



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

AGM5823 – Tópicos em Química atmosférica

Ozônio estratosférico: Depleção da camada de ozônio

Profa. Adalgiza Fornaro

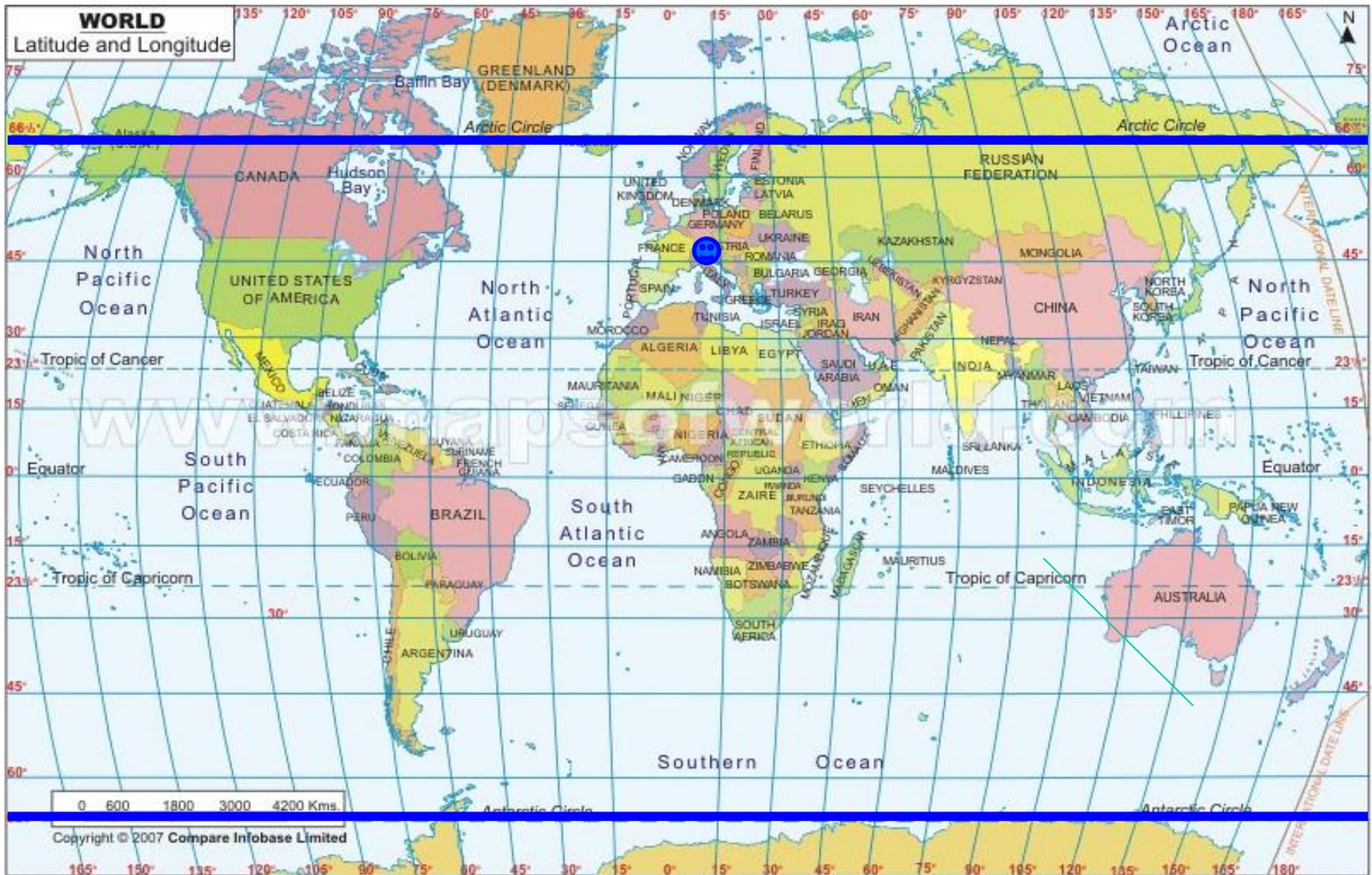
“Depleção” da camada de ozônio

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).

65° N

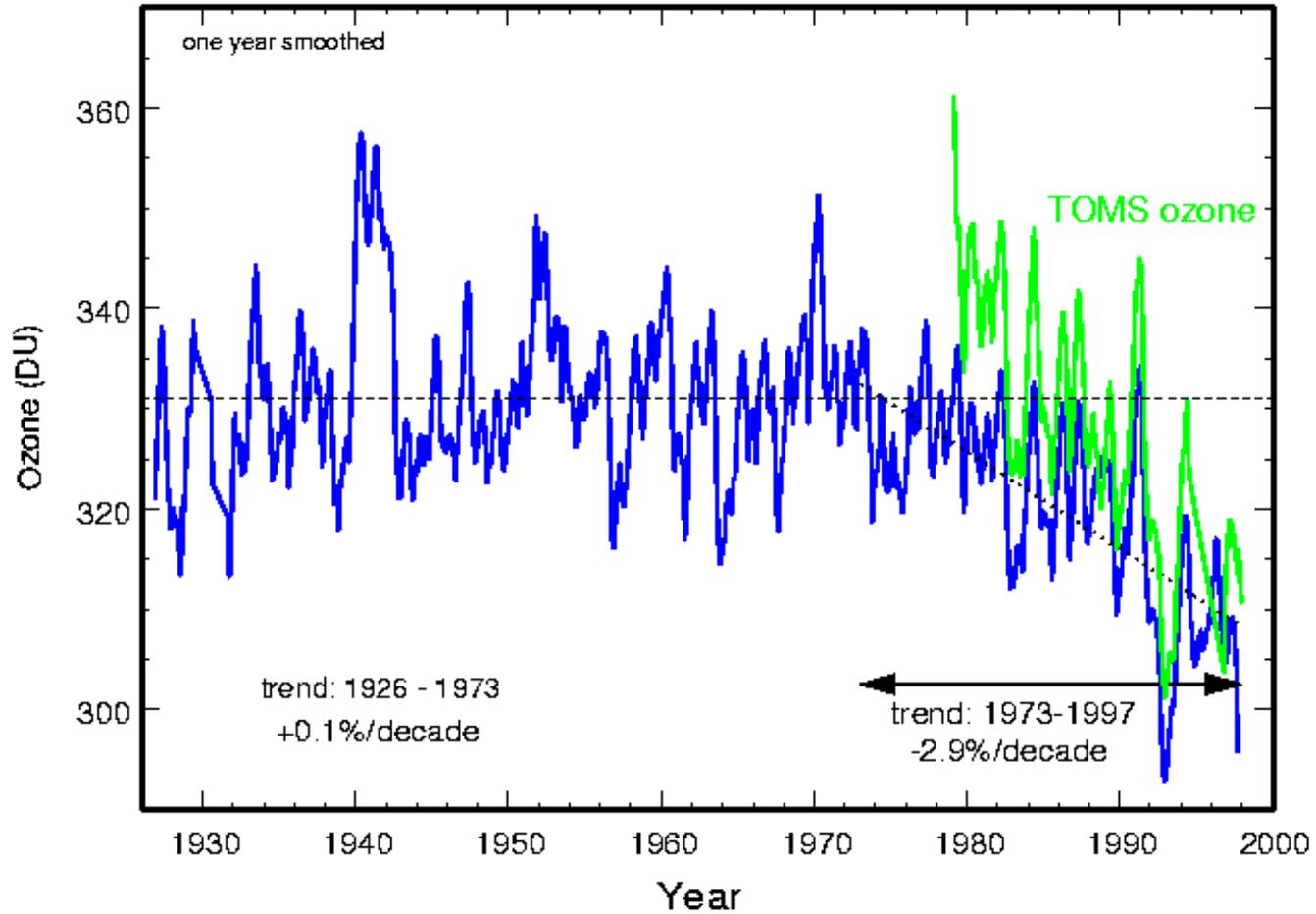


65° S

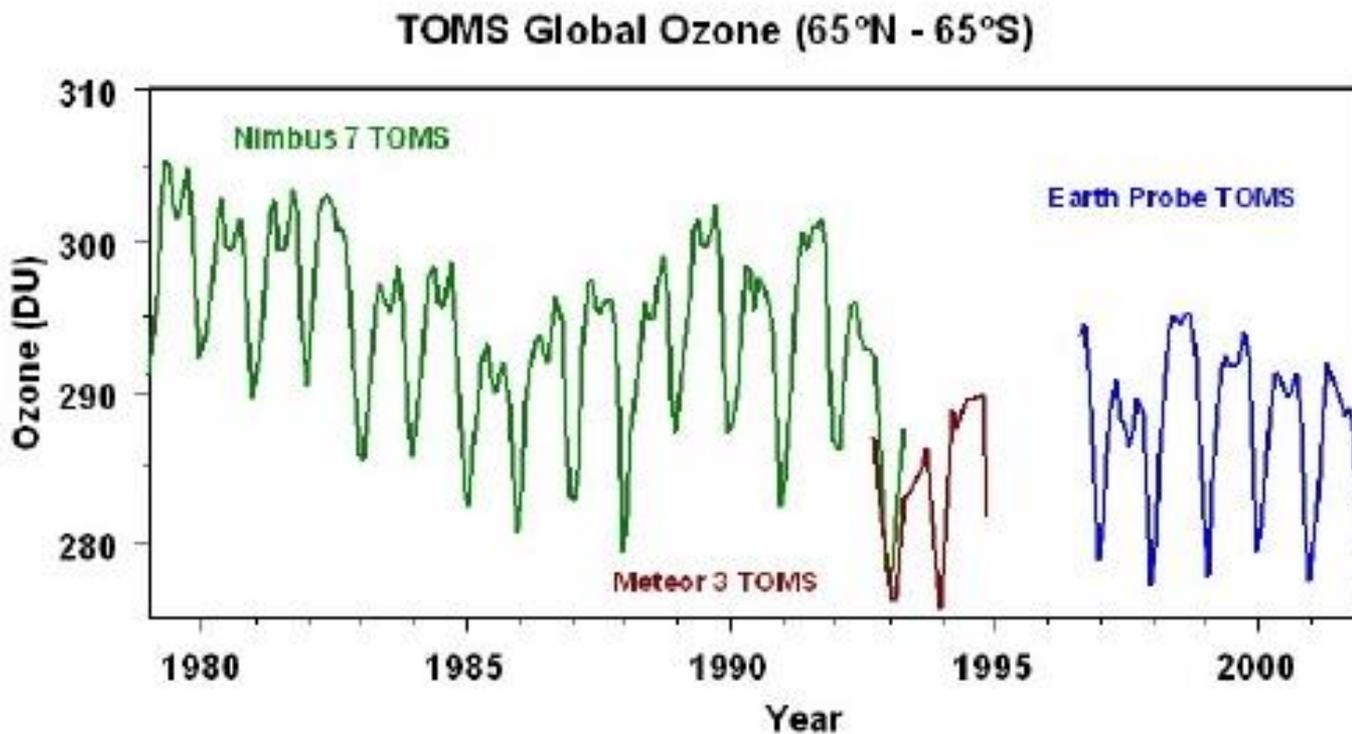
● Suiça, ~47° N

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

Ozone at Arosa, Switzerland since 1926



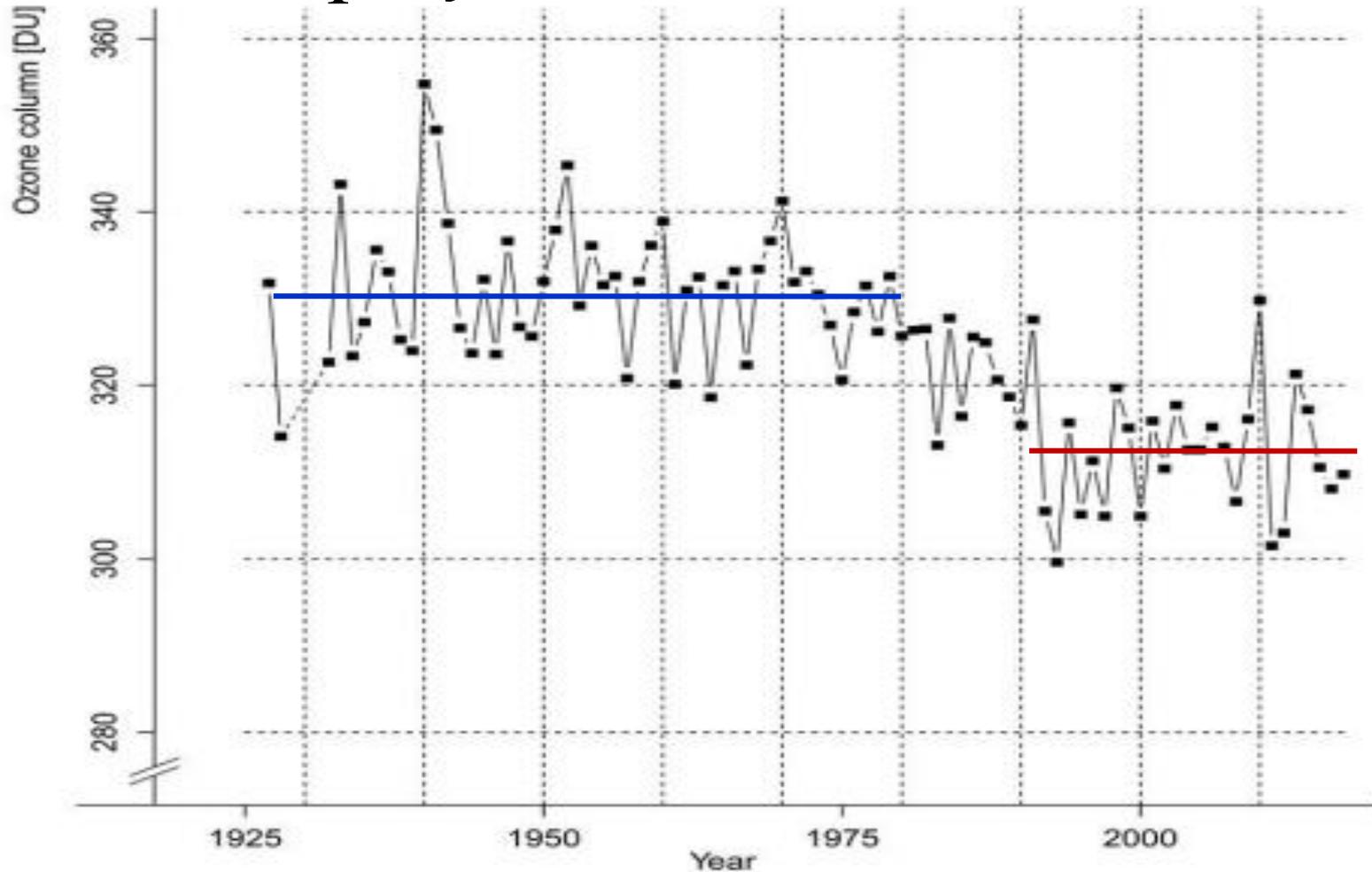
Depleção de ozônio em regiões temperadas (65°N – 65°S)



Monthly Average Total Ozone Amount from 1979-2001

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

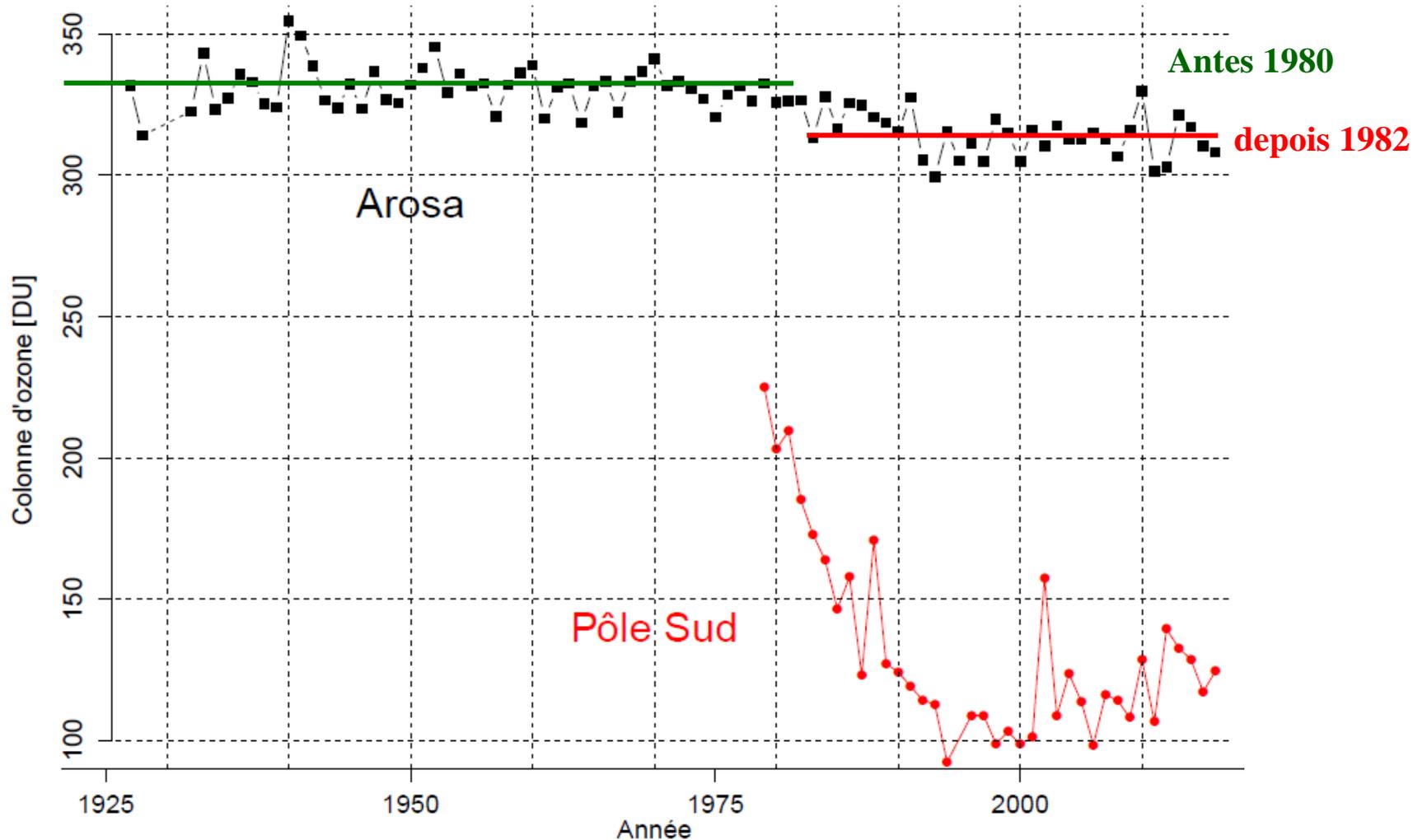
“Depleção” da camada de ozônio



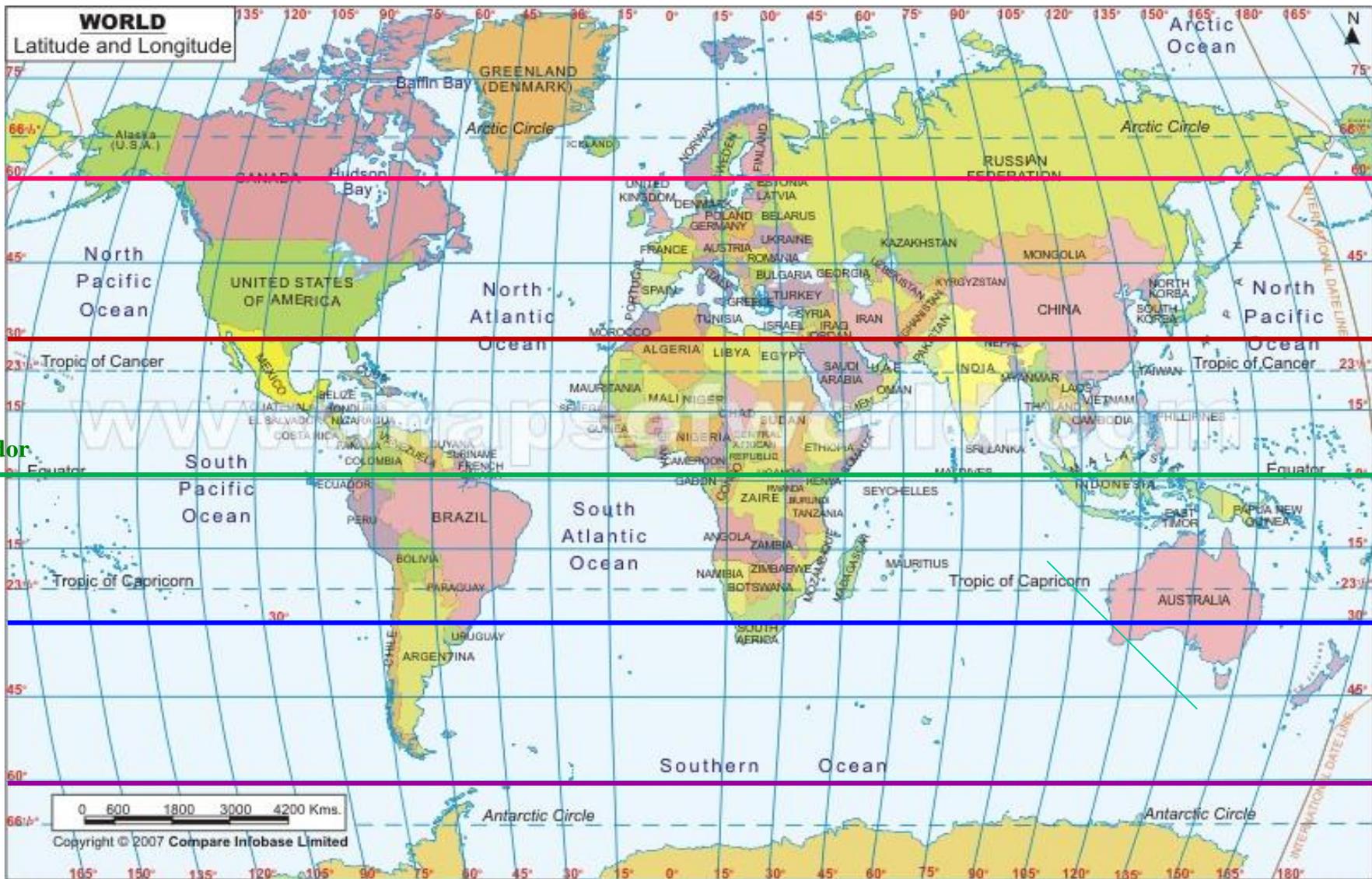
Valores médios anuais totais do ozônio (coluna) medidos em Arosa (47° N), Suíça, de 1926 a 2017 (Staehelin et al., Atmos. Chem. Phys., 18, 6567–6584, 2018).

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).



60° N

30° N

Equator

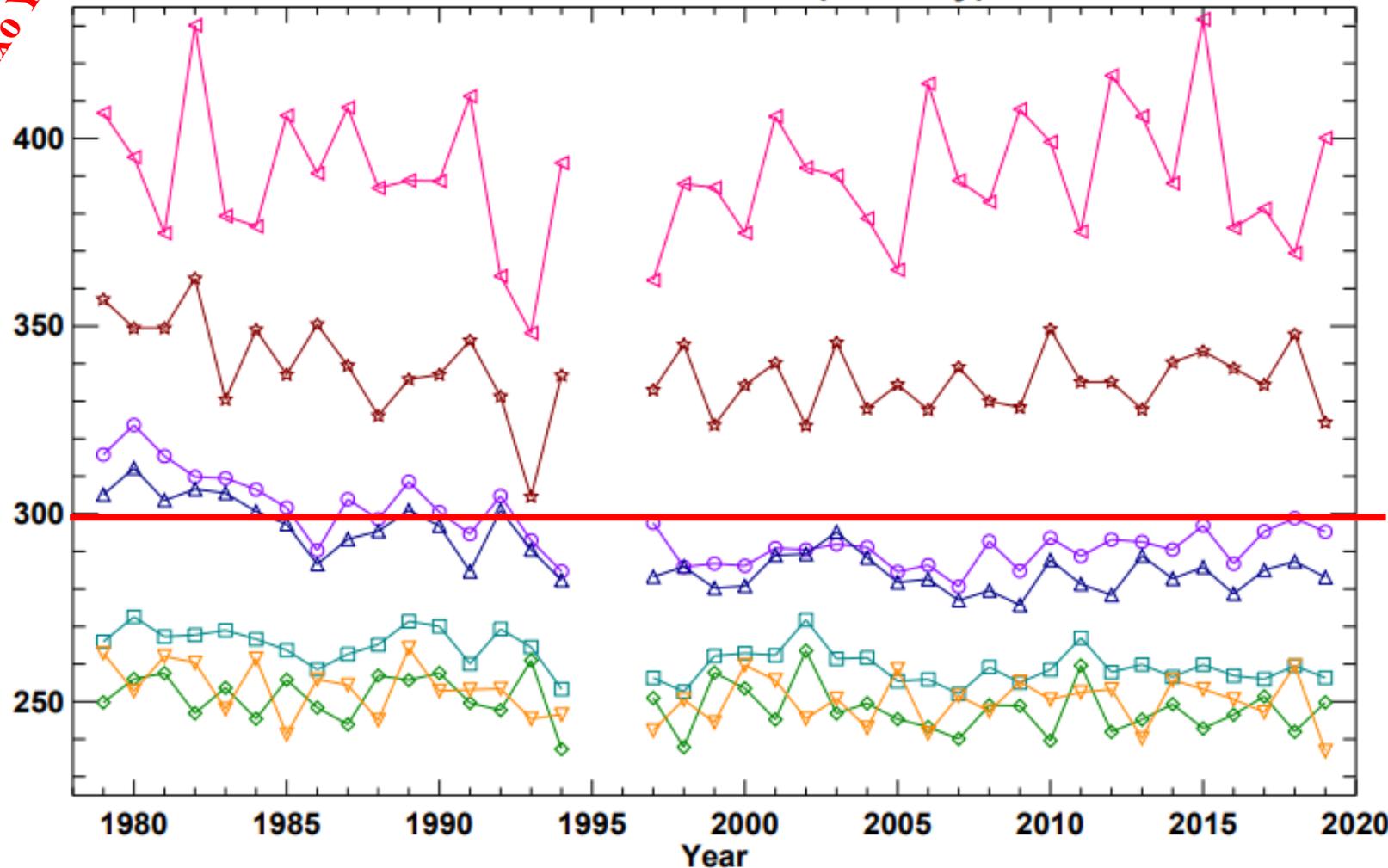
30° S

60° S

Atenção com as escalas do eixo Y

Total column ozone (January)

30°S – 30°N



P. Newman (NASA), E. Nash (SSAI), R. McPeters (NASA), S. Pawson (NASA) 2019-03-02T21:39:22Z

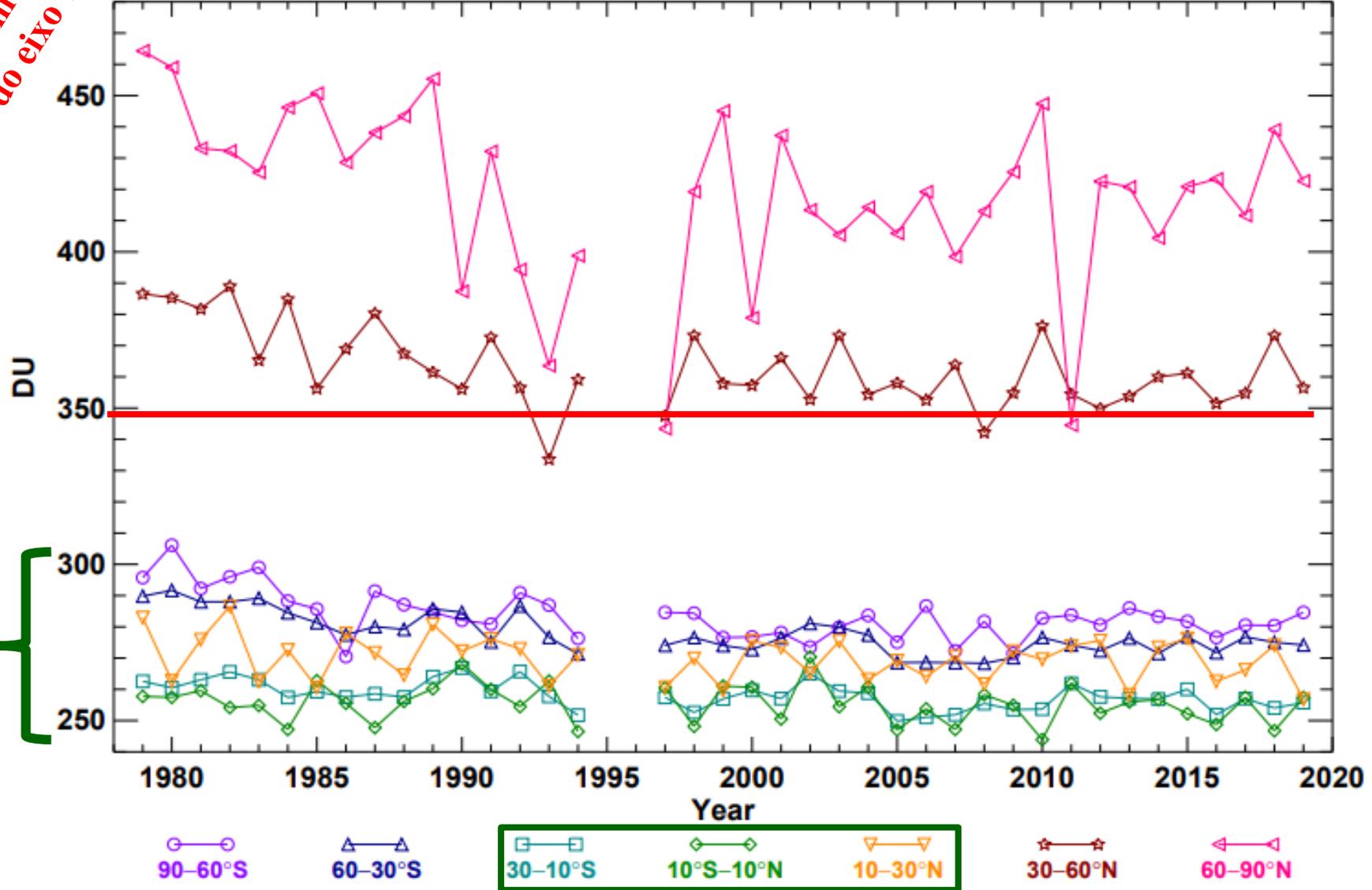
Ozônio médio mensal para sete faixas de latitude (1979-2019)

https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/statistics/o3_latbnds_01.pdf

Total column ozone (March)

Atenção com as escalas do eixo Y

30°S – 30°N



P. Newman (NASA), E. Nash (SSAI), R. McPeters (NASA), S. Pawson (NASA)

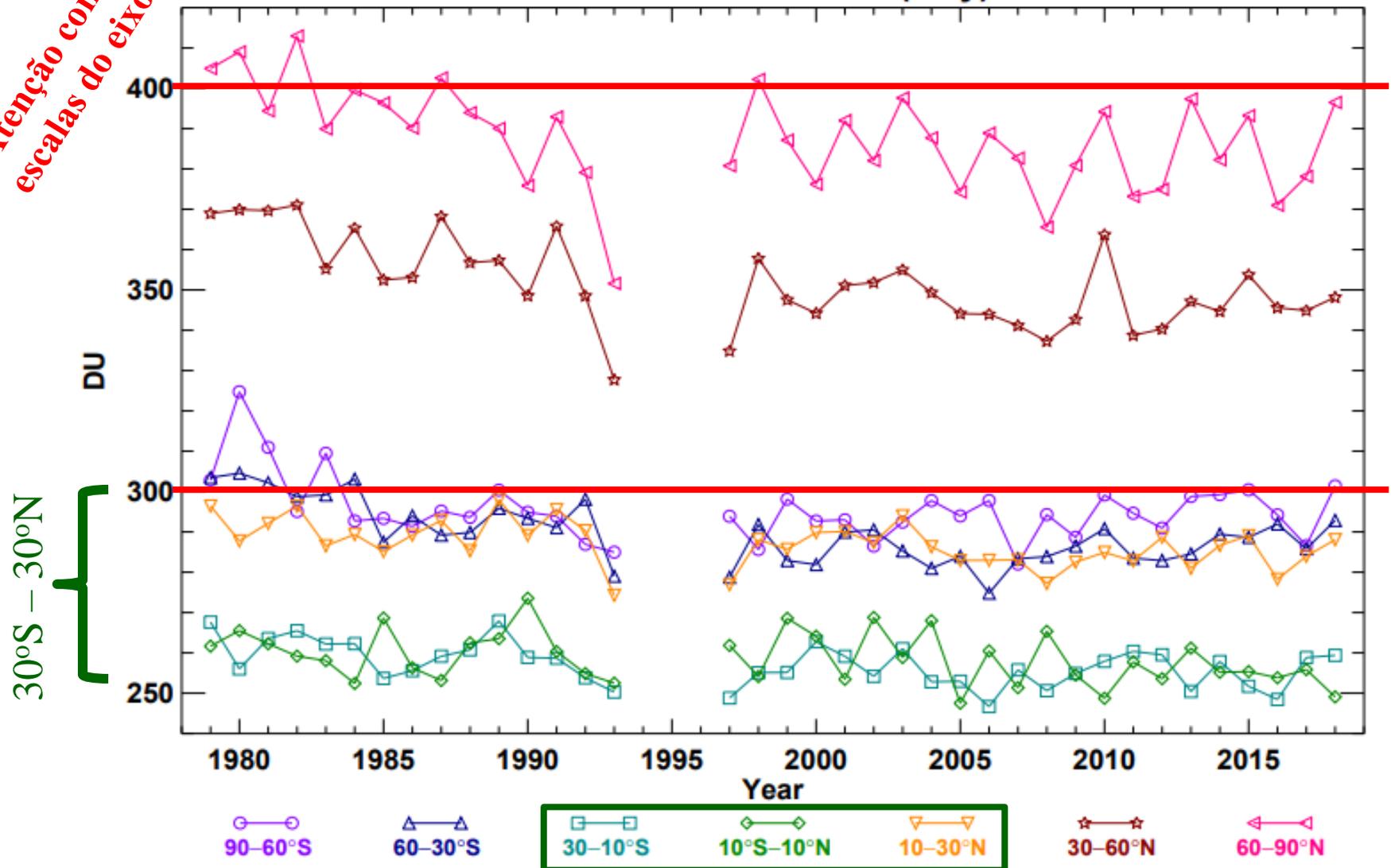
2019-05-02T20:40:59Z

Ozônio médio mensal para sete faixas de latitude

https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/statistics/o3_latbnds_03.pdf

Atenção com as escalas do eixo Y

Total column ozone (May)



P. Newman (NASA), E. Nash (SSAI), R. McPeters (NASA), S. Pawson (NASA)

2018-07-02T20:40:48Z

Ozônio médio mensal para sete faixas de latitude

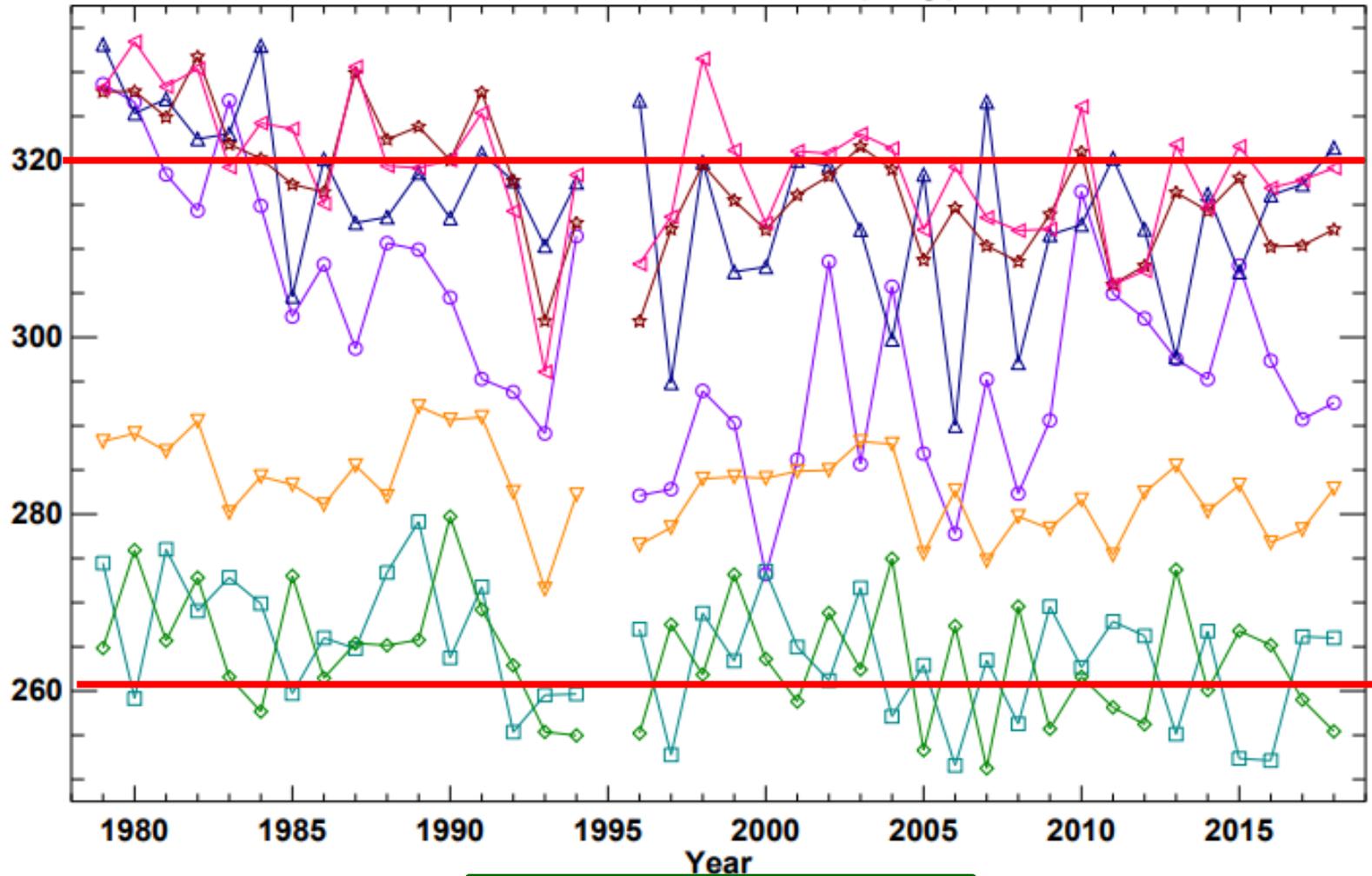
https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/statistics/o3_latbnds_05.pdf

Atenção com as escalas do eixo Y

Total column ozone (July)

30°S – 30°N

DU



P. Newman (NASA), E. Nash (SSAI), R. McPeters (NASA), S. Pawson (NASA)

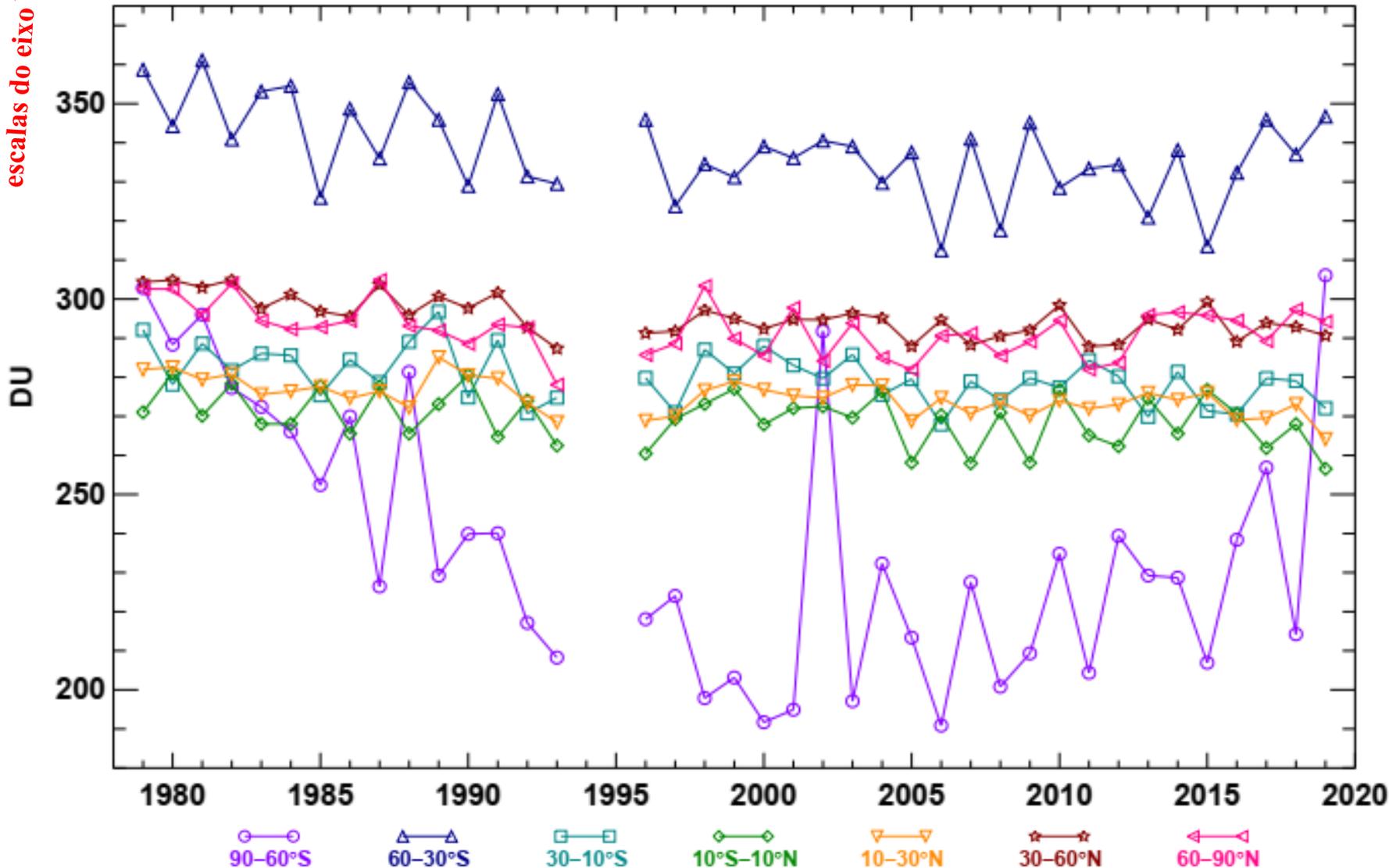
2018-09-02T20:39:20Z

Ozônio médio mensal para sete faixas de latitude

https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/statistics/o3_latbnds_07.pdf

Ozônio médio mensal (setembro) para sete faixas de latitude (1979-2019)

Atenção com as
escalas do eixo Y



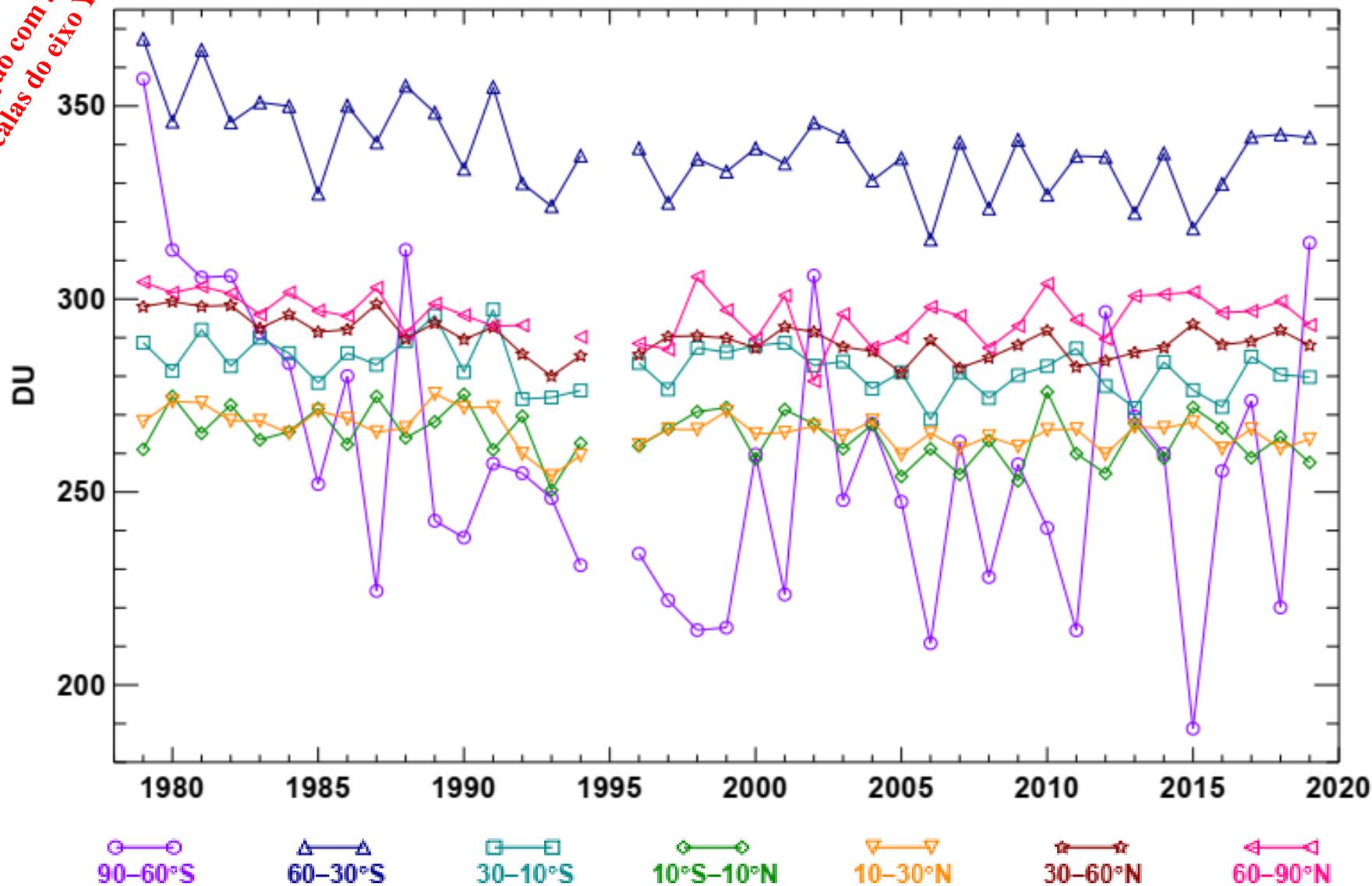
P. Newman (NASA), E. Nash (SSAI), R. McPeters (NASA), S. Pawson (NASA)

2019-11-01T20:42:09Z

https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/statistics/o3_latbnds_09.pdf

Ozônio médio mensal (outubro) para sete faixas de latitude (1979-2019)

Atenção com as escalas do eixo Y

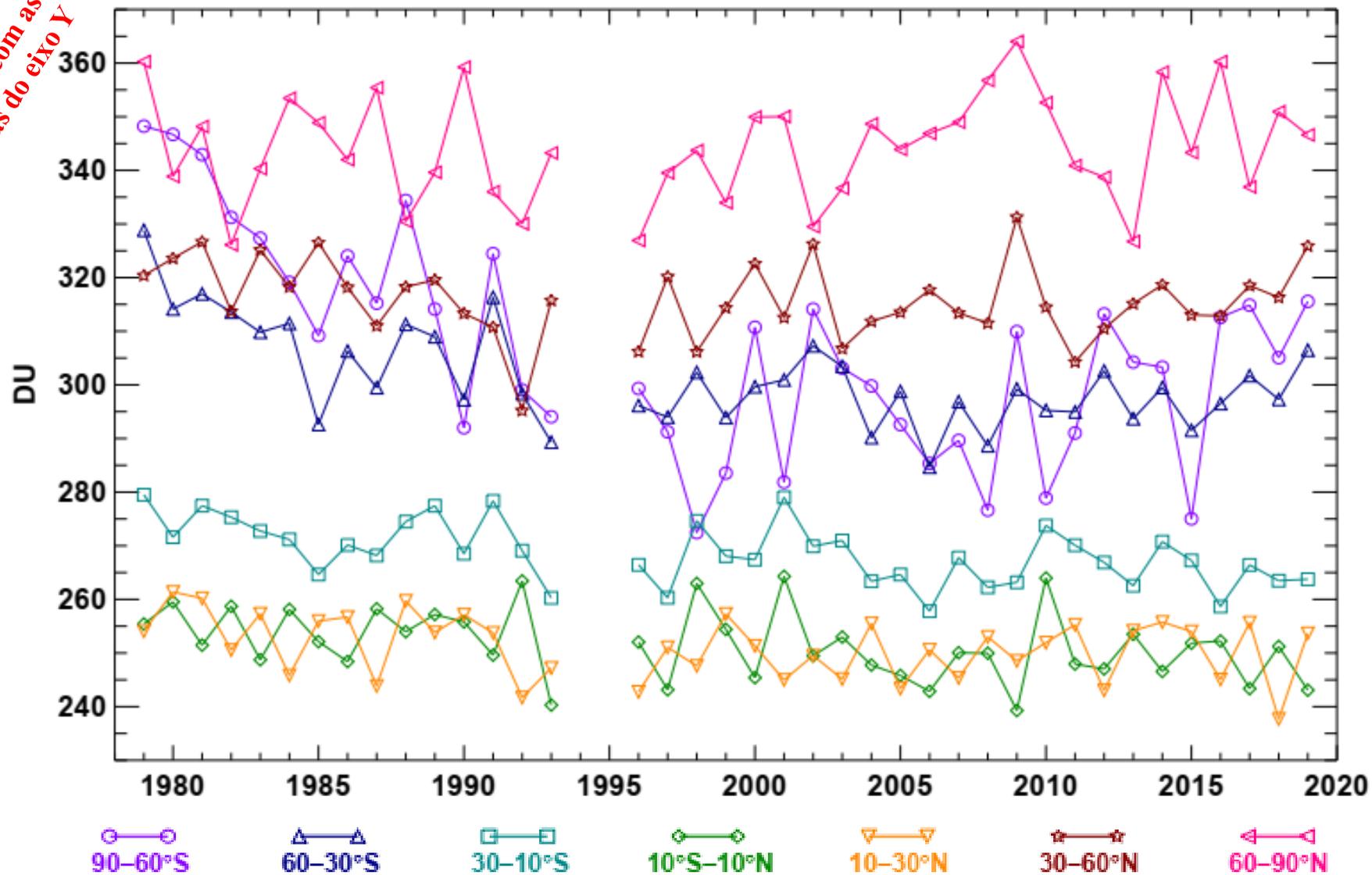


P. Newman (NASA), E. Nash (SSAI), R. McPeters (NASA), S. Pawson (NASA)

2019-11-01T20:42:09Z

Ozônio médio mensal (dezembro) para sete faixas de latitude (1979-2019)

Atenção com as escalas do eixo Y



P. Newman (NASA), E. Nash (SSAI), R. McPeters (NASA), S. Pawson (NASA)

2019-11-01T20:42:09Z

https://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/statistics/o3_latbnds_12.pdf

Ciclo do ClO_x

ClO_x - produzidas a partir dos clorofluorocarbonos (CFC's)

CFC's são produzidos artificialmente.

Exemplos de CFC's : Freons (CFCl_3 , CF_2Cl_2)

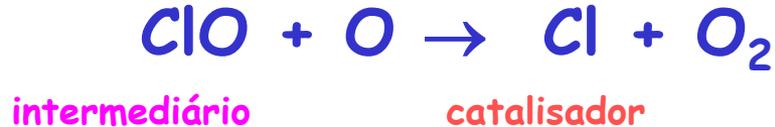
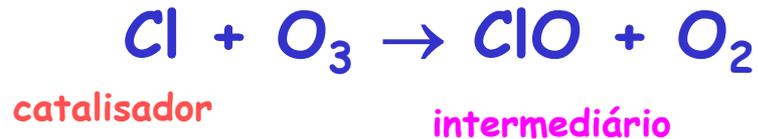
CFCs são inertes na troposfera, por outro lado sofrem fotólise na estratosfera, liberando átomos de Cl.



Radiação UV que não atinge a troposfera

Consequências das reações competitivas

Reações Catalíticas

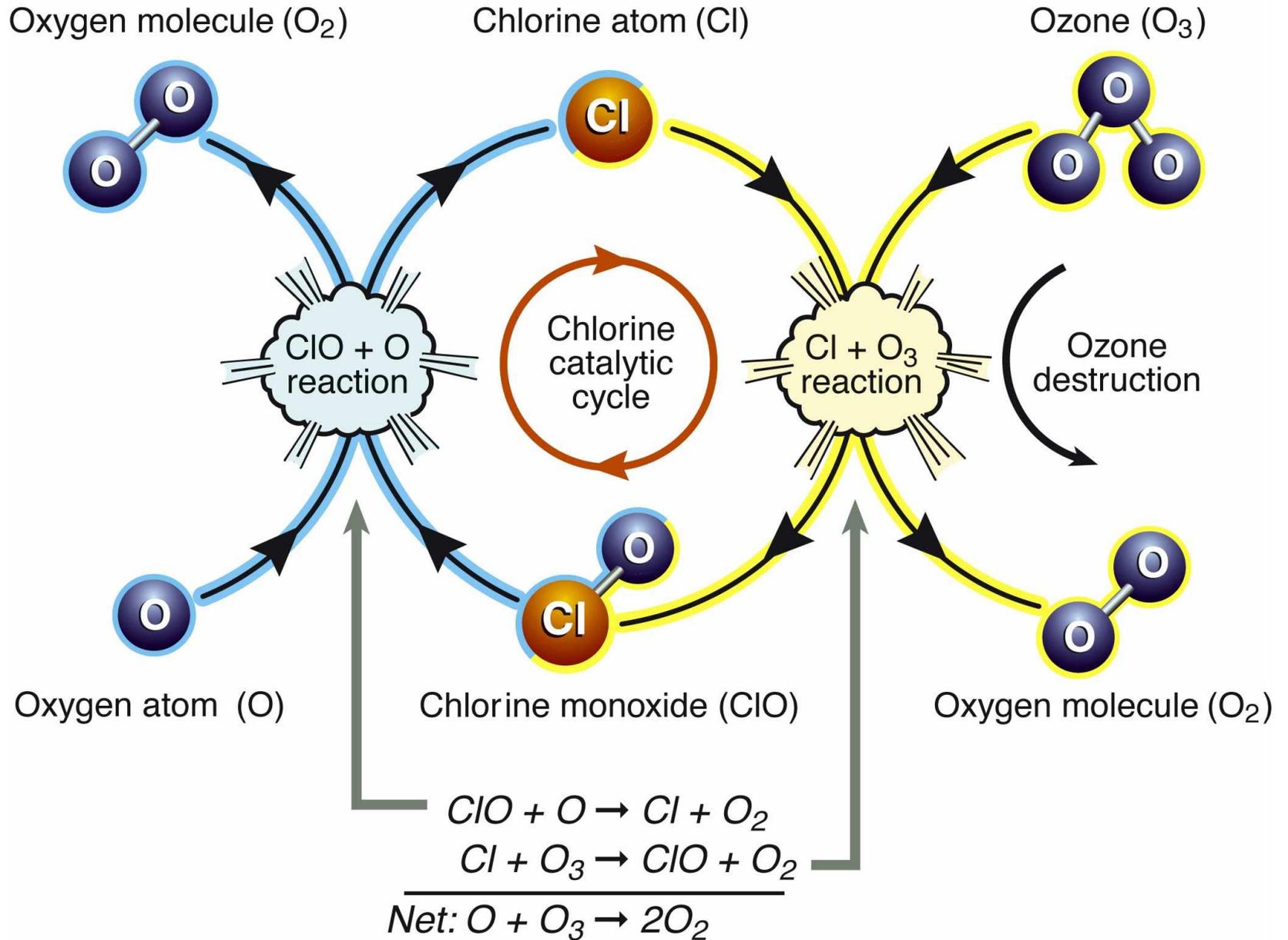


- Baixa energia de ativação

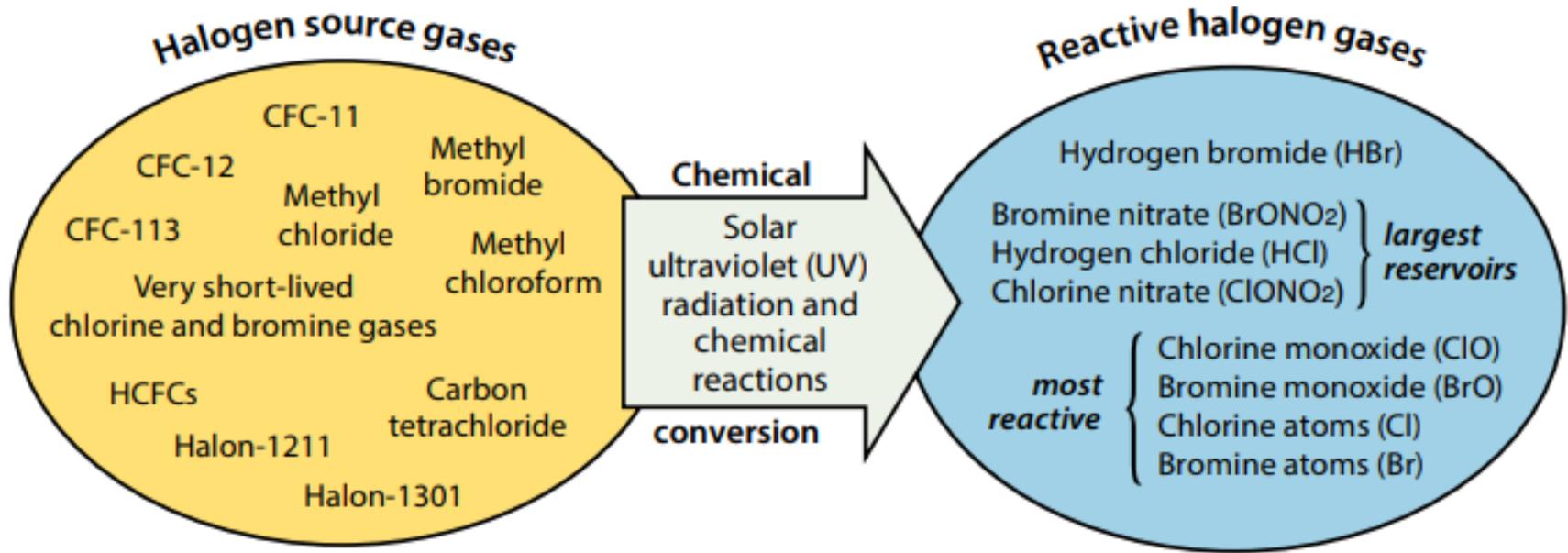
E_a para mecanismo de Chapman = 17,1 kJ/mol

E_a para reação ClO_x = 2,1 kJ/mol

Ciclo catalítico de destruição do ozônio

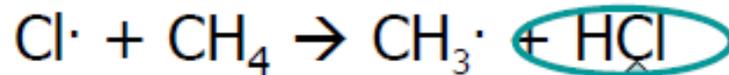


Stratospheric Halogen Gases

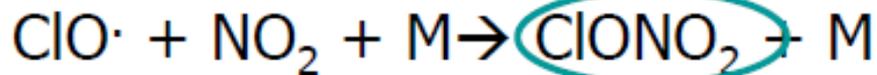


Átomo de cloro (Cl)

Reações de termino para Cl



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



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.

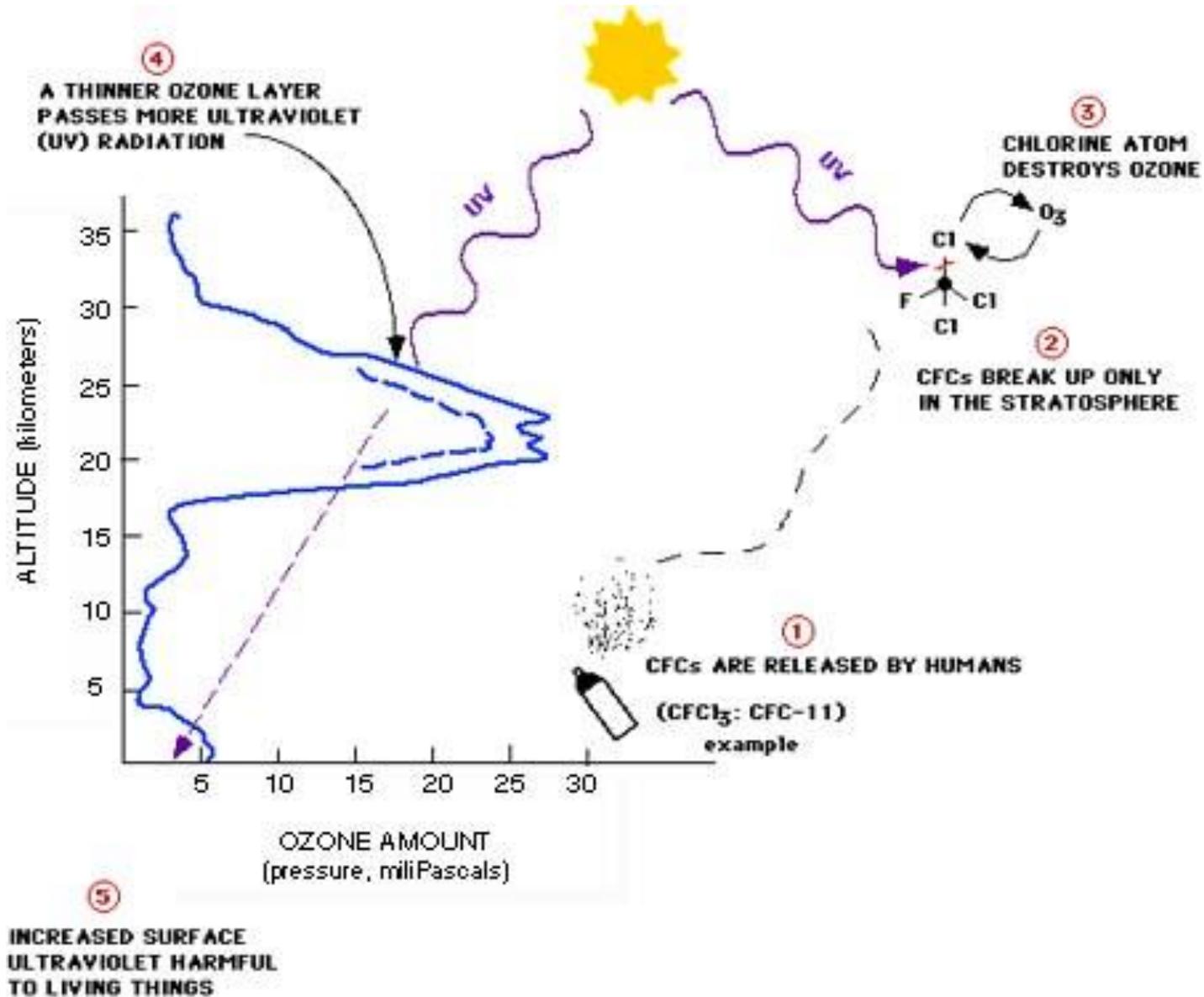
Crutzen, P.J. The influence of nitrogen oxide on the atmospheric ozone content.

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.



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.

6

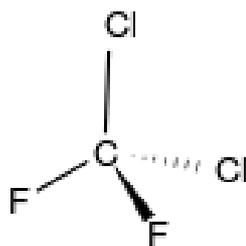
Removal

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

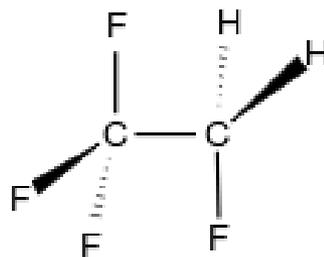
Uso de CFCs como gás refrigerante

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

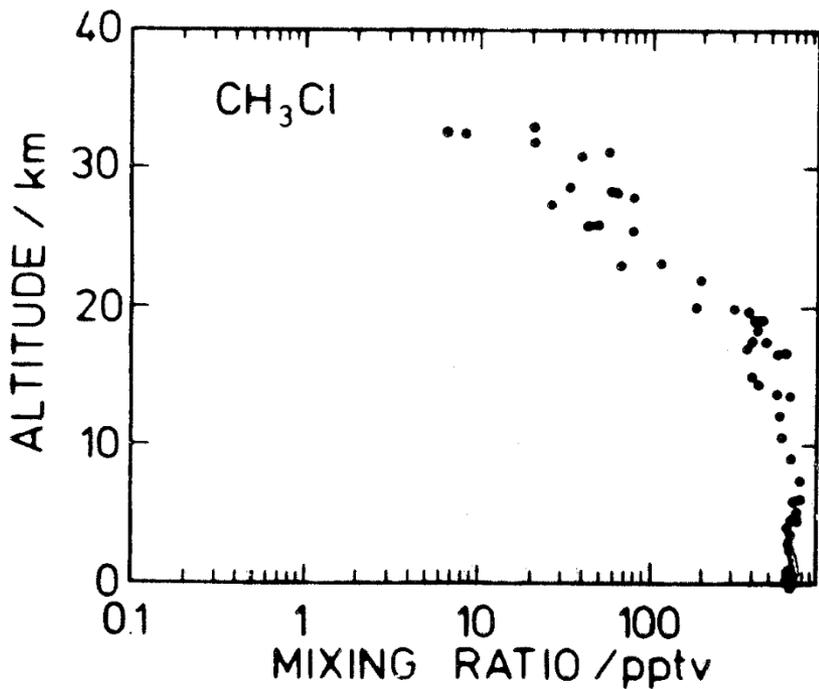
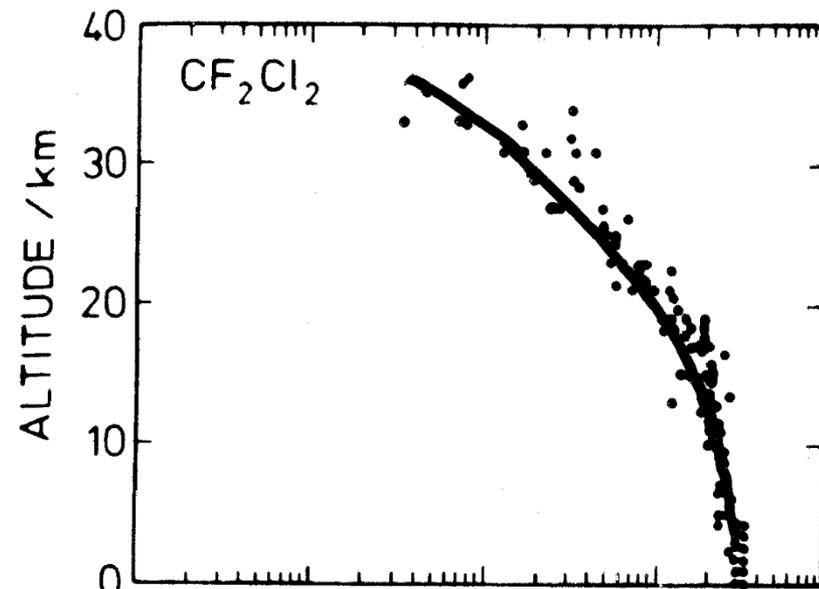
DuPont (década de 80) \Rightarrow maior produtora mundial (25%)
 \Rightarrow FREON (nome usado para os CFCs)



Dichlorodifluoromethane



Tetrafluoroethane

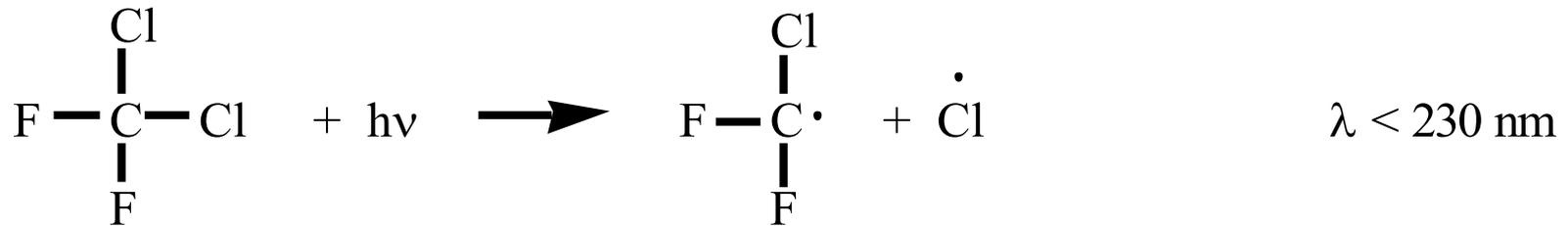
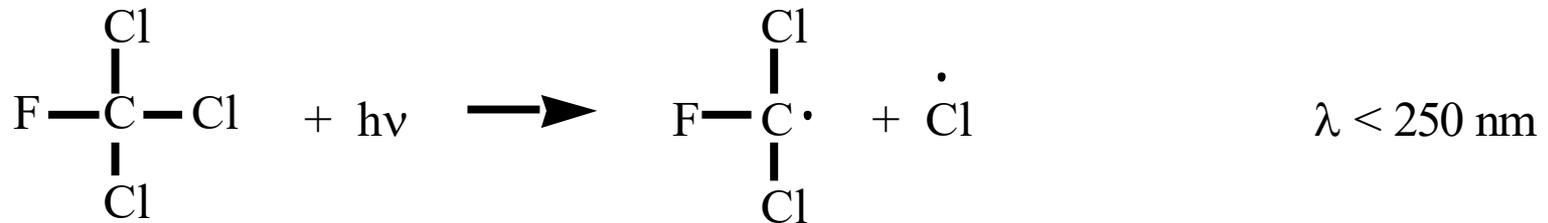


Em qual região do espectro eletromagnético estas espécies de CFCs devem sofrer fotólise?

- A) UV
- B) Visível
- C) IV

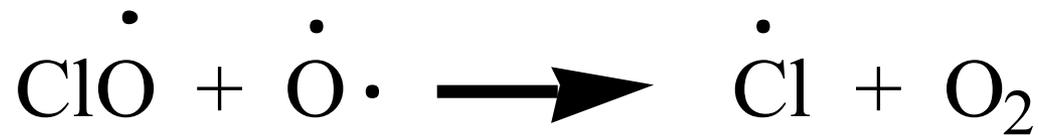
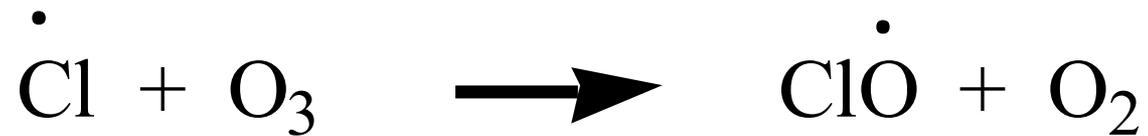
Fotólise de CFCs acima de 20 km

→ liberação de cloro ativo (Cl·)



Destruição de ozônio por cloro

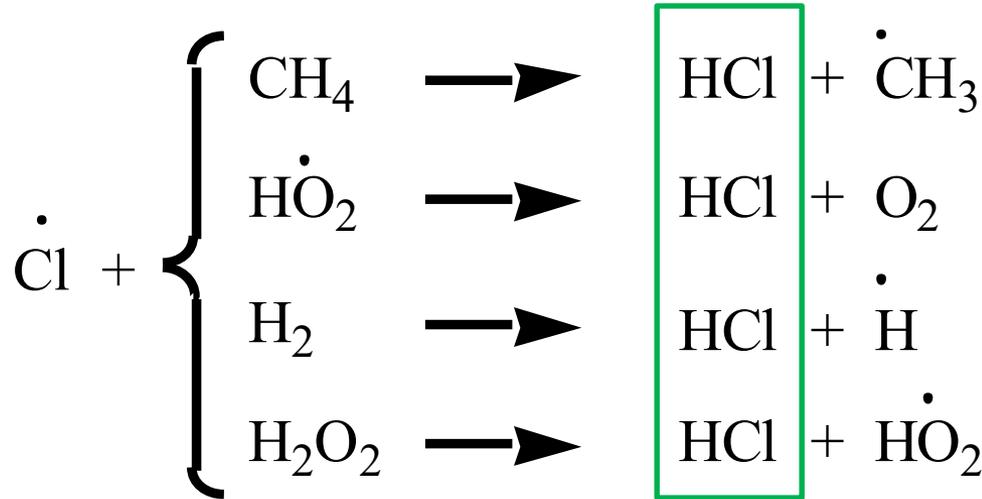
Ciclo catalítico de destruição de ozônio



somente 1% do cloro é ativo como Cl ou ClO

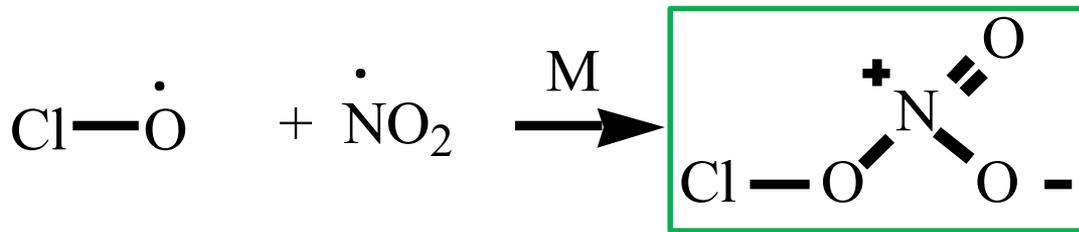
Conversão de cloro ativo para reservatórios (cloro inativo)

Conversão de Cl e ClO



Espécies de cloro inativo:

HCl e



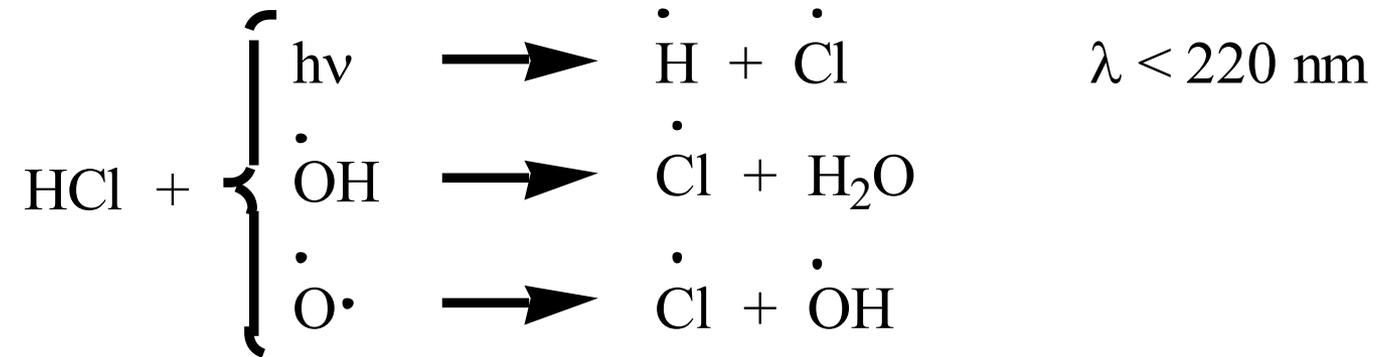
$\text{ClNO}_3 = \text{ClONO}_2$

Monóxido de cloro

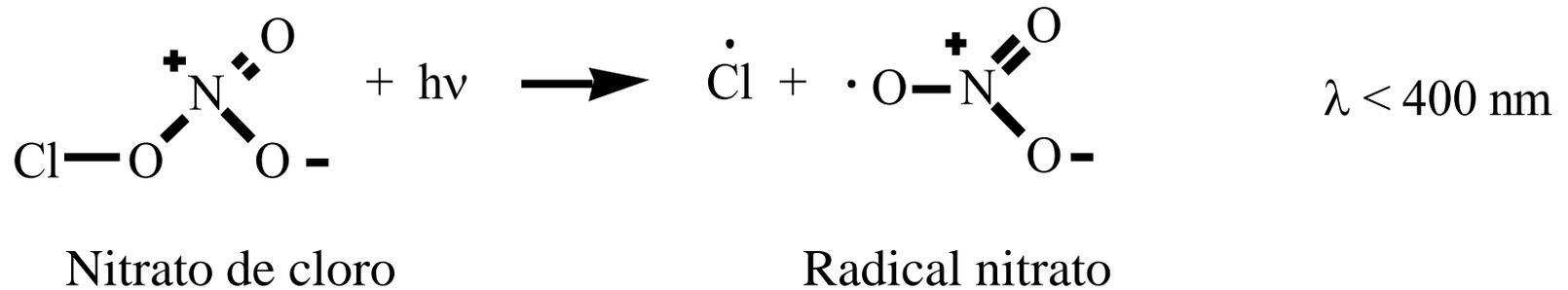
Nitrato de cloro

Conversão dos reservatórios para cloro ativo

HCl



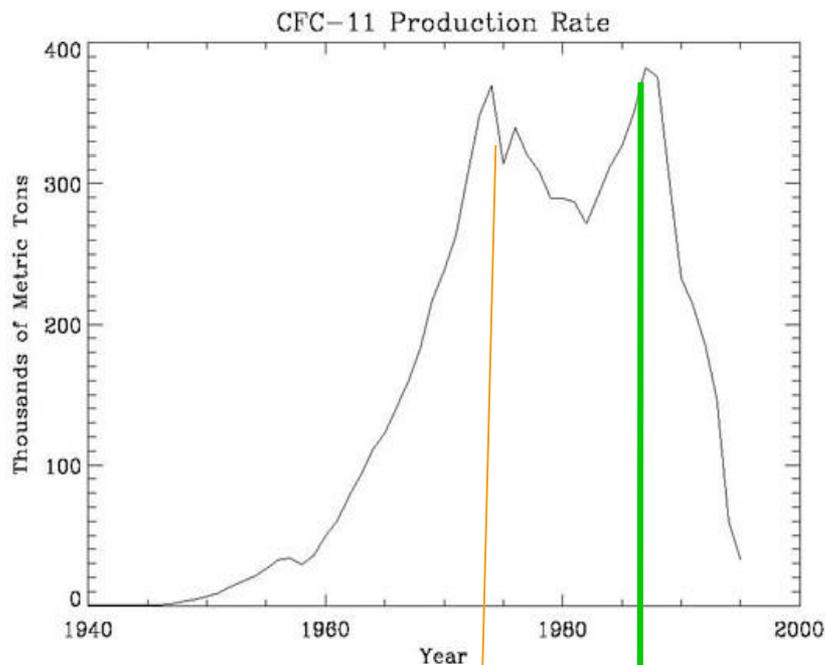
ClONO₂



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

Aplicações e substituições para CFCs		
Aplicação	CFC previamente usado	Substitutos
Refrigeração & condicionador de ar	CFC-12 (CCl ₂ F ₂); CFC-11(CCl ₃ F); CFC-13(CCIF ₃); HCFC-22 (CHClF ₂); CFC-113 (Cl ₂ FCCClF ₂); CFC-114 (CClF ₂ CClF ₂); CFC-115 (CF ₃ CClF ₂);	HFC-23 (CHF ₃); HFC-134a (CF ₃ CFH ₂); HFC-507 (a 1:1 mistura azeotrópica de HFC 125 (CF ₃ CHF ₂) e HFC-143a (CF ₃ CH ₃)); HFC 410 (a 1:1 mistura azeotrópica de HFC-32 (CF ₂ H ₂) e HFC-125 (CF ₃ CF ₂ H))
agentes de expansão para espumas	CFC-11 (CCl ₃ F); CFC 113 (Cl ₂ FCCClF ₂); HCFC-141b (CCl ₂ FCH ₃)	HFC-245fa (CF ₃ CH ₂ CHF ₂); HFC-365 mfc (CF ₃ CH ₂ CF ₂ CH ₃)
Solventes, desengraxantes, agentes de limpeza	CFC-11 (CCl ₃ F); CFC-113 (CCl ₂ FCClF ₂)	Nenhum

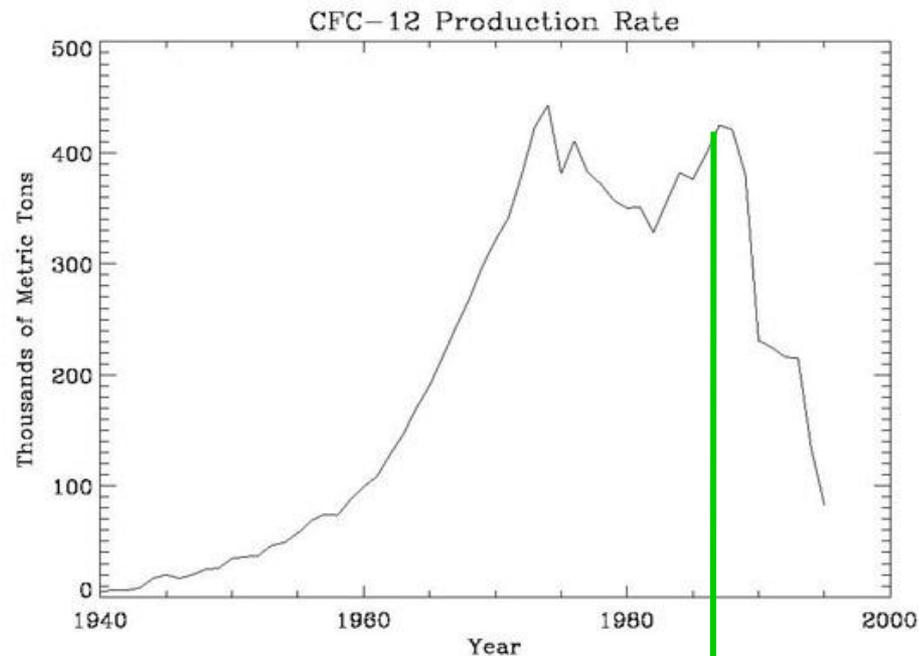
Produção mundial anual de CFC 11.



Protocolo de Montreal - 1987

Crise econômica mundial (crise do petróleo)

Produção mundial anual de CFC -12.



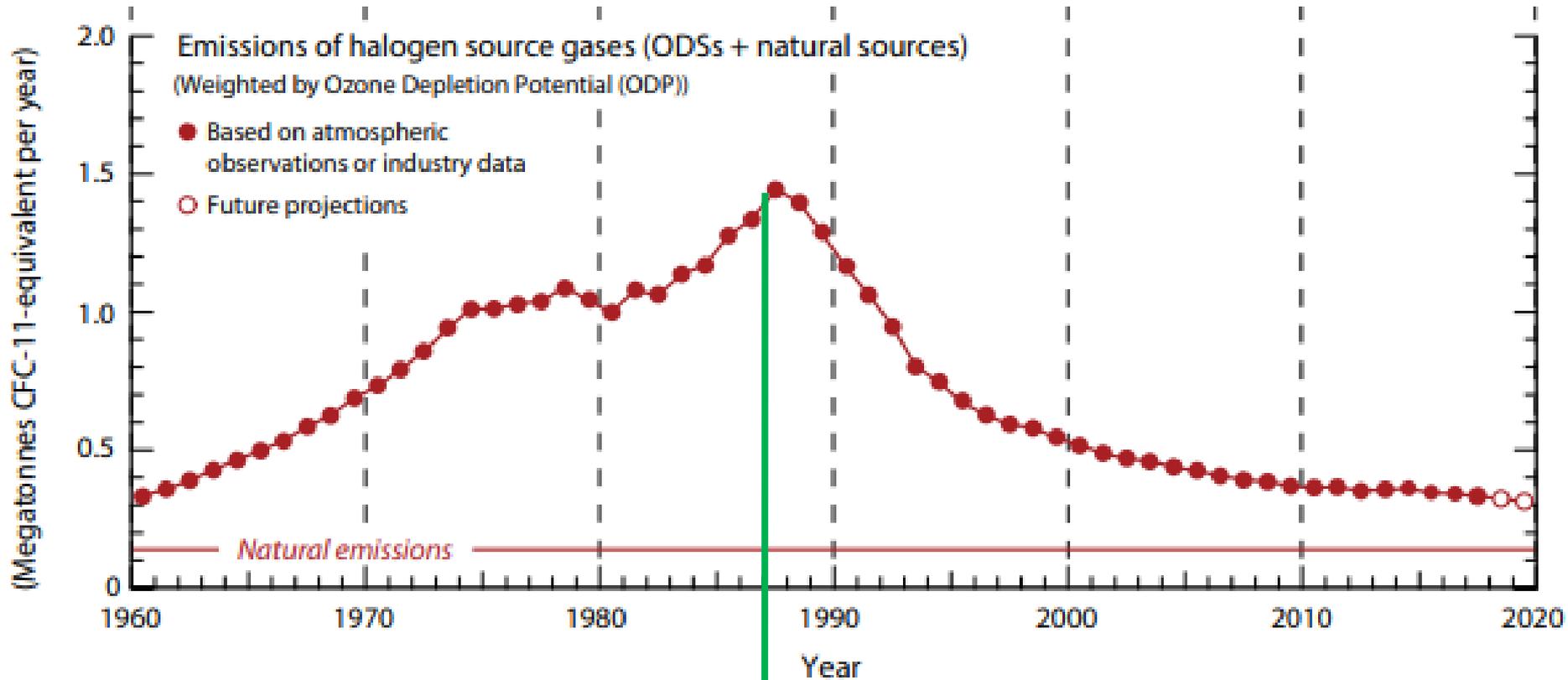
Protocolo de Montreal - 1987

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))



Protocolo de Montreal - 1987

<https://csl.noaa.gov/assessments/ozone/2018/downloads/twentyquestions.pdf>

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



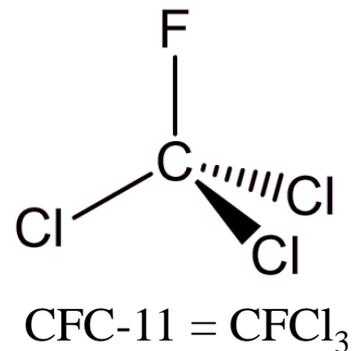
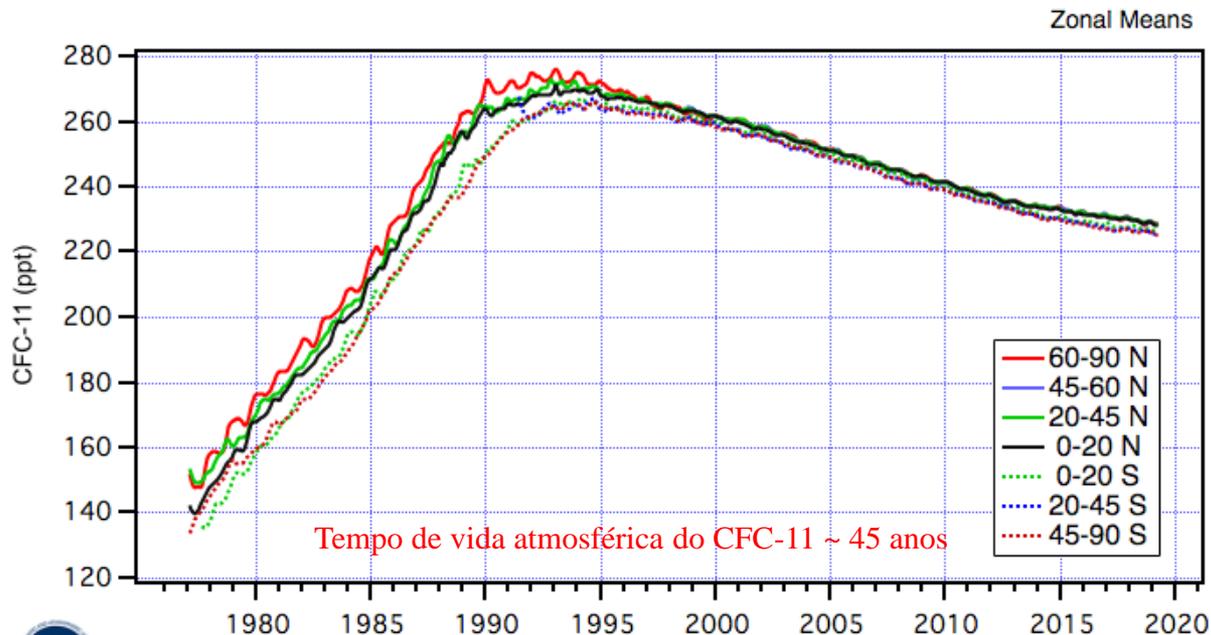
James Maxwell^{1,2*} and Forrest Briscoe^{1,2}

¹Massachusetts Institute of Technology, MA, USA

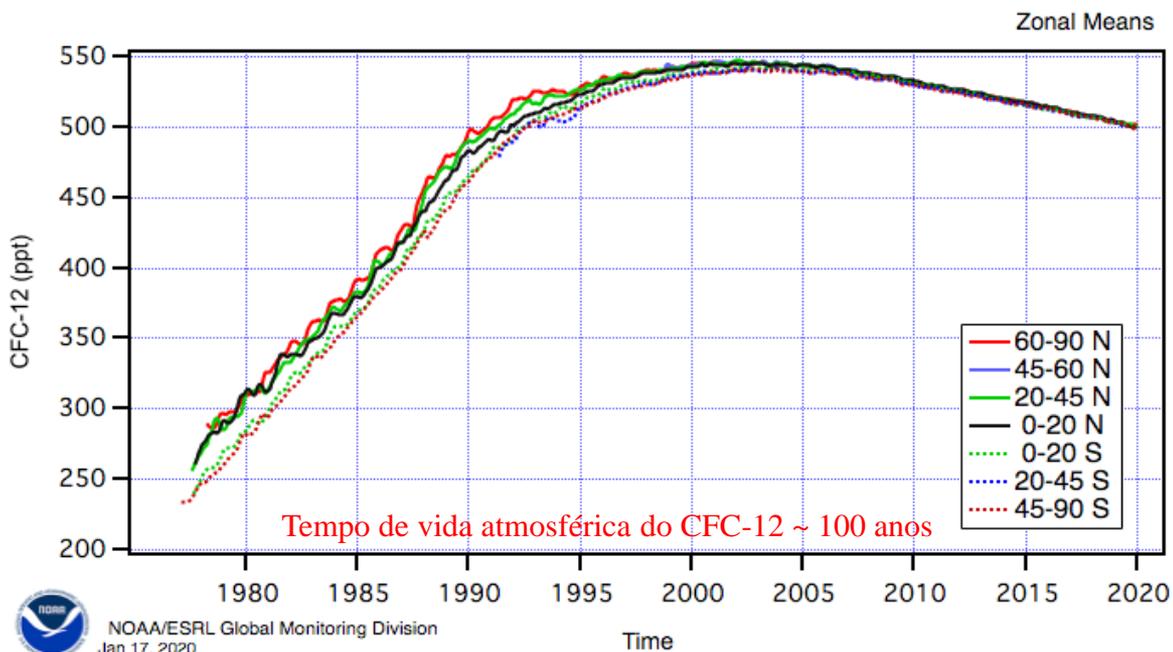
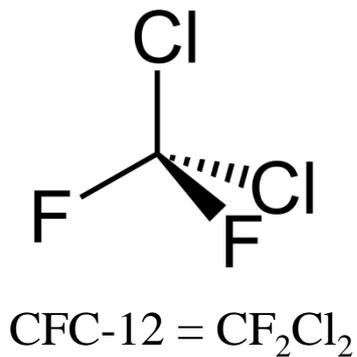
²JSI Research & Training, Boston, MA, USA

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



NOAA/ESRL halocarbons program
Jan 17, 2020



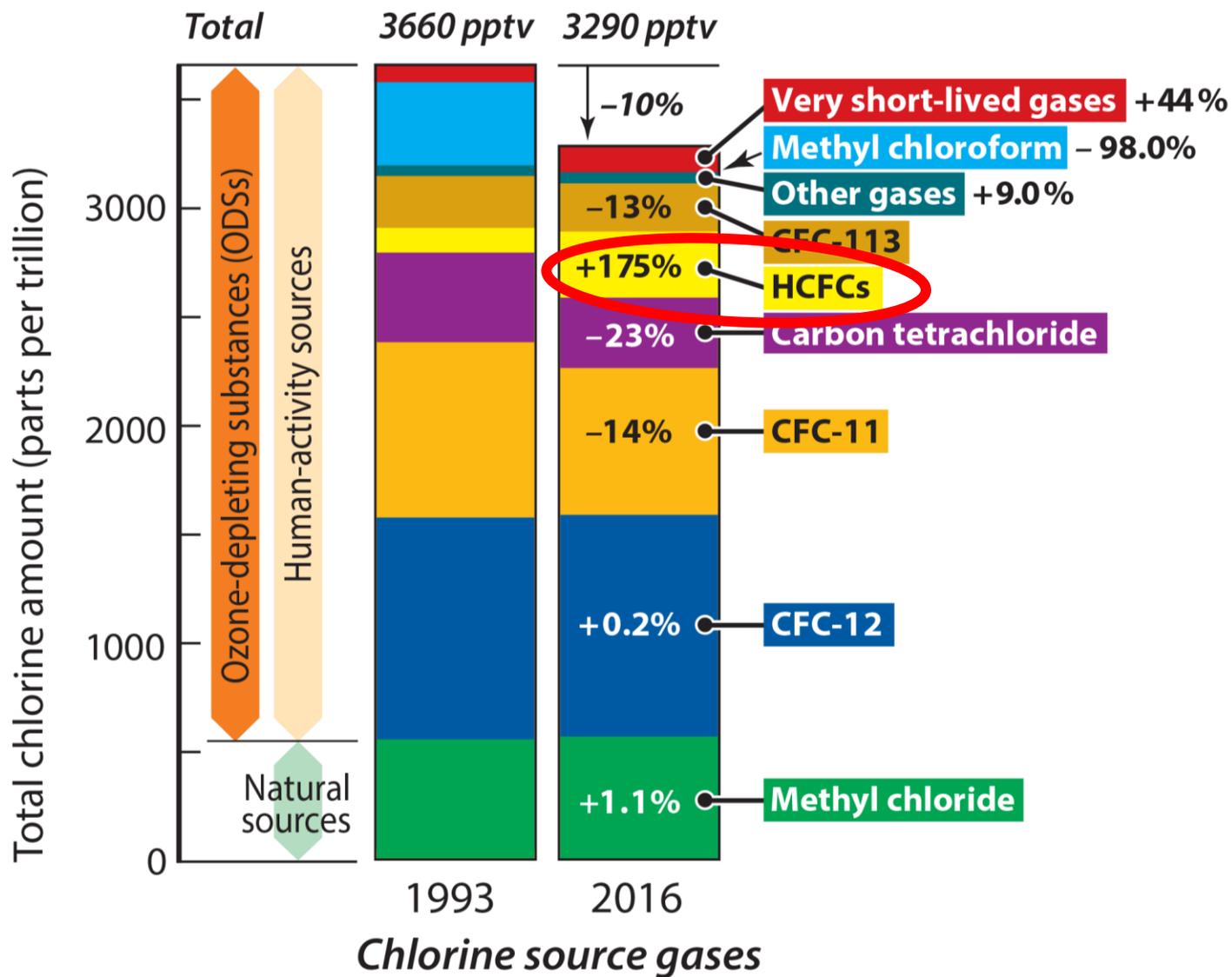
NOAA/ESRL Global Monitoring Division
Jan 17, 2020

Time

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

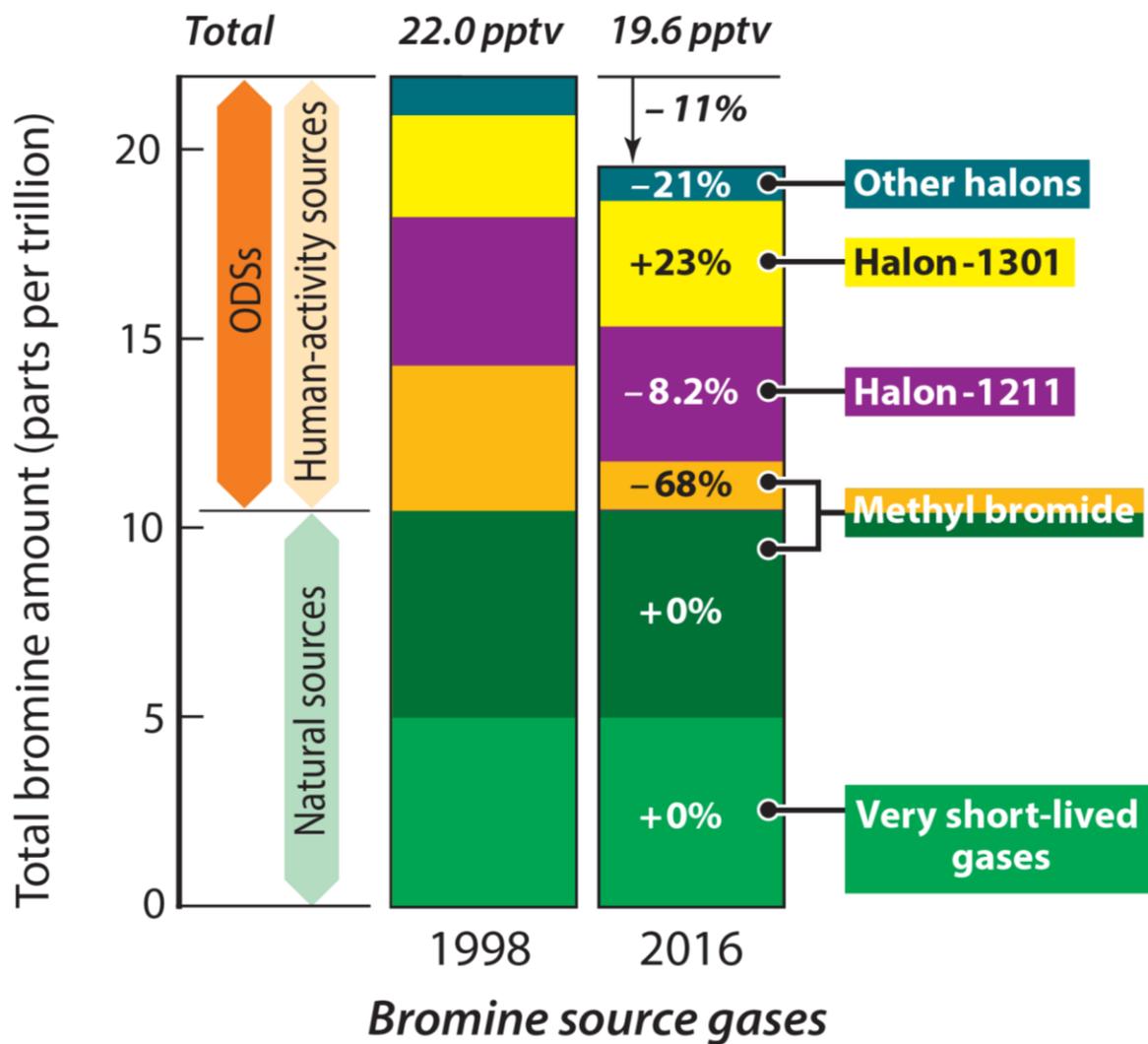
<https://www.esrl.noaa.gov/gmd/hats/combined/CFC12.html>

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



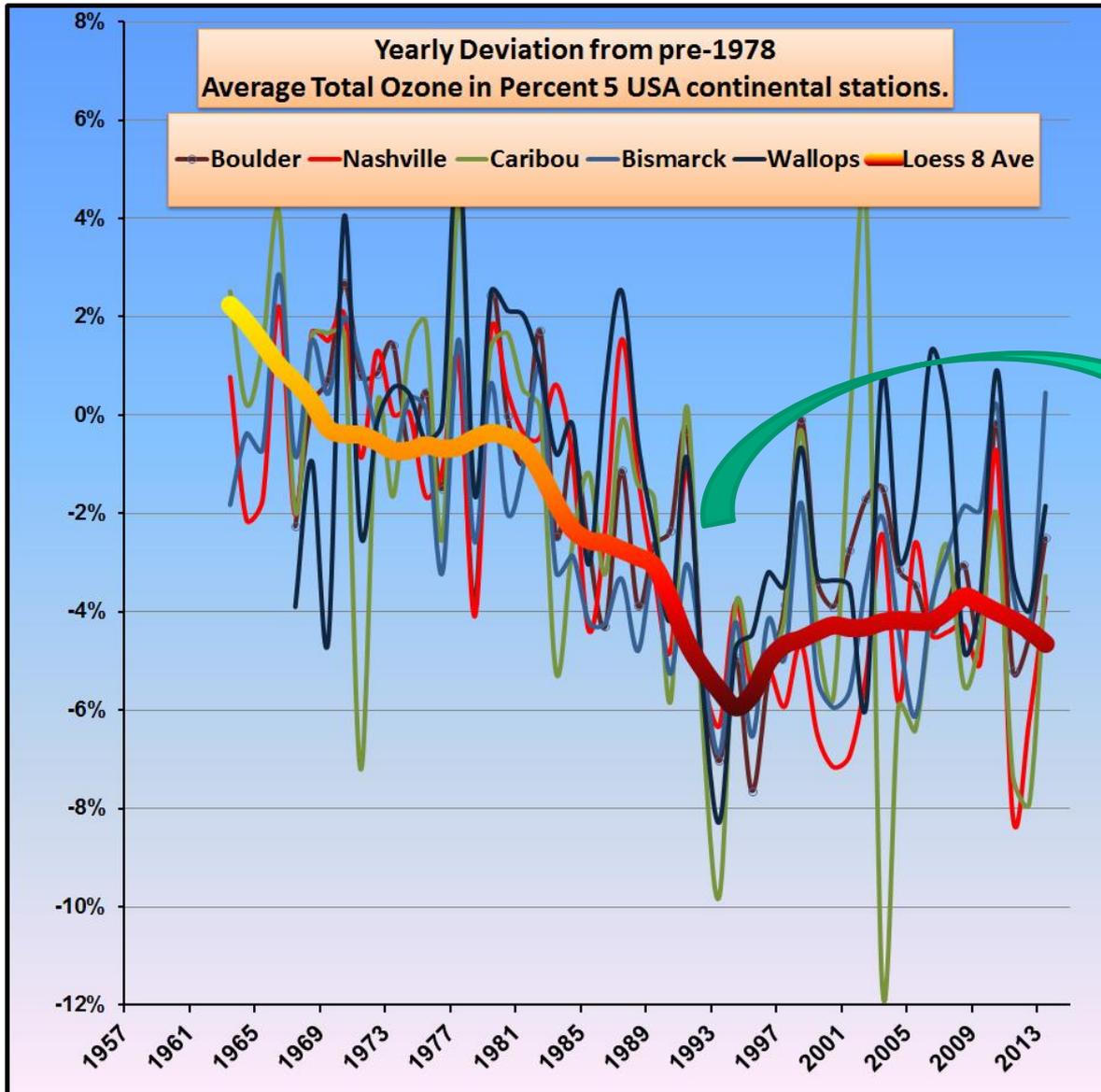
Substâncias destruidoras de ozônio (ODSs) são os gases emitidos por atividades humanas que são controladas pelo Protocolo de Montreal.

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

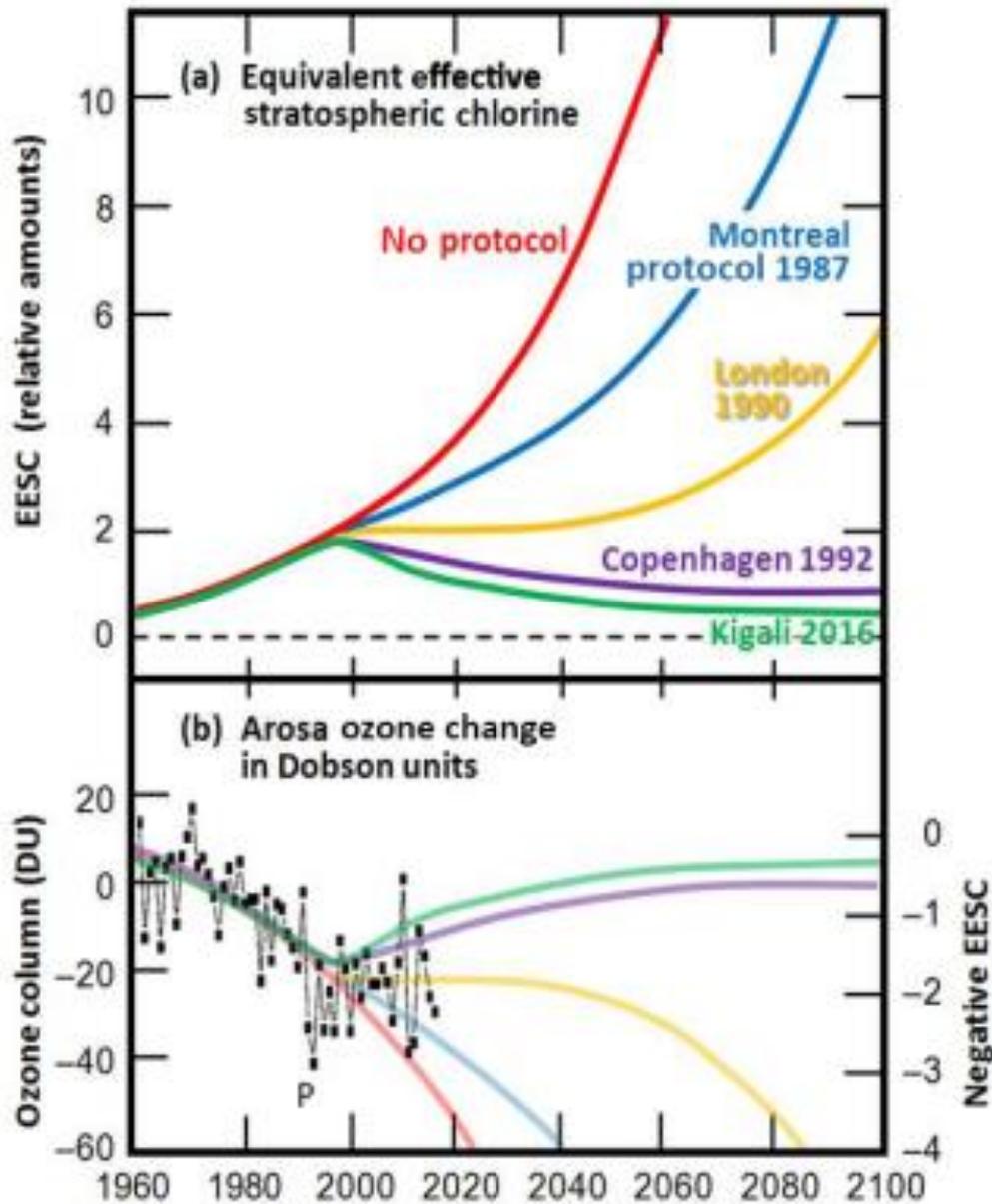


Substâncias destruidoras de ozônio (ODSs) são os gases emitidos por atividades humanas que são controladas pelo Protocolo de Montreal.

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

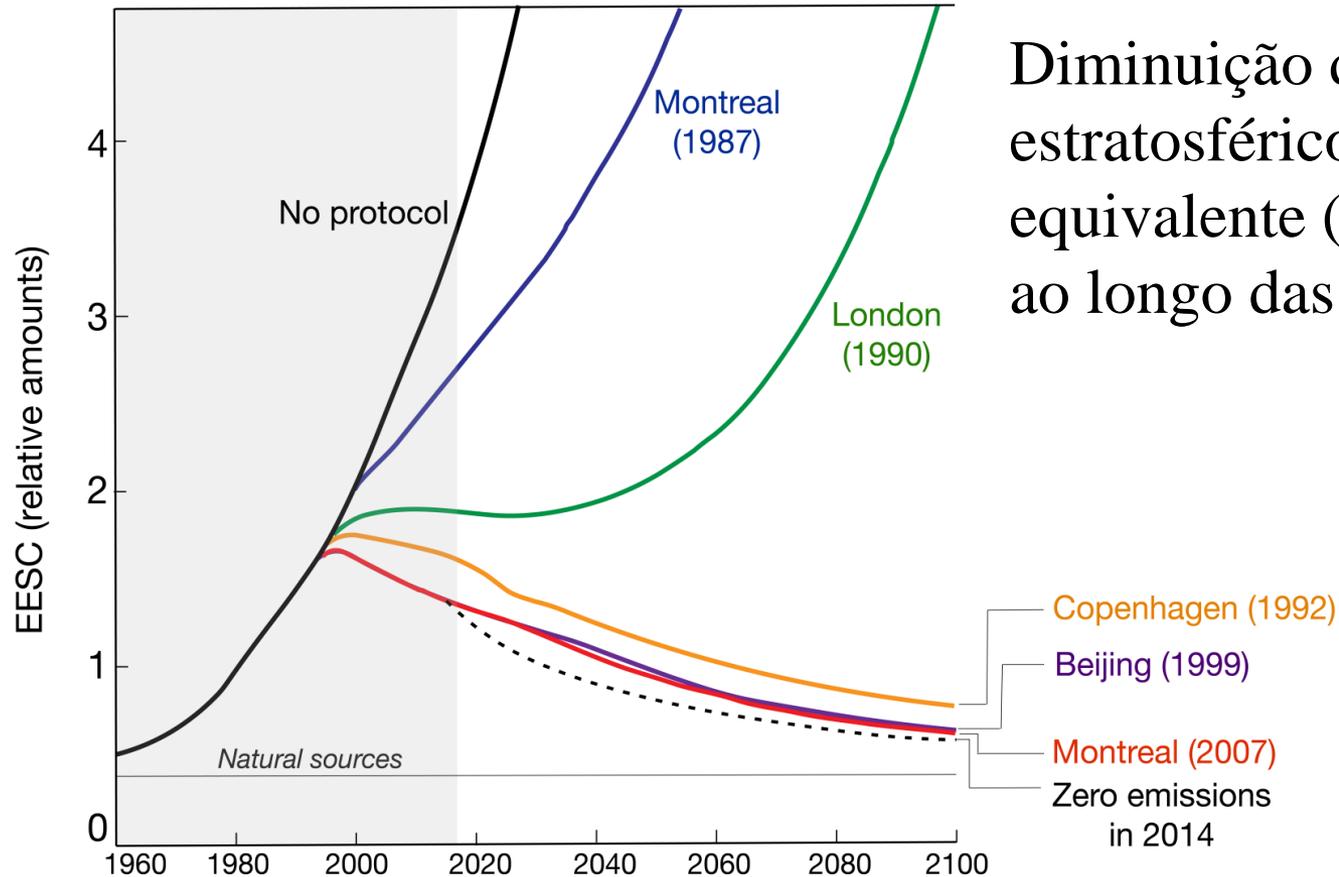


a) Abundância relativa de substâncias destruidoras da camada de ozônio (ODSs) expressos como cloro estratosférico efetivo equivalente (EESC) para a estratosfera em latitudes médias em vários cenários do impacto do Protocolo de Montreal e seus ajustes e alterações.

(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.



Source: Montreal Protocol Scientific Assessment Panel (2014). Twenty Questions and Answers About the Ozone Layer. The data visualization is available at [OurWorldinData.org](https://ourworldindata.org). There you will find more on this topic.

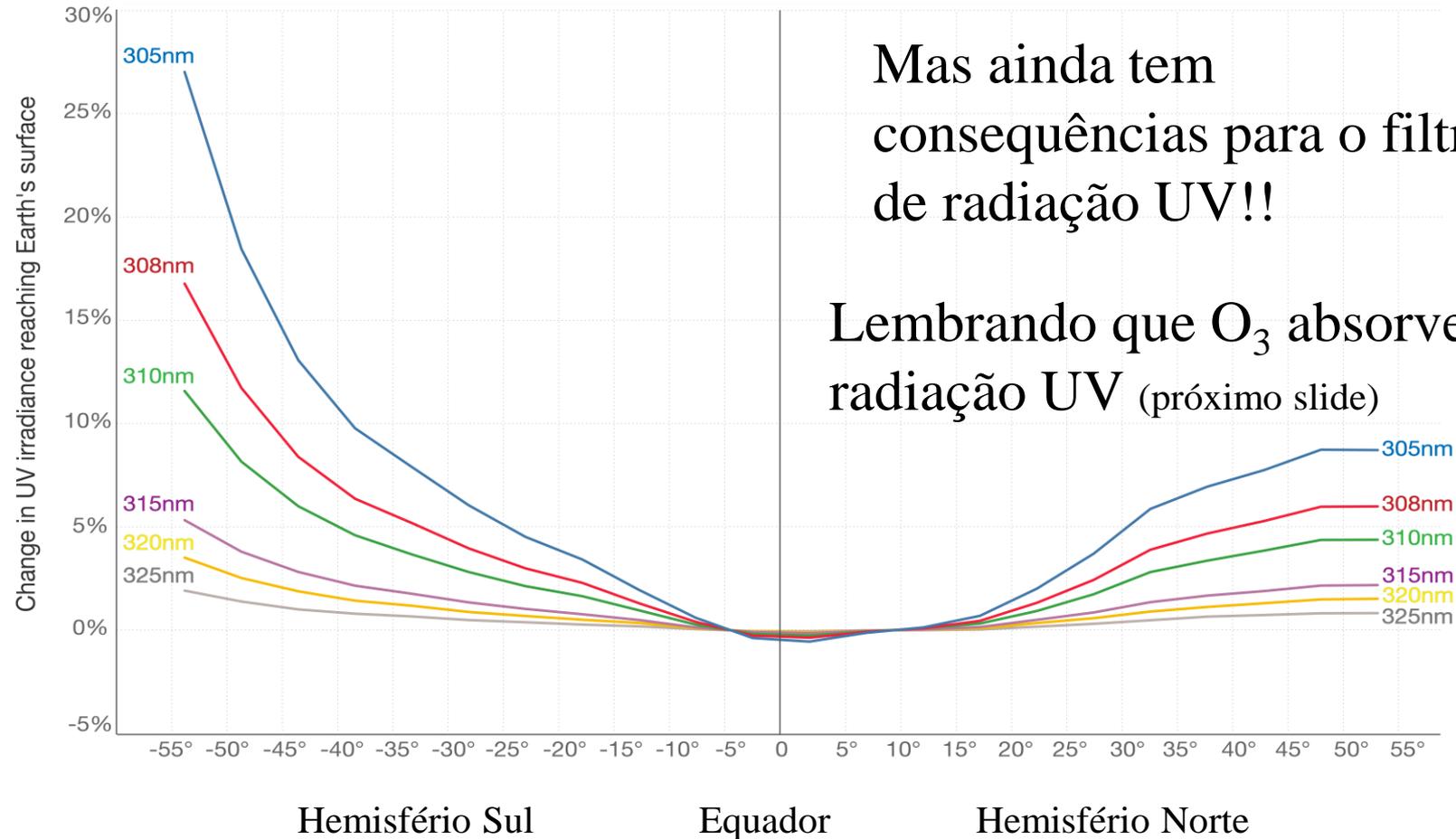
Licensed under CC-BY-SA by the authors.

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).

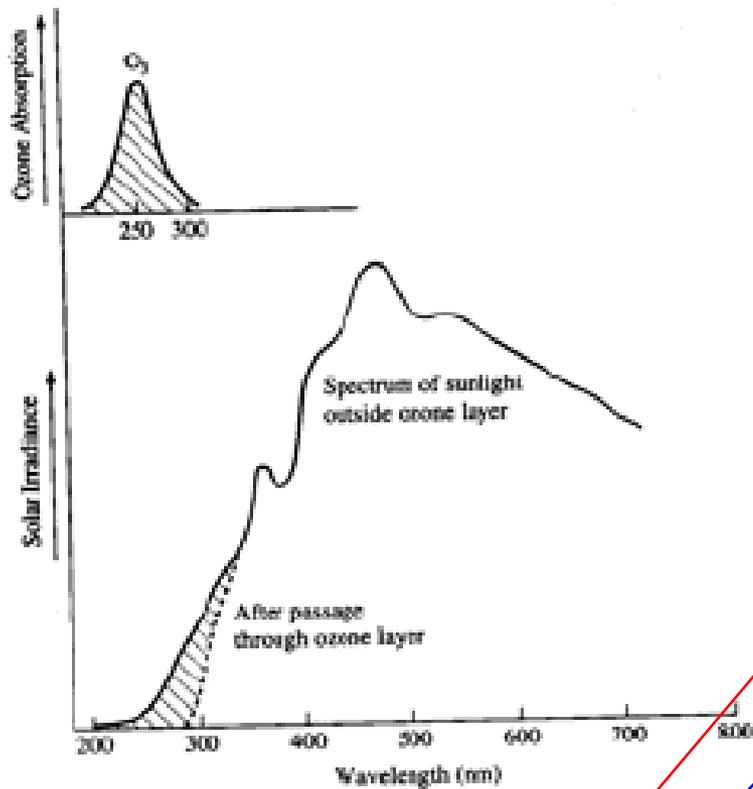
The wavelength range from 305-325 nm includes the region where DNA damage from UV irradiation has its maximum health effect.



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](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) by the authors Hannah Ritchie and Max Roser.

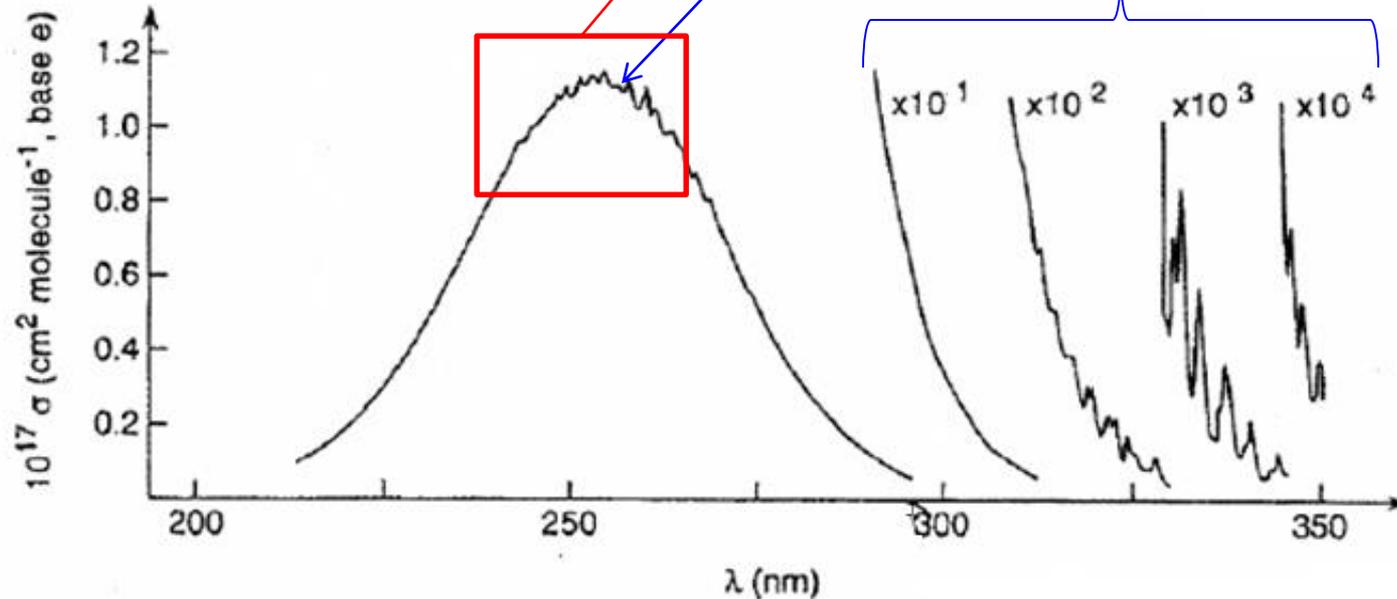
Curvas de absorção de UV por O₃



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.

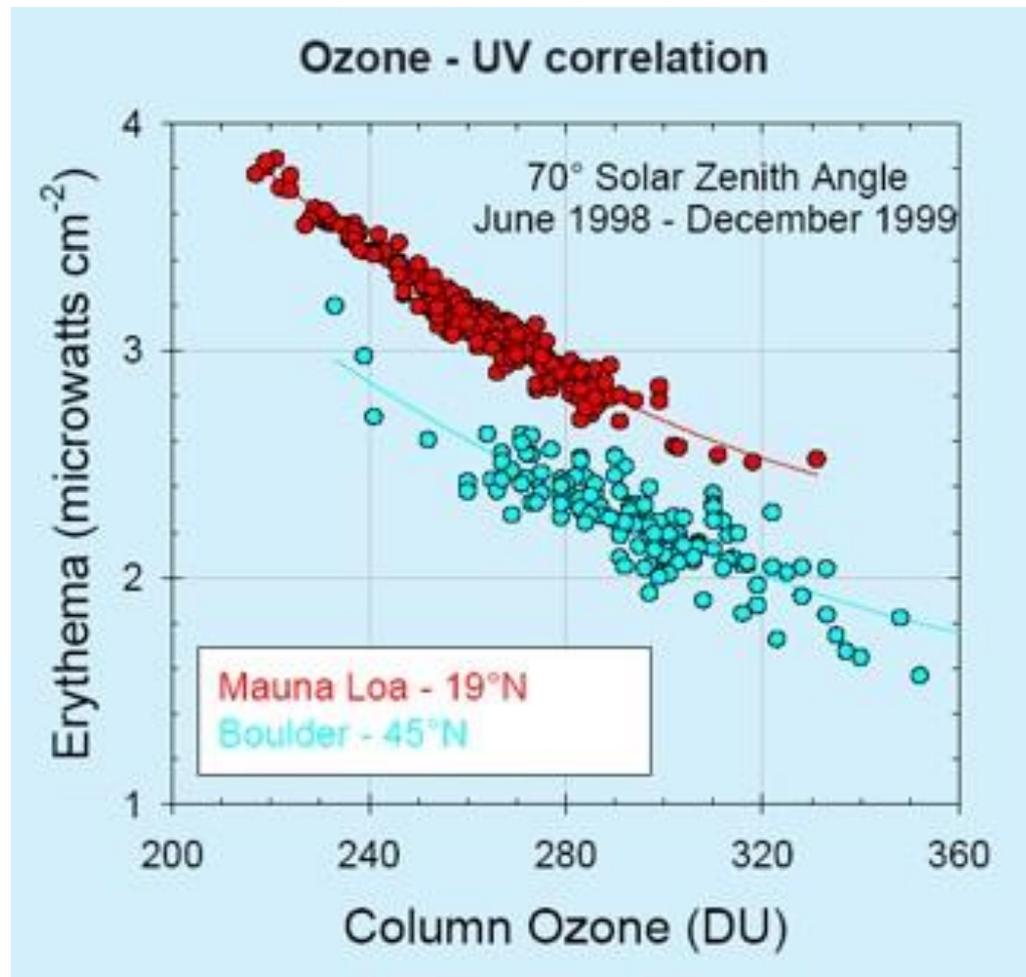
Banda de Hartley

Bandas de Huggins



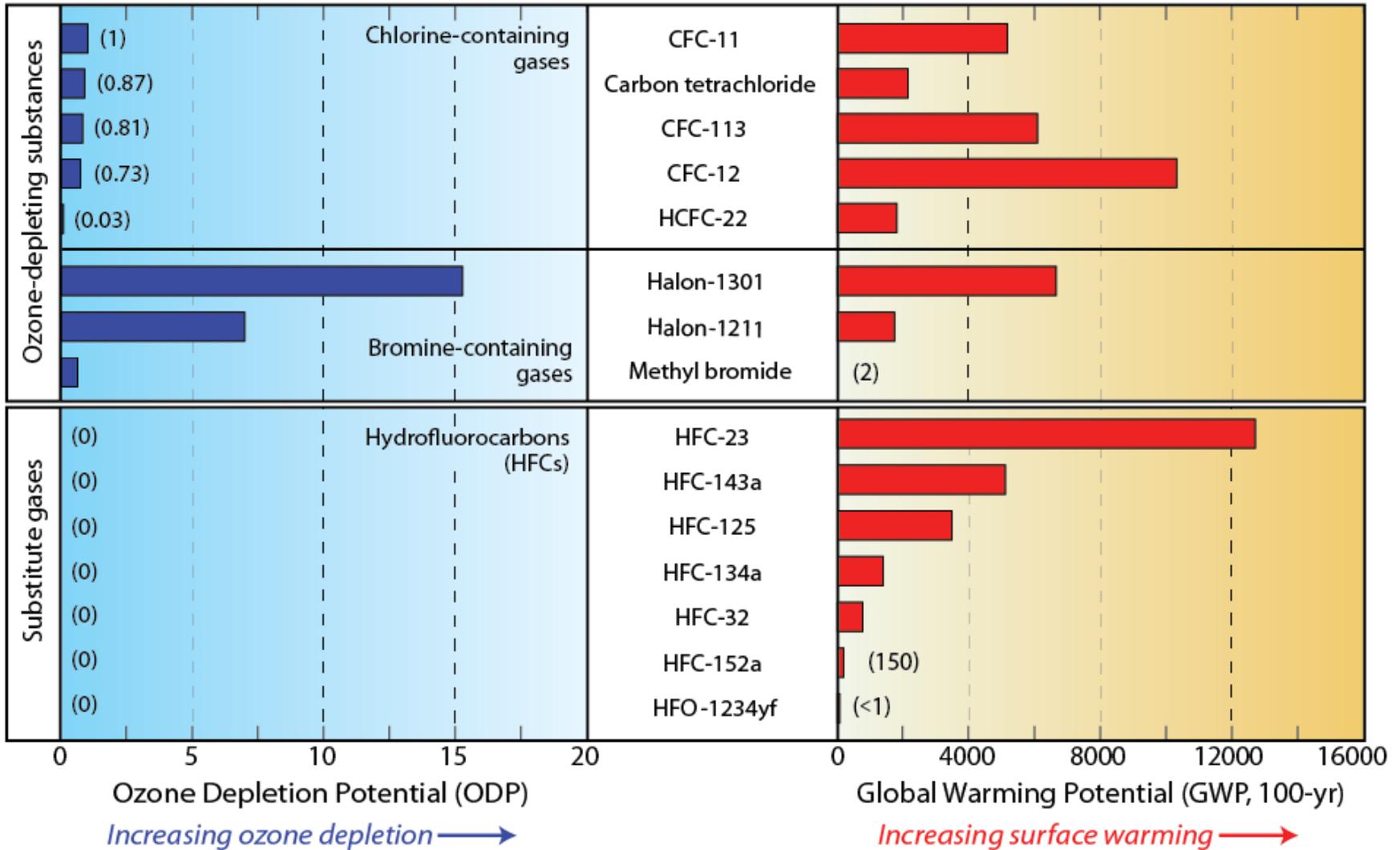
Relação entre ozônio e radiação UV

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



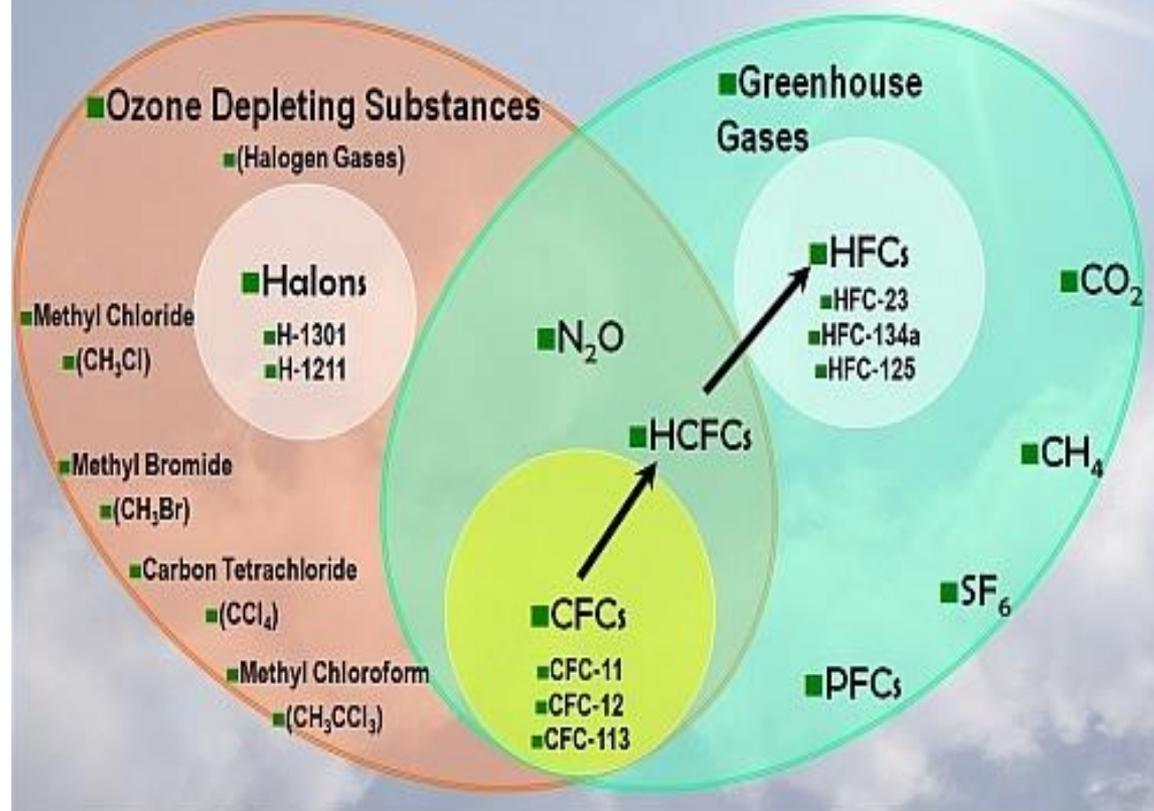
Evaluation of Selected Ozone-Depleting Substances and Substitute Gases

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



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????

Twenty Questions and Answers About the Ozone Layer: 2018 Update

Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2018

Lead Author

Ross J. Salawitch

Coauthors

David W. Fahey

Michaela I. Hegglin

Laura A. McBride

Walter R. Tribett

Sarah J. Doherty

Twenty Questions and Answers About the Ozone Layer: 2018 Update

Scientific Assessment of
Ozone Depletion: 2018



<https://csl.noaa.gov/assessments/ozone/2018/downloads/twentyquestions.pdf>



**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.

MONTREAL PROTOCOL



http://ozone.unep.org/new_site/en/ozone_day_details.php



Empowered lives.
Resilient nations.



PROTECTING THE OZONE LAYER AND REDUCING GLOBAL WARMING

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

 Multilateral Fund



http://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/environment-energy/ozone_and_climate/protecting-the-ozone-layer-and-reducing-global-warming/



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

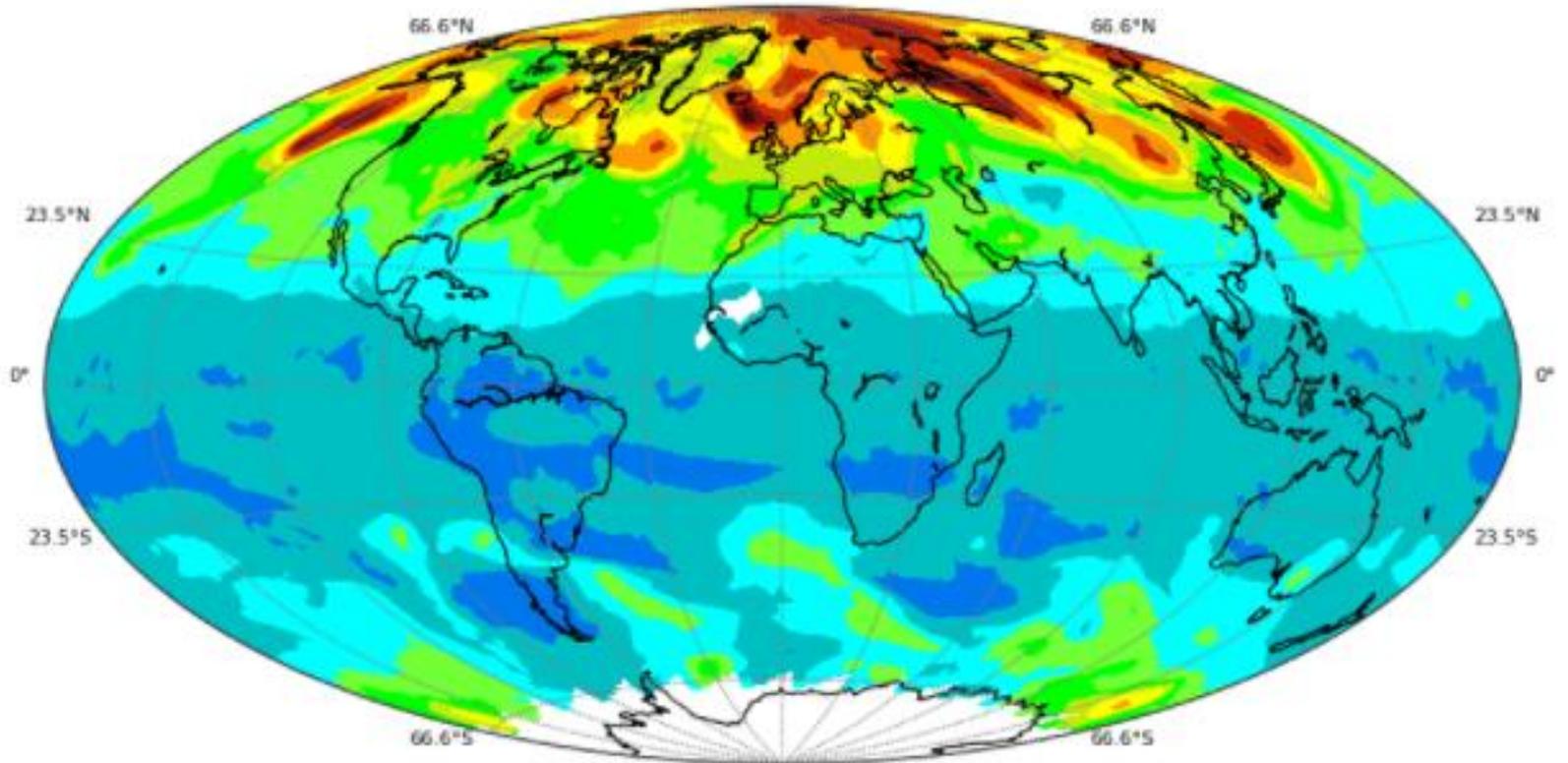
O Brasil e a proteção da camada de ozônio: uma parceria bem-sucedida entre governo, setor produtivo e sociedade

Programa Brasileiro de Eliminação dos HCFCs: Etapa 2



Best Total Ozone Solution

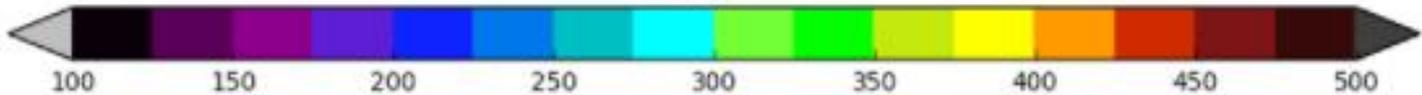
2021-05-04 (day 124) Daily Gridded, Global Orbits = 49304 - 49331



DU



Ozone ST & PEATE



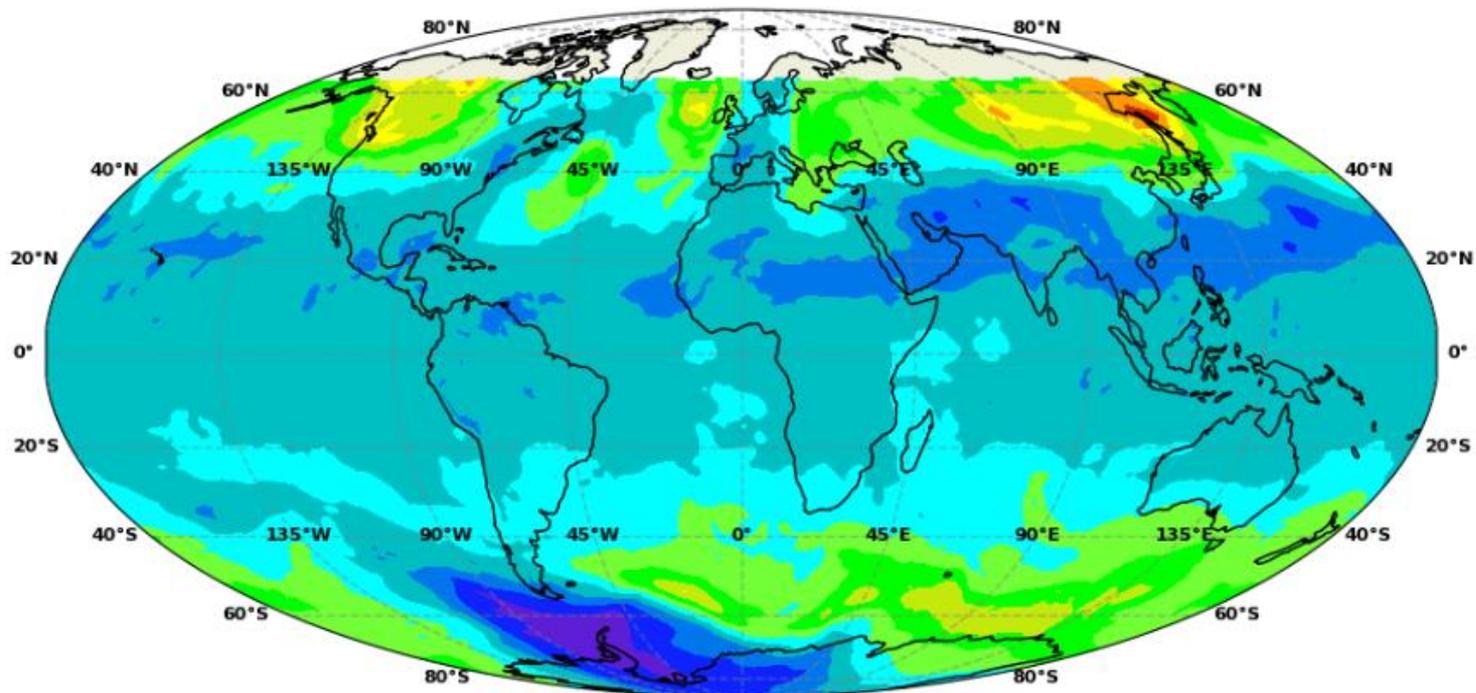
Suomi NPP_OMPS Nadir Mapper // Data Product = NMT03-L3-DAILY // PGE = NMT03-L3-DAILY-2.0.9 in AS61004 @ 2021-05-06 05:50Z

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

Buraco de ozônio na Antártica

OMPS-NPP Nadir Mapper Total Column Ozone

2022-11-27 (day 331) Daily Gridded, Global Orbits = 57420 - 57447



DU



Ozone ST & SIPS

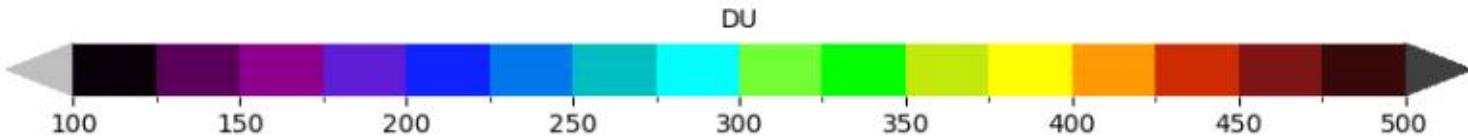
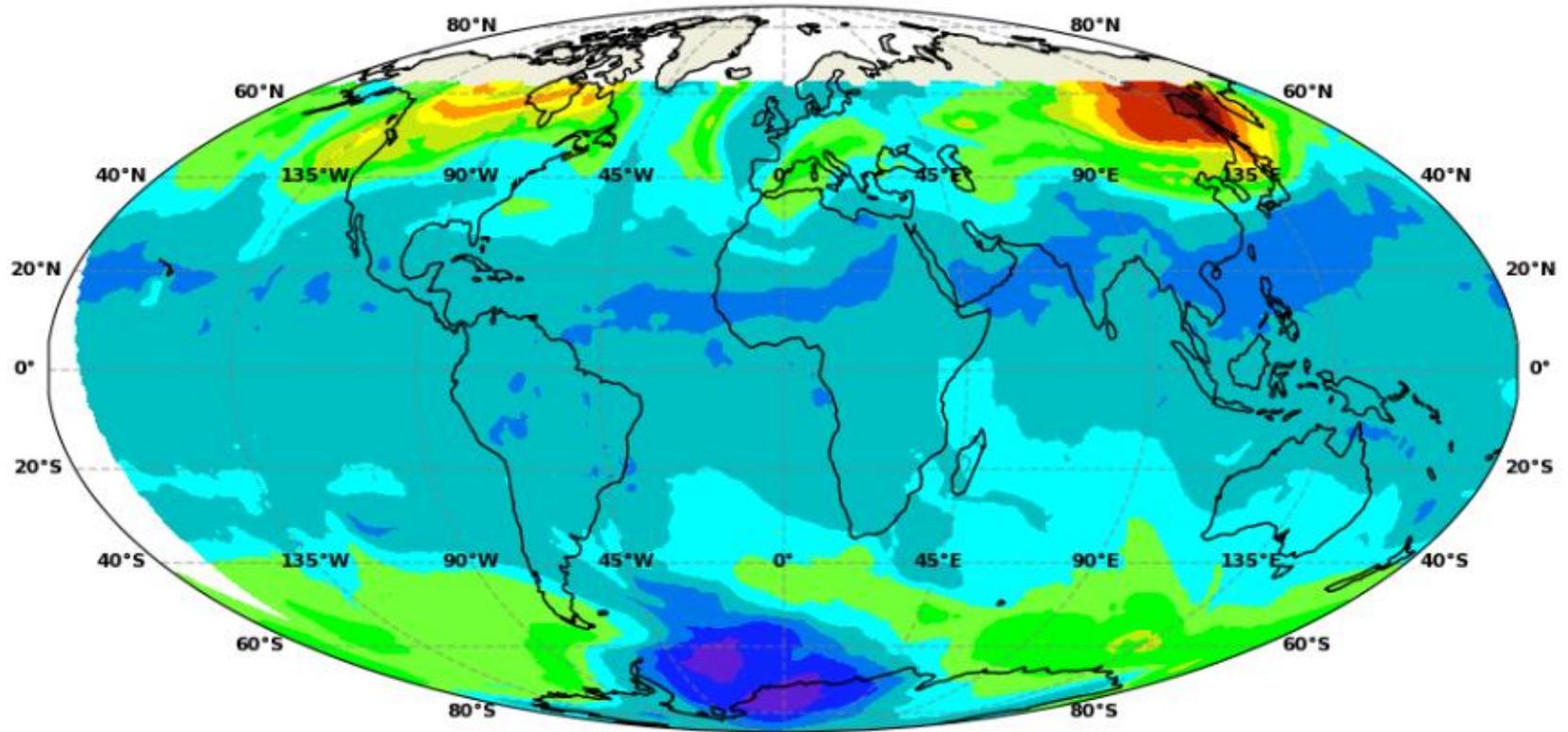
Data Product = NMT03-L3-DAILY // PGE = NMT03-L3-DAILY-2.5.14 in AS61004 @ 2022-11-29 06:59Z

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



OMPS-NPP Nadir Mapper Total Column Ozone

2022-12-02 (day 336) Daily Gridded, Global Orbits = 57491 - 57518



Data Product = NMT03-L3-DAILY // PGE = NMT03-L3-DAILY-2.5.14 in A561004 @ 2022-12-05 07:01Z

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

Referências complementares

Ball, W. T., Alsing, J., Staehelin, J., Davis, S. M., Froidevaux, L., and Peter, T.: Stratospheric ozone trends for 1985–2018: sensitivity to recent large variability, *Atmos. Chem. Phys.*, 19, 12731–12748, <https://doi.org/10.5194/acp-19-12731-2019>, 2019.

Godin-Beekmann, S., Azouz, N., Sofieva, V. F., Hubert, D., Petropavlovskikh, I., Effertz, P., Ancellet, G., Degenstein, D. A., Zawada, D., Froidevaux, L., Frith, S., Wild, J., Davis, S., Steinbrecht, W., Leblanc, T., Querel, R., Tourpali, K., Damadeo, R., Maillard Barras, E., Stübi, R., Vigouroux, C., Arosio, C., Nedoluha, G., Boyd, I., Van Malderen, R., Mahieu, E., Smale, D., and Sussmann, R.: Updated trends of the stratospheric ozone vertical distribution in the 60° S–60° N latitude range based on the LOTUS regression model , *Atmos. Chem. Phys.*, 22, 11657–11673, <https://doi.org/10.5194/acp-22-11657-2022>, 2022.