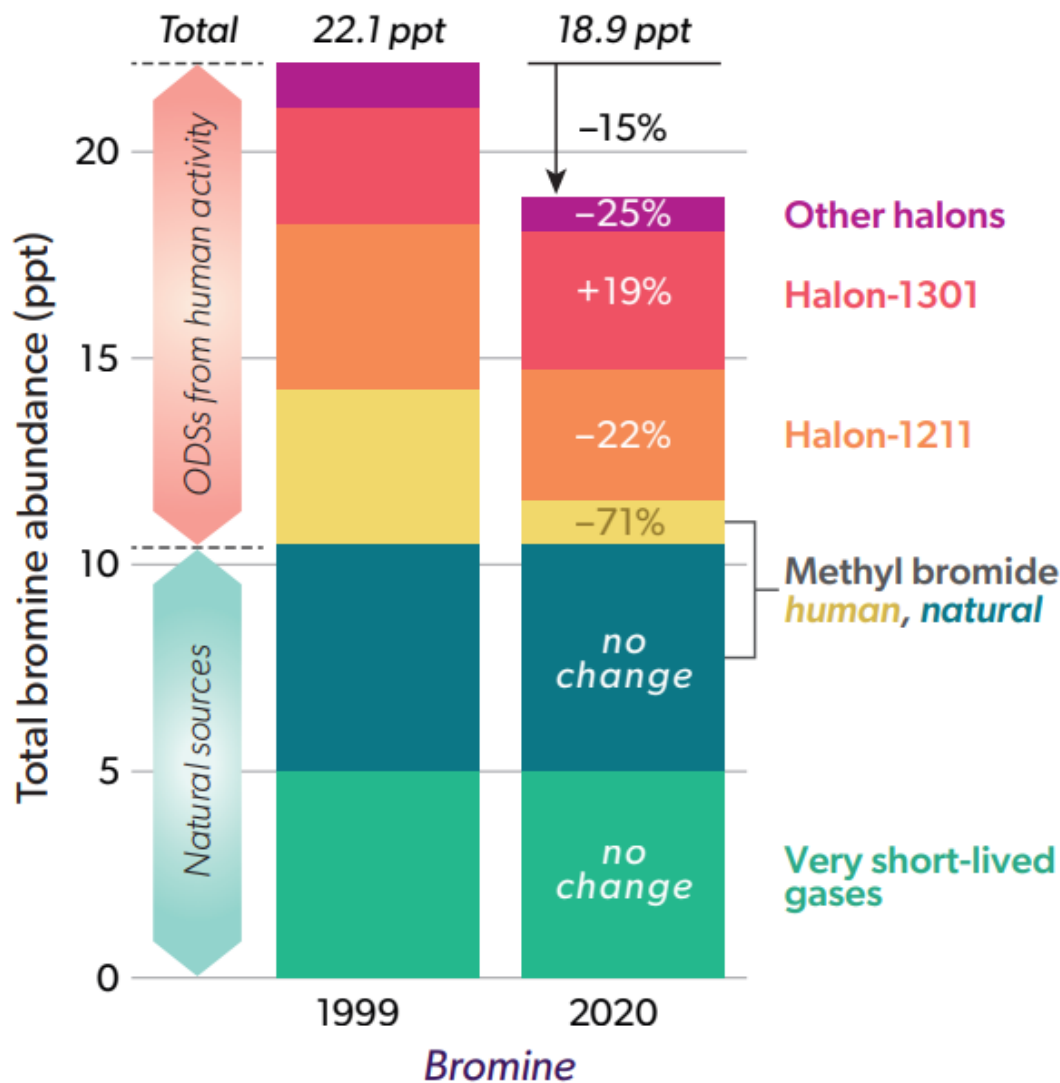
<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/hats/combined/CFC12.html>

# Composição relativa dos gases fonte de halogênios (Cl) que atingem a estratosfera.



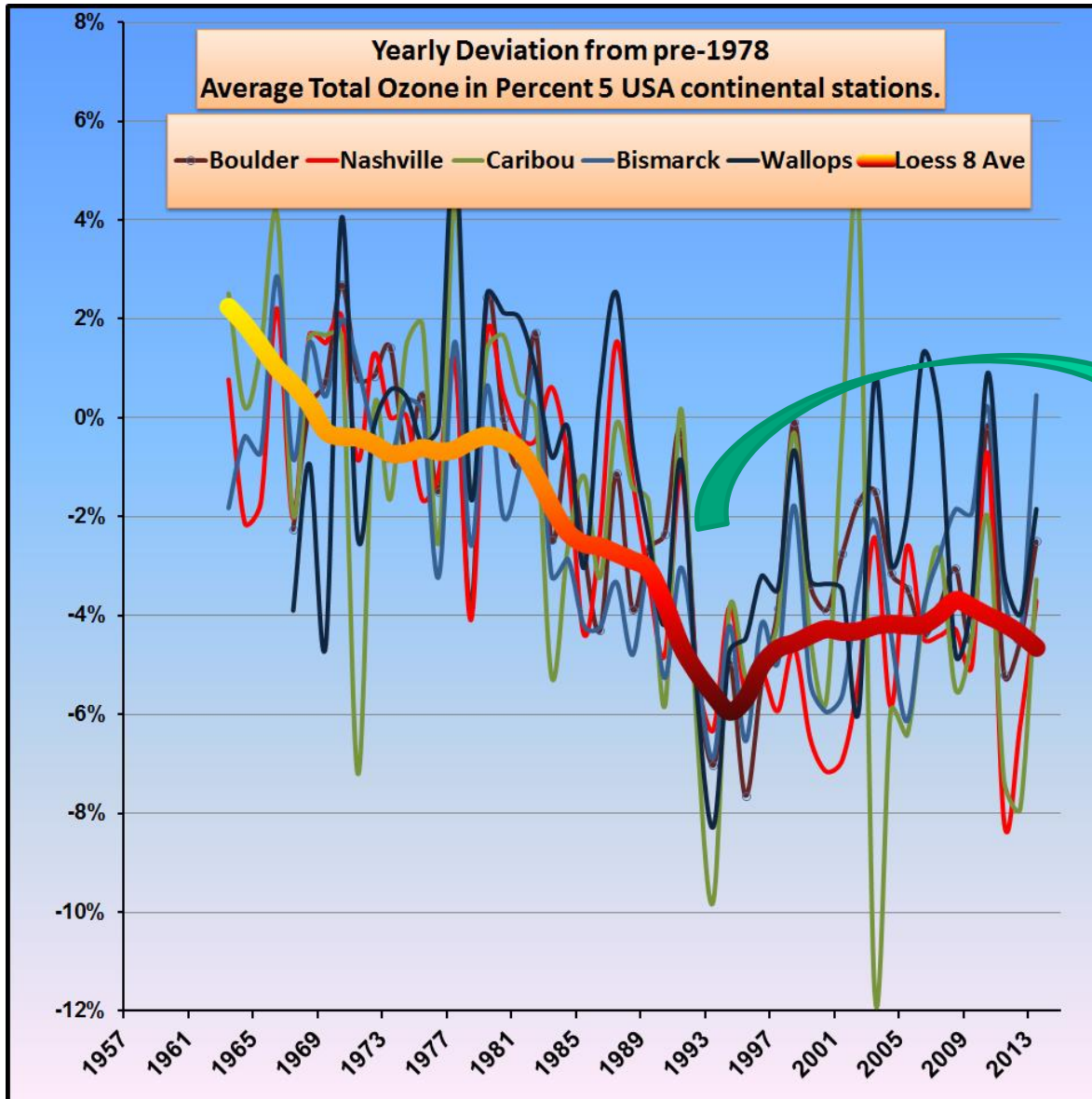
Substâncias destruidoras de ozônio (ODSs) são os gases emitidos por atividades humanas que são controladas pelo Protocolo de Montreal.

Composição relativa dos gases fonte de halogênios (Br) que atingem a estratosfera.



**Substâncias destruidoras de ozônio (ODSs)** são os gases emitidos por atividades humanas que são controladas pelo Protocolo de Montreal.

Porcentagem da depleção do ozônio estratosférico a partir de medições com vários instrumentos em diferentes regiões em latitudes medias no Hemisfério Norte.



Importância do  
Protocolo de Montreal

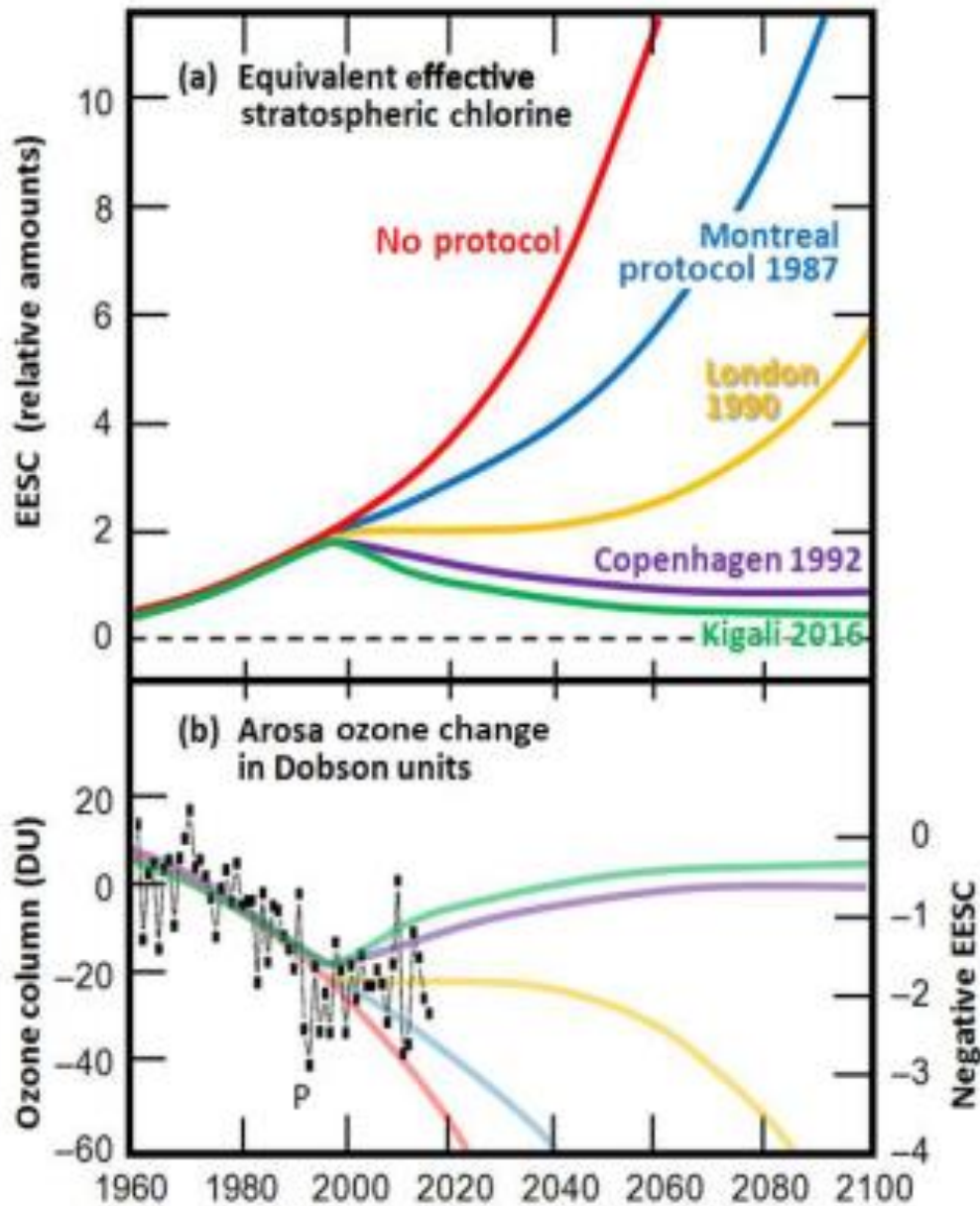


# The Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer - 1987

- Second Meeting of the Parties (London, 27–29 June 1990)
- Fourth Meeting of the Parties (Copenhagen, 23–25 November 1992)
- Seventh Meeting of the Parties (Vienna, 5–7 December 1995)
- Ninth Meeting of the Parties (Montreal, 15–17 September 1997)
- Eleventh Meeting of the Parties (Beijing, 29 November – 3 December 1999)
- Nineteenth Meeting of the Parties (Montreal, 17–21 September 2007)
- Twenty-Eighth Meeting of the Parties (Kigali, 10–15 October 2016)
- Thirtieth Meeting of the Parties (Quito, 5–9 November 2018)

<http://ozone.unep.org>

<https://ozone.unep.org/sites/default/files/Handbooks/MP-Handbook-2020-English.pdf>

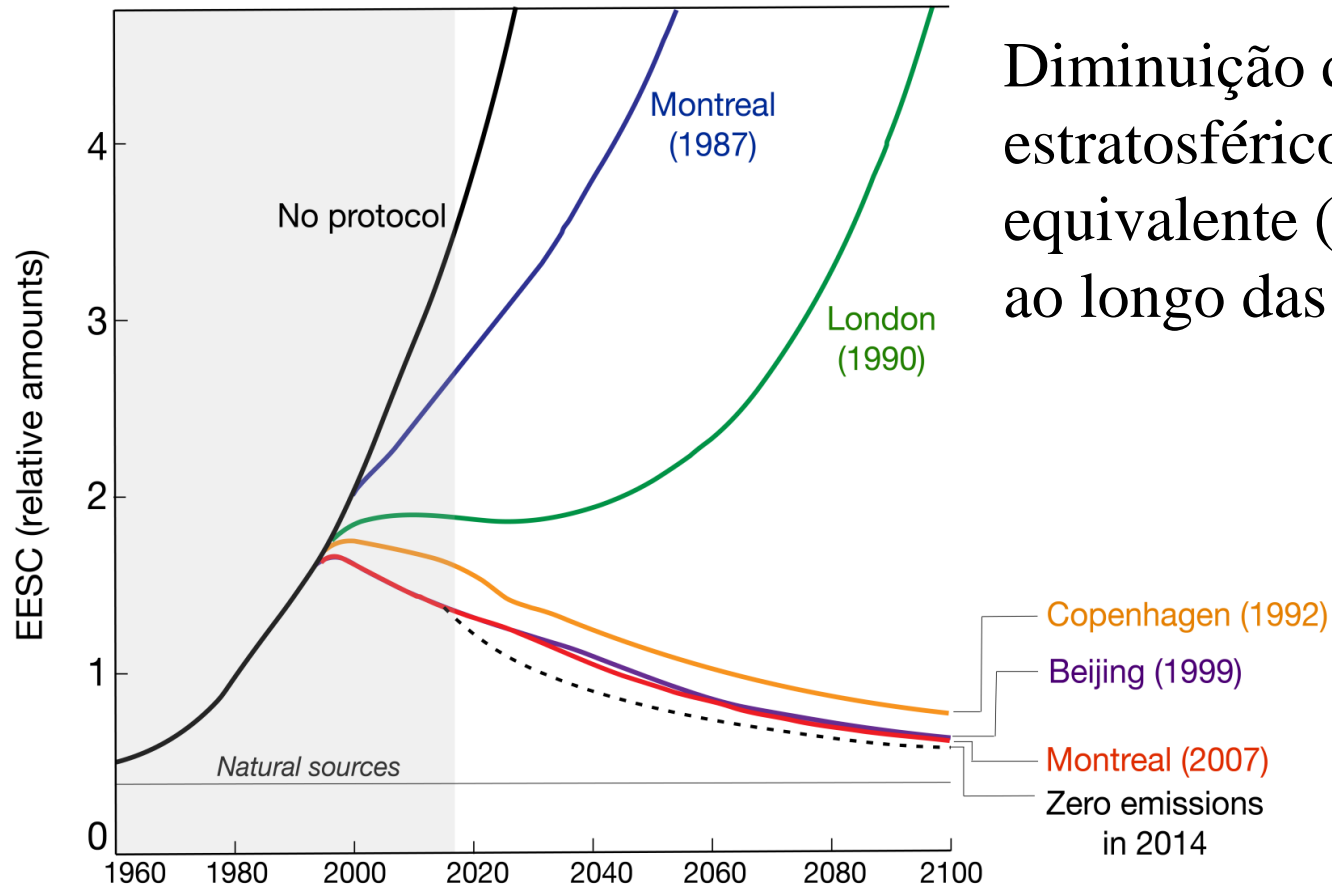


a) Abundância relativa de substâncias destruidoras da camada de ozônio (ODSs) expressos como cloro estratosférico efetivo equivalente (EESC) para a estratosfera em latitudes médias em vários cenários do impacto do Protocolo de Montreal e seus ajustes e alterações.

(b) Variação das colunas médias anuais de ozônio em Arosa, Suíça (símbolos pretos) em comparação com os cenários do painel (a).

# Effect of the Montreal Protocol

Projections of the future abundances of ozone-depleting substances (ODS) in the stratosphere, expressed as equivalent effective stratospheric chlorine (EESC) under the assumption of no protocol on reducing ODS consumption, the initial Montreal Protocol in 1987 and its subsequent revisions.



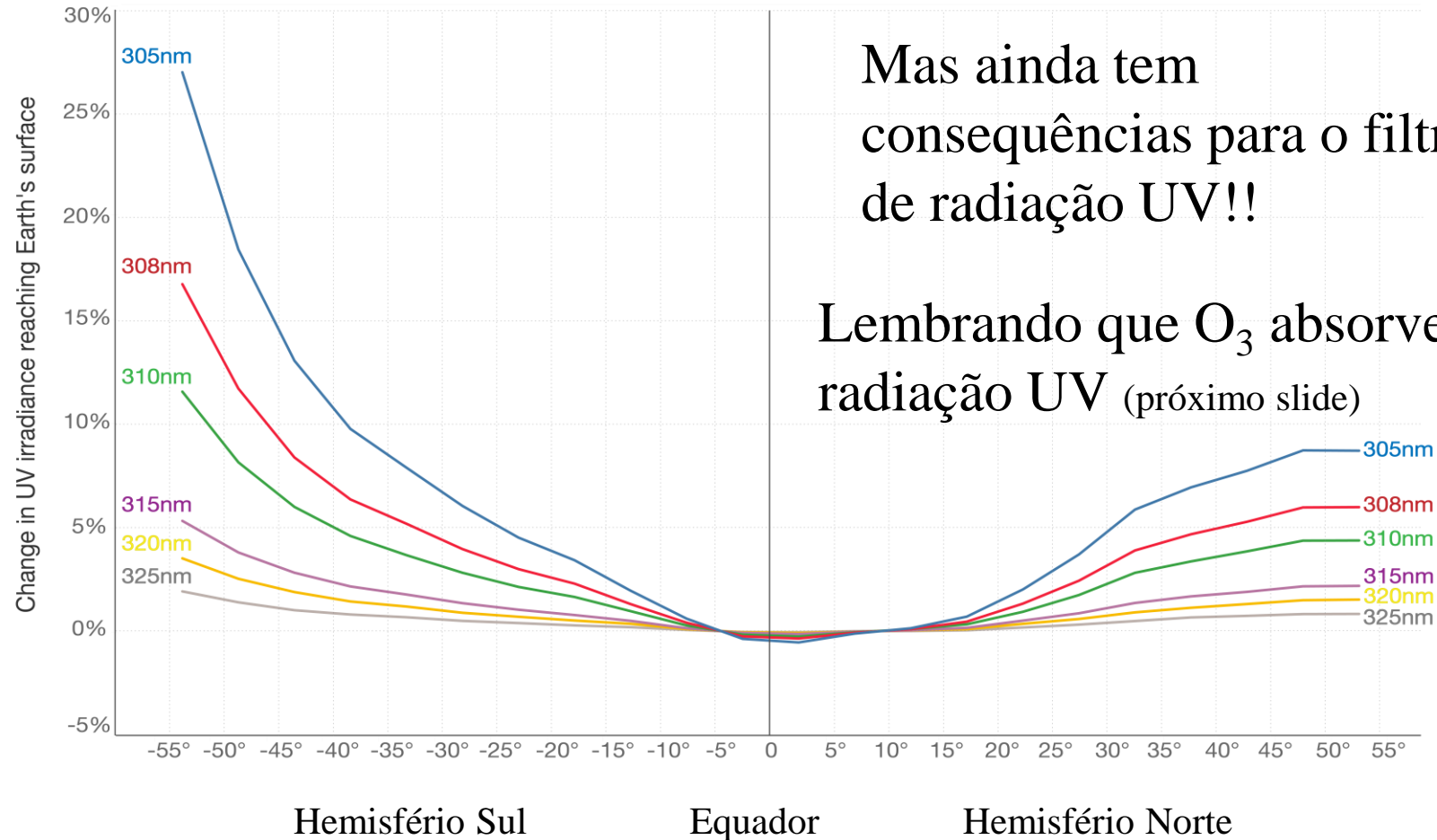
Diminuição do cloro estratosférico efetivo equivalente (EESC) ao longo das décadas

# Changes in UV irradiation reaching Earth's surface (1979-2008)

The percentage change in ultraviolet (UV) irradiation reaching the Earth's surface, measured as the annual total in 2008 relative to 1979, as a result of ozone layer depletion.

Lines shown represent the percentage change of UV at different wavelengths, ranging from 305 to 325 nanometres (nm).

The wavelength range from 305-325 nm includes the region where DNA damage from UV irradiation has its maximum health effect.



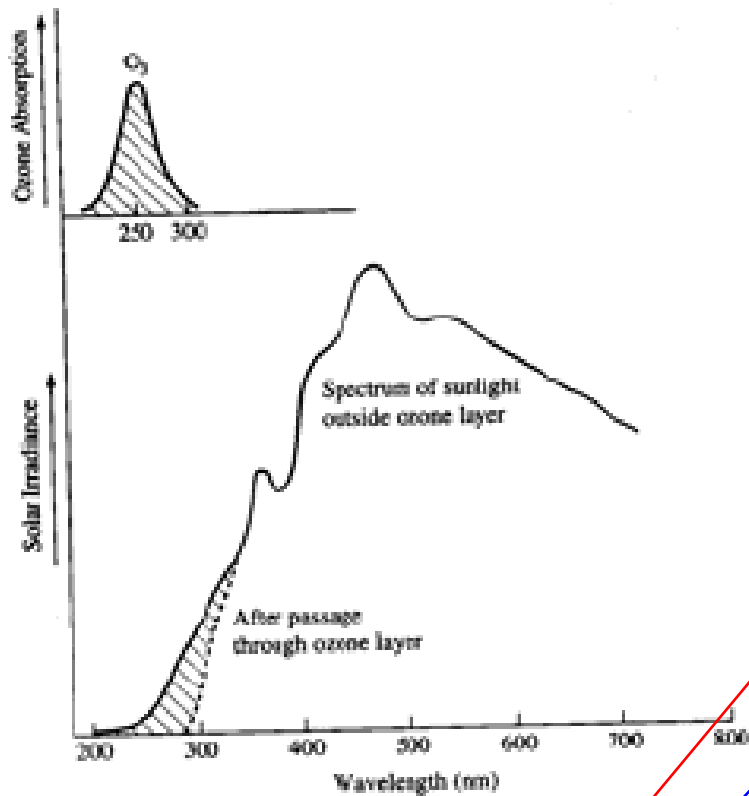
Mas ainda tem  
consequências para o filtro  
de radiação UV!!

Lembrando que O<sub>3</sub> absorve  
radiação UV (próximo slide)

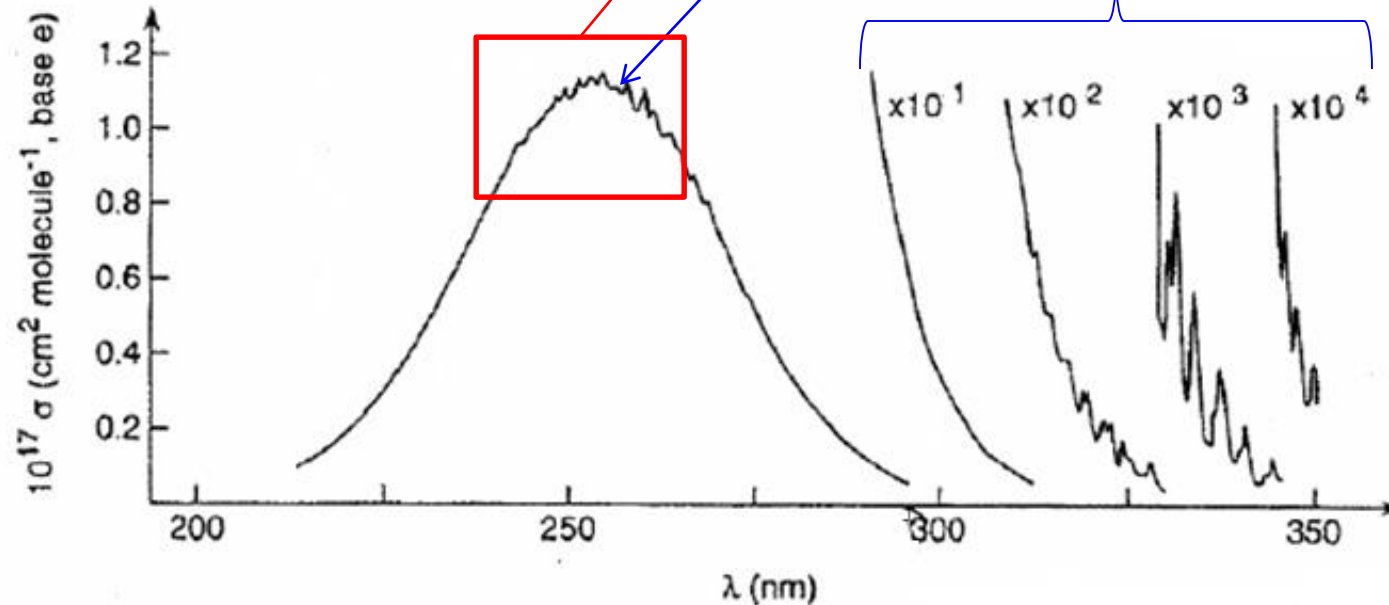
Source: Herman (2010). Global increase in UV irradiation during the past 30 years(1979–2008) estimated from satellite data. The data visualization is available at [OurWorldinData.org](https://ourworldindata.org). There you find research and more visualizations on this topic.

Licensed under CC-BY-SA by the authors Hannah Ritchie and Max Roser.

# Curvas de absorção de UV por O<sub>3</sub>

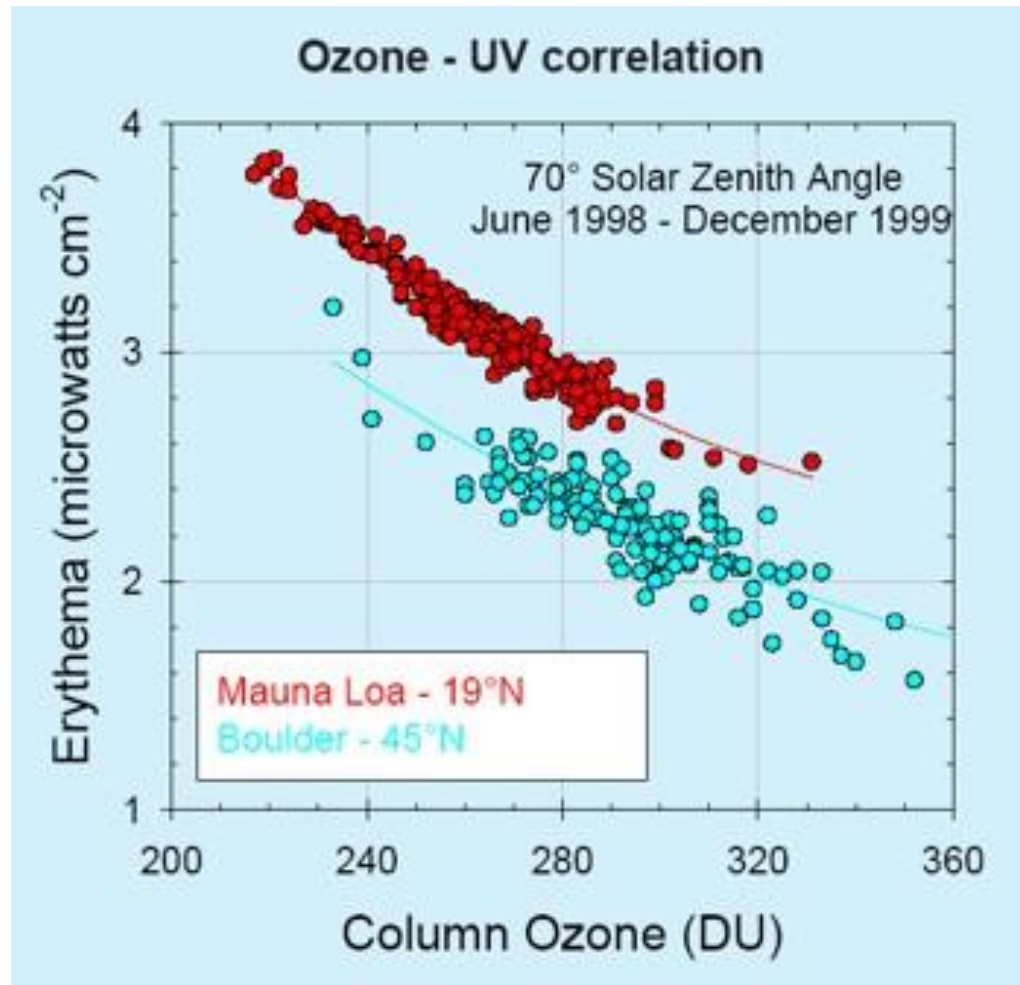


Banda de absorção máxima de ozônio:  
lembrar que a capacidade de absorção a  
partir de  $\lambda < 320\text{nm}$  é muito importante  
como filtro de radiação UV.



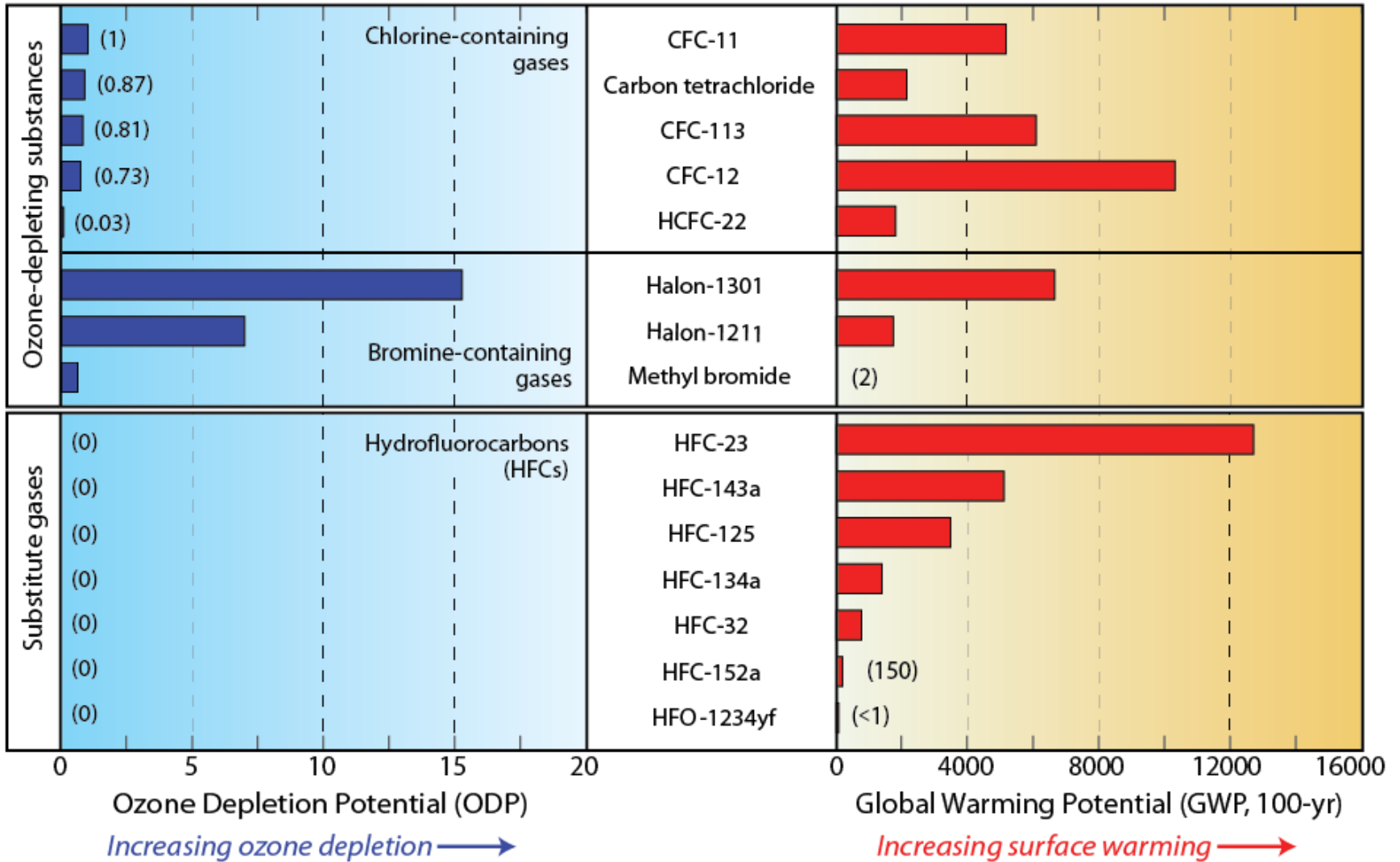
## Relação entre ozônio e radiação UV

(eritema = manchas vermelhas na pele, queimaduras devido sol)



# Evaluation of Selected Ozone-Depleting Substances and Substitute Gases

Relative importance of equal mass emissions for ozone depletion and climate change



Vida útil atmosférica, potencial de destruição da camada de ozônio e potencial de aquecimento global para HFCs e HCFCs selecionados

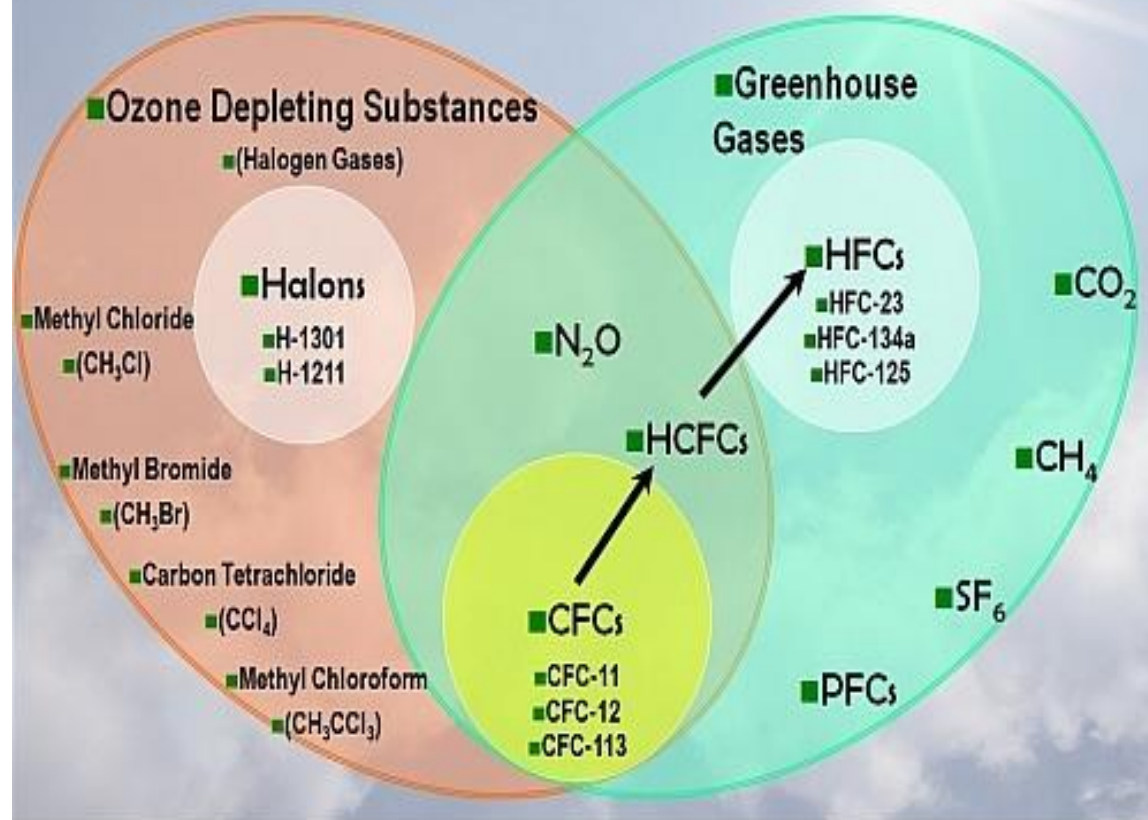
Compound	Lifetime <sup>a</sup> (years)	ODP <sup>a</sup>	GWP <sup>a,b</sup>
HFC-23 (CF <sub>3</sub> H)	250	0	7.3
HFC-32 (CH <sub>2</sub> F <sub>2</sub> )	6.0	0	0.16
HFC-125 (CF <sub>3</sub> CF <sub>2</sub> H)	36	0	0.77
HFC-134a (CF <sub>3</sub> CFH <sub>2</sub> )	14	0	0.25
HFC-143a (CF <sub>3</sub> CH <sub>3</sub> )	55	0	1.1
HFC-227ea (CF <sub>3</sub> CFHCF <sub>3</sub> )	41	0	0.69
HFC-236fa (CF <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CF <sub>3</sub> )	250	0	3.9
HCFC-22 (CHF <sub>2</sub> Cl)	13.3	0.047	0.36
HCFC-123 (CF <sub>3</sub> CCl <sub>2</sub> H)	1.4	0.016	0.019
HCFC-124 (CF <sub>3</sub> CFClH)	5.9	0.018	0.099
HCFC-141b (CFCl <sub>2</sub> CH <sub>3</sub> )	9.4	0.085	0.13
HCFC-142b (CF <sub>2</sub> ClCH <sub>3</sub> )	19.5	0.053	0.42
CFC-11 (CFCl <sub>3</sub> )	50	1.0 <sup>c</sup>	1.0 <sup>c</sup>
CFC-12 (CF <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub> )	105	0.95	3.1
CO <sub>2</sub>			0.00076

O. Hutzinger Editor-in-Chief, The Handbook of Environmental Chemistry Volume 2 PartL Reactions and Processes, Springer, 1999.



# SCIENTIFIC ASSESSMENT OF OZONE DEPLETION: 2018

## Relationship Between ODS and Other Greenhouse Gases



## Breve história do OZÔNIO estratosférico

1881 Hartley identifica o ozônio como a principal razão do corte do espectro solar em 300 nm.

1921 Fabry e Buisson obtém primeira medida confiável da coluna de ozônio

1918 Strutt calcula a “coluna” troposférica em “40 ppb ou menos”.

1926 Dobson e Harrison mediram a distribuição latitudinal do ozônio total.

**1930 Teoria de Chapman; Schumacher mediu coeficientes de velocidade.**

1931-34 Götz identificou camada de ozônio com máximo localizado em ~22 km.

1960 McGrath e Norris descobriram a produção de OH· e propuseram o ciclo catalítico de “consumo natural” do ozônio.

1971 Crutzen e Johnston descobriram o ciclo do HOx e NOx.

1974 Molina e Rowland reconheceram o impacto dos clorofluorcarbonos (CFC) produzidos pelo homem.

**1985 Farman et al (Nature 1985) - buraco de ozônio na Antártica, observado todos os anos em setembro e outubro desde os anos 80 até 2018 ...????**

1987 Protocolo de Montreal.

1995 Frank Rowland, Mario Molina e Paul Crutzen – Nobel de Química

**2011 Ocorrência do buraco de ozônio no Ártico (março)**

**2019 Menor buraco (ou “não buraco”) de ozônio observado na Antártica!!!!!!**

**2020 Segunda ocorrência e maior buraco de ozônio no Ártico (março)**

**2020 Um dos maiores buracos de ozônio na Antártica!!!!!!**

**O futuro em cenário de mudanças climáticas globais????**

## Ozone treaties and SDGs

Hover over an SDG icon for more information

The ozone layer protects people and all life on Earth. The Ozone Secretariat works with all nations to protect the ozone layer. Successfully protecting the ozone layer helps to deliver many of the Sustainable Development Goals.



<https://ozone.unep.org/>



Empowered lives.  
Resilient nations.



## PROTECTING THE OZONE LAYER AND REDUCING GLOBAL WARMING

Results, Case Studies and Lessons Learned from  
UNDP's Montreal Protocol Programme



[http://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/environment-energy/ozone\\_and\\_climate/protecting-the-ozone-layer-and-reducing-global-warming/](http://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/environment-energy/ozone_and_climate/protecting-the-ozone-layer-and-reducing-global-warming/)



**MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA  
INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS  
RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA**

**PROTOCOLO DE MONTREAL**

**CONTROLE DAS SUBSTÂNCIAS QUE  
DESTROEM A CAMADA DE OZÔNIO - SDOs**

**IBAMA**

**M M A**

Brasília, 03 de maio de 2008.



## CFCs e HCFCs

# Legislação

- ✓ Decreto nº. 99.280/90, que internaliza o Protocolo de Montreal;
- ✓ Resolução CONAMA nº. 267, de 14 de setembro de 2000 estabelece prazos, limites e restrições para a importação, o comércio e consumo de substâncias que destroem a camada de ozônio; (está em revisão)
- ✓ Resolução CONAMA nº. 340, de 25 de setembro de 2003, proíbe embalagens descartáveis para os CFCs; (está em revisão)
- ✓ Instrução Normativa IBAMA nº. 37, de 29 de junho de 2004, sobre a obrigatoriedade de registro no CTF para as empresas manipuladoras de SDOs.
- ✓ Instrução Normativa IBAMA nº. 96, de 30 de março de 2006, institui o Certificado de Regularidade trimestral e condiciona a prestação de serviços pelo IBAMA mediante a emissão deste.



PROGRAMA  
BRASILEIRO DE  
ELIMINAÇÃO DOS

**HCFCs**

O Brasil e a Proteção da Camada de Ozônio:  
uma parceria bem-sucedida entre governo,  
setor produtivo e sociedade.



Pesquisar...

[Início](#) [Quem Somos](#) [PBH](#) [Legislação](#) [Empresas Convertidas](#) [Regeneração e Reciclagem](#) [Publicações](#) [Boletins Informativos](#) [Notícias](#) [Multimídia](#) [Fale Conosco](#)

[Início](#) > [Quem Somos](#) > [Protocolo de Montreal](#) > [Sobre o Protocolo de Montreal](#)

## QUEM SOMOS

Nossa equipe

Camada de Ozônio

+

Protocolo de Montreal

-

## SOBRE O PROTOCOLO DE MONTREAL

Publicado em: 19 Maio 2017 - Atualizado em: 19 Maio 2017

Em 1985, um conjunto de nações reuniu-se na Áustria manifestando preocupação técnica e política quanto aos possíveis impactos causados pelo fenômeno da redução da camada de ozônio. Nesta ocasião foi formalizada a **Convenção de Viena para a Proteção da Camada de Ozônio**, cujo texto enunciava uma série de princípios relacionados à disposição da comunidade internacional em promover mecanismos de proteção ao ozônio estratosférico, prescrevendo obrigações genéricas que instavam os governos a adotarem medidas jurídico-administrativas

<http://www.protocolodemontreal.org.br/site/quem-somos/protocolo-de-montreal/sobre-o-protocolo-de-montreal>

## PROGRAMA BRASILEIRO DE ELIMINAÇÃO DOS HCFCs (PBH)

### Sobre o Programa -

#### > Contexto

#### > Eliminação dos HCFCs no Brasil +

#### > Critérios de elegibilidade: quem tem direito aos recursos financeiros?

#### > Publicações

#### Projeto para o Setor de Manufatura de Espumas de Poliuretano +

#### Projeto para o Setor de Manufatura de Equipamentos de Refrigeração e Ar-condicionado

#### Projeto para o Setor de Serviços de Refrigeração e Ar-condicionado +

## PUBLICAÇÕES

Publicado em: 22 Maio 2017 - Atualizado em: 20 Outubro 2017

Os documentos a seguir contêm as estratégias das Etapas 1 e 2 do Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs (PBH), fundamentadas pelo diagnóstico de consumo de HCFCs no Brasil na época de suas elaborações. Ambos têm como objetivo divulgar as atividades previstas para o controle e redução dos HCFCs de forma que o País se mantenha em cumprimento com o Protocolo de Montreal de acordo com metas pactuadas até o ano de 2021.

### 25 Anos do Protocolo de Montreal

#### Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs - PBH

#### Medidas Brasileiras para eliminação de gases que destroem a camada de ozônio

O Brasil e a proteção da camada de ozônio: uma parceria bem-sucedida entre governo, setor produtivo e sociedade

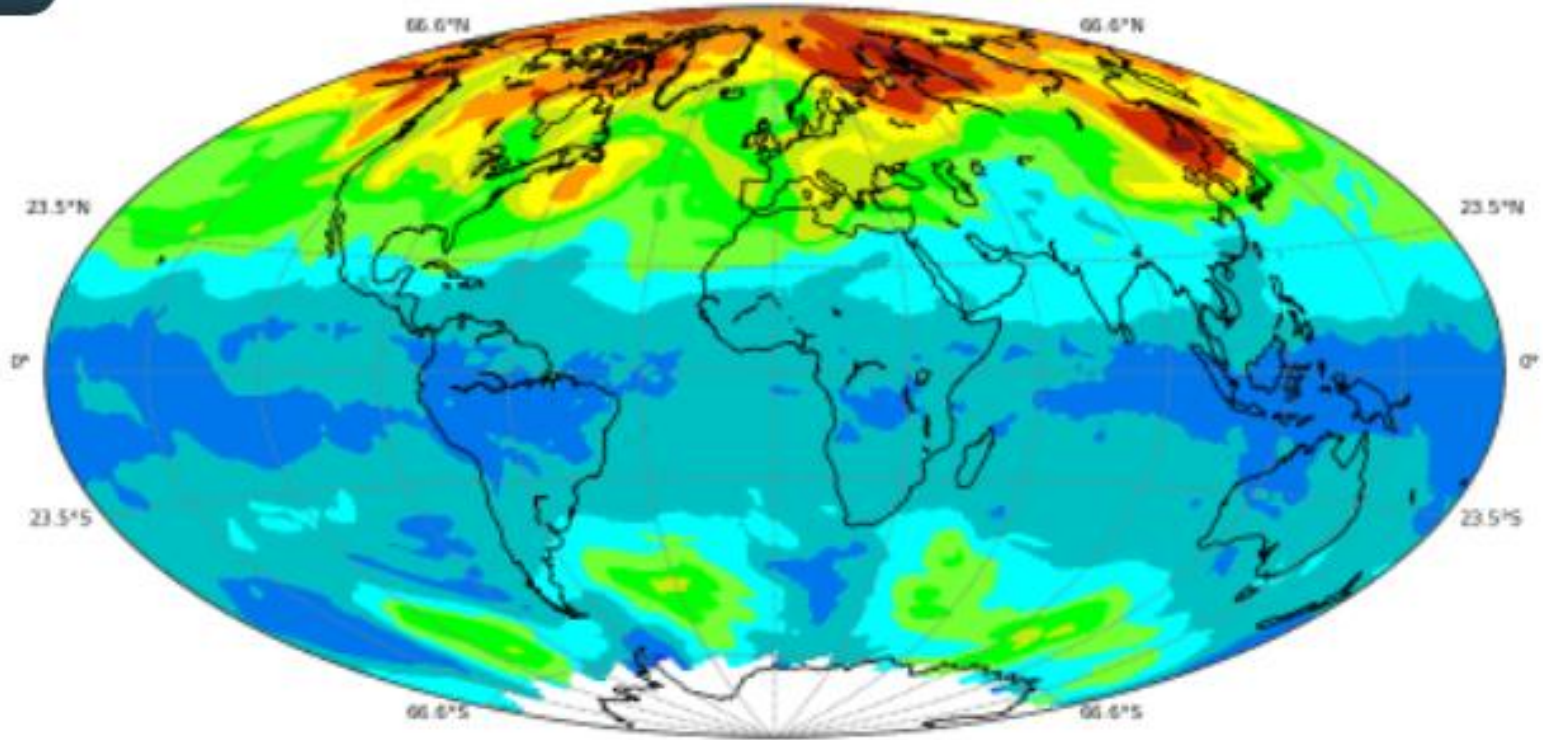
#### Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs: Etapa 2







2022-05-01 (day 121) Daily Gridded, Global Orbits = 54440 - 54467



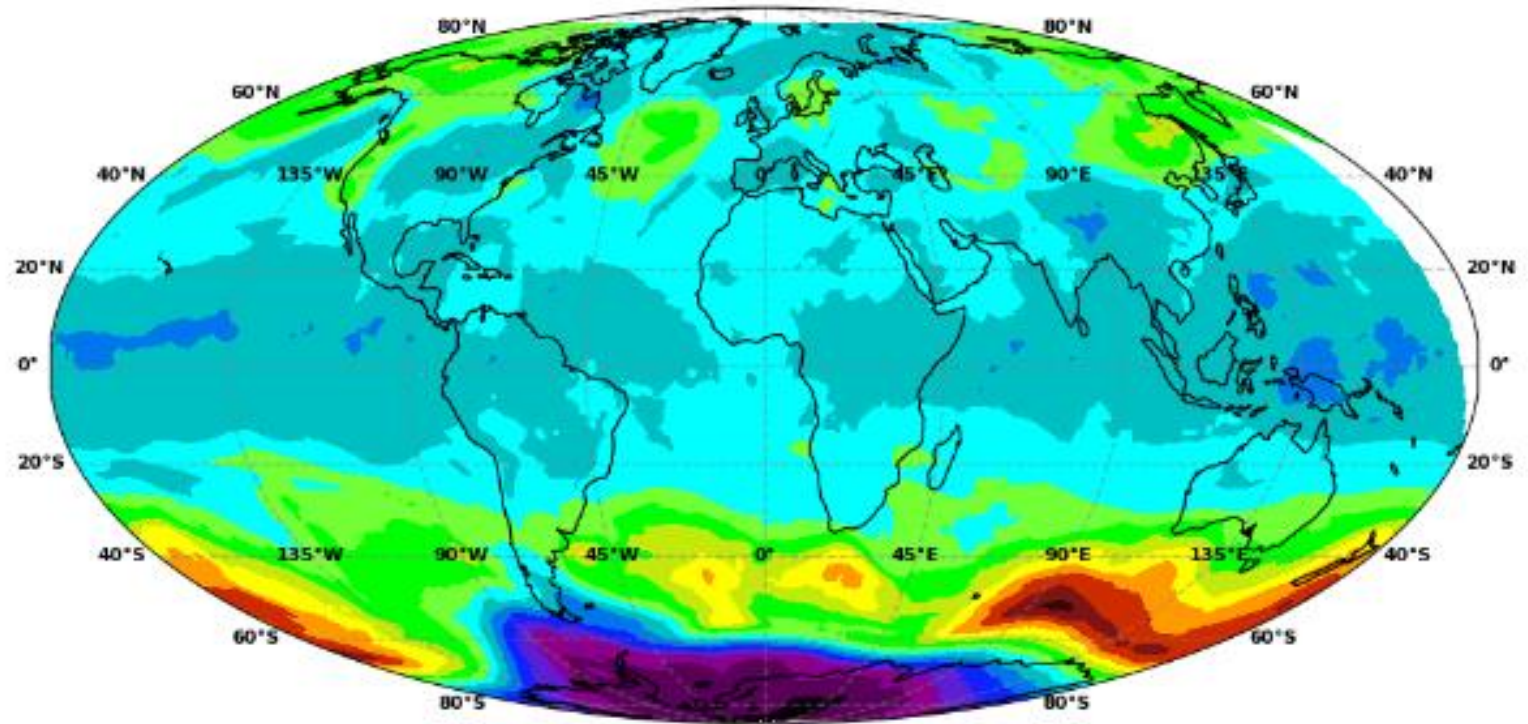
Ozone ST & PEATE

Scanned APP\_ONPS Nadir Mapper U Data Product = NMT03-L3-DAILY\_VPCE = NMT03-L3-DAILY-2 0:9 in AS61004 @ 2022-05-03 05:57Z

30 de setembro de 2023

### OMPS-NPP Nadir Mapper Total Column Ozone

2023-09-30 (day 273) Daily Gridded, Global Orbits = 61779 - 61799



Ozone ST & SIPS

Data Product = NMT03-L3-DAILY // PCF = NMT03-L3-DAILY-2.5.14 in A561004 @ 2023-10-02 06:06Z

<https://ozoneaq.gsfc.nasa.gov/>