

Sustentabilidade e Ação Climática

FILIPPE DUARTE SANTOS

fdsantos@fc.ul.pt

**CE3C - CHANGE – Instituto para as Alterações Globais e
Sustentabilidade**

Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

<https://www.ce3c.pt>

Conselho Nacional do Ambiente e do Desenvolvimento Sustentável

2026 - Seminário Nacional Eco-Escolas

Guimarães, 24 de janeiro de 2026

5 Junho
1972



Opening meeting of the UN Conference on the Human Environment at the Folkets Hus, Stockholm

- No discurso que tinha sido preparado para a sua intervenção Indira Gandhi resolveu introduzir uma pergunta:

Não são a pobreza e as carências os maiores poluidores?

Aren't poverty and need the greatest polluters?

- À qual os meios de comunicação social e o mundo deram outra forma - **A pobreza é o maior poluidor** ou **A pobreza é a pior forma de poluição**. Estas frases ficaram célebres.
- Em 1983, **Gro Harlem Brundtland** presidiu à **Comissão Mundial sobre Ambiente e Desenvolvimento (WCED)**, amplamente referida como a **Comissão Brundtland**. Foi aí que teve origem o conceito de desenvolvimento sustentável - **Satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem as suas próprias necessidades**.
- O relatório, *Our Common Future*, publicado em Abril de 1987, deu o impulso para a Cimeira da Terra de 1992 no Rio de Janeiro, e para todo o processo multilateral nas NU para a sustentabilidade.
- 1972 foi também o ano em que foi publicado os *Limits to Growth*, (Meadows, L. H. *et al.*, 1972)

A sustentabilidade, no contexto do presente e do futuro da humanidade, constitui simultaneamente um conceito descritivo, analítico e normativo.

Normativo porque se baseia em princípios de justiça e em requisitos morais. Tem o seu fundamento na justiça intrageracional e na justiça intergeracional

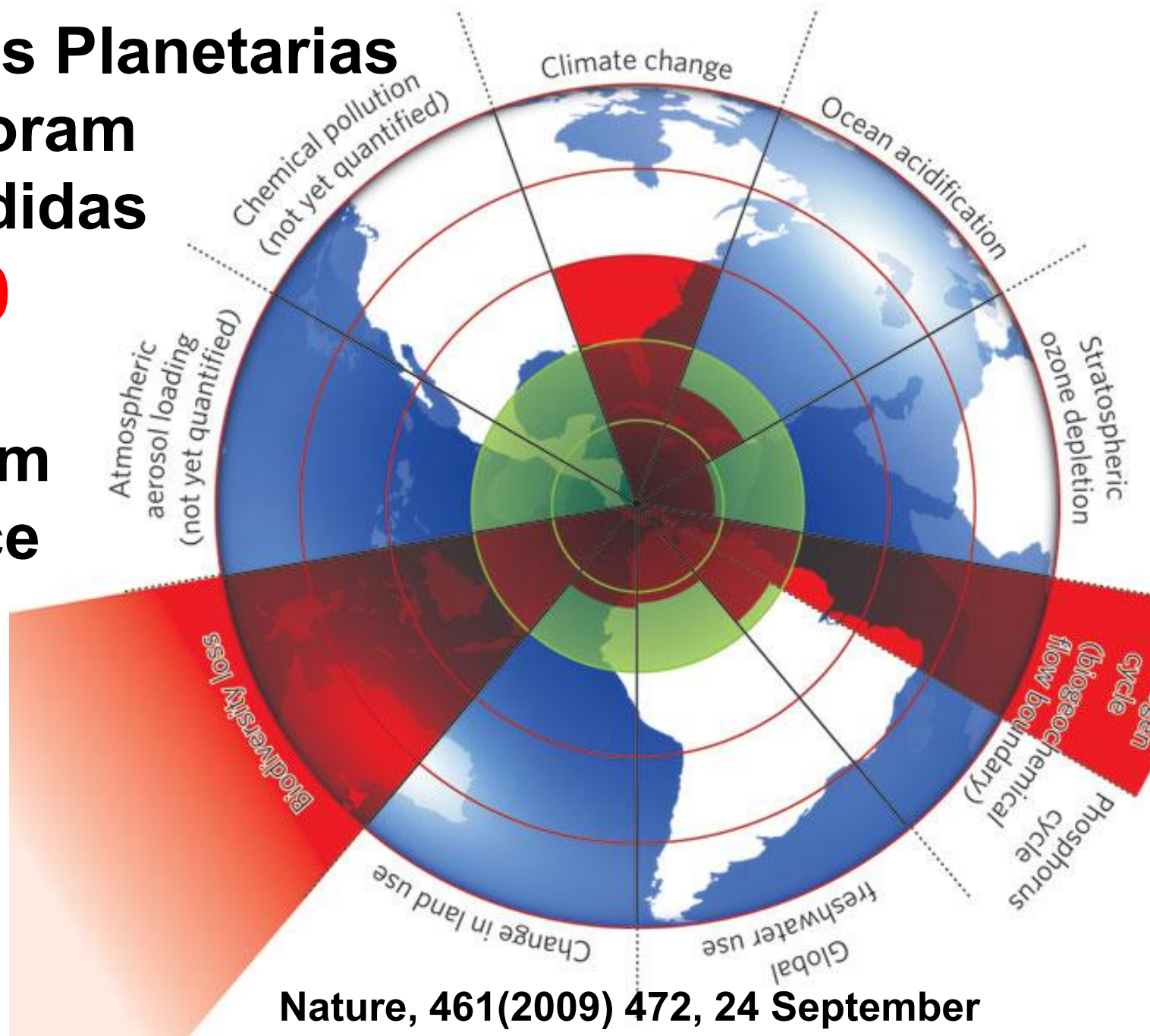
A sustentabilidade é a liberdade substantiva, a motivação e a capacidade efetiva de fazer escolhas e ações políticas fundamentadas na justiça e na ciência para proteger o presente e o futuro da humanidade num sistema terrestre viável.

Sustainability is the substantive freedom, motivation and effectiveness to engage in justice- and-knowledge-supported political choices and actions that safeguard both the present and the future of humankind on a viable Earth system.

Fronteiras Planetarias

3 das 9 foram
transgredidas
em **2009**

Stockholm
Resilience
Institute





A view of the General Assembly Hall following the adoption of the post-2015 development agenda by the UN summit convened for that purpose, in New York from 25-27, September, 2015 UN, Cia Pak

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), oficialmente conhecidos como Transformar o Nosso Mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, são um conjunto de Objetivos comuns a 193 países e com 169 metas.



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

17 OBJETIVOS PARA TRANSFORMAR O NOSSO MUNDO

1 ERRADICAR A POBREZA



2 ERRADICAR A FOME



3 SAÚDE DE QUALIDADE



4 EDUCAÇÃO DE QUALIDADE



5 IGUALDADE DE GÊNERO



6 ÁGUA POTÁVEL E SANEAMENTO



7 ENERGIAS RENOVÁVEIS E ACESSÍVEIS



8 TRABALHO DIGNO E CRESCIMENTO ECONÓMICO



9 INDÚSTRIA, INOVAÇÃO E INFRAESTRUTURAS



10 REDUZIR AS DESIGUALDADES



11 CIDADES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS



12 PRODUÇÃO E CONSUMO SUSTENTÁVEIS



13 AÇÃO CLIMÁTICA



14 PROTEGER A VIDA MARINHA



15 PROTEGER A VIDA TERRESTRE



16 PAZ, JUSTIÇA E INSTITUIÇÕES EFICAZES



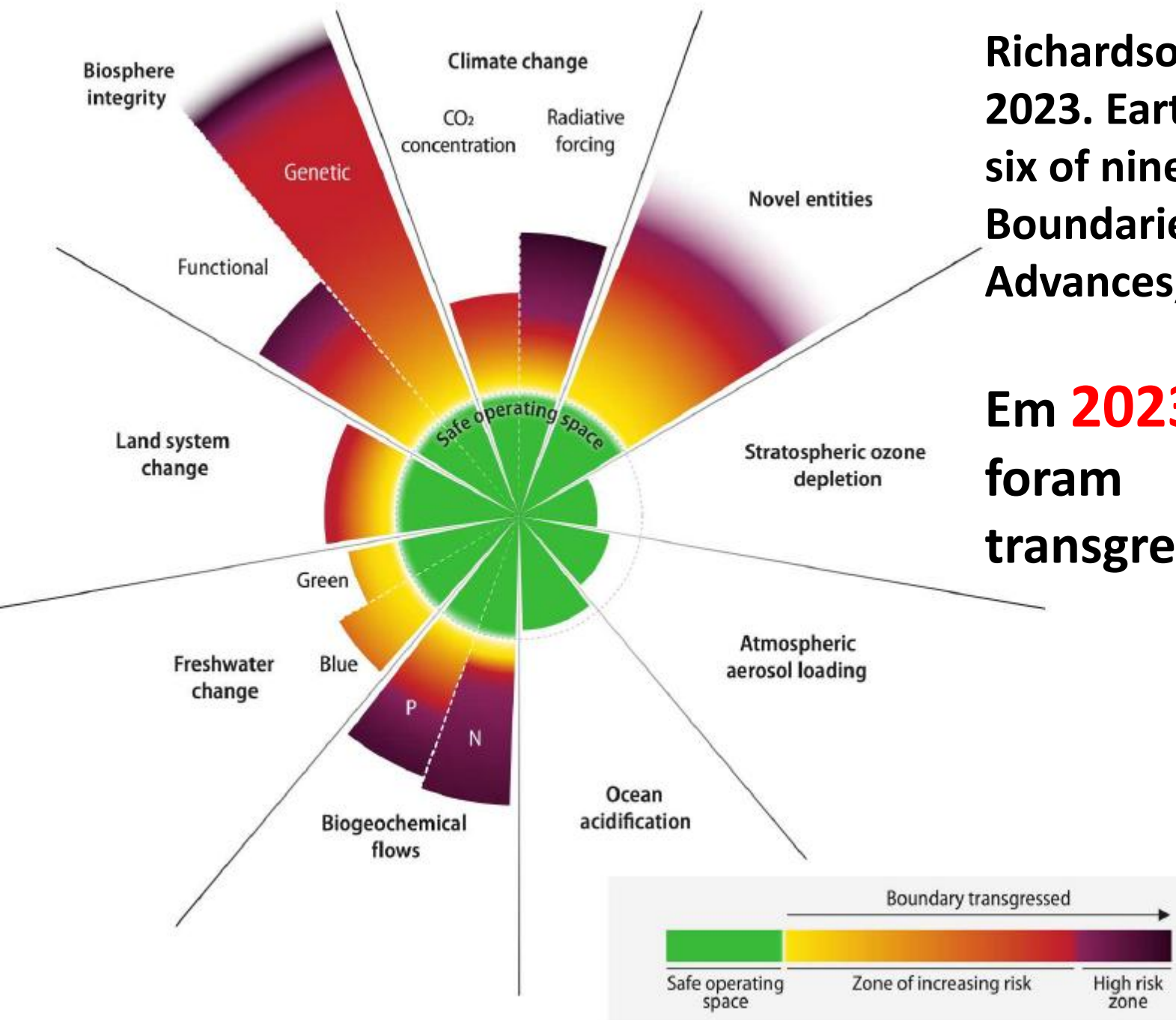
17 PARCERIAS PARA A IMPLEMENTAÇÃO DOS OBJETIVOS



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Richardson, J., et.al.
2023. Earth beyond
six of nine Planetary
Boundaries. Science
Advances, 9, 37.

Em **2023**, 6 das 9
foram
transgredidas

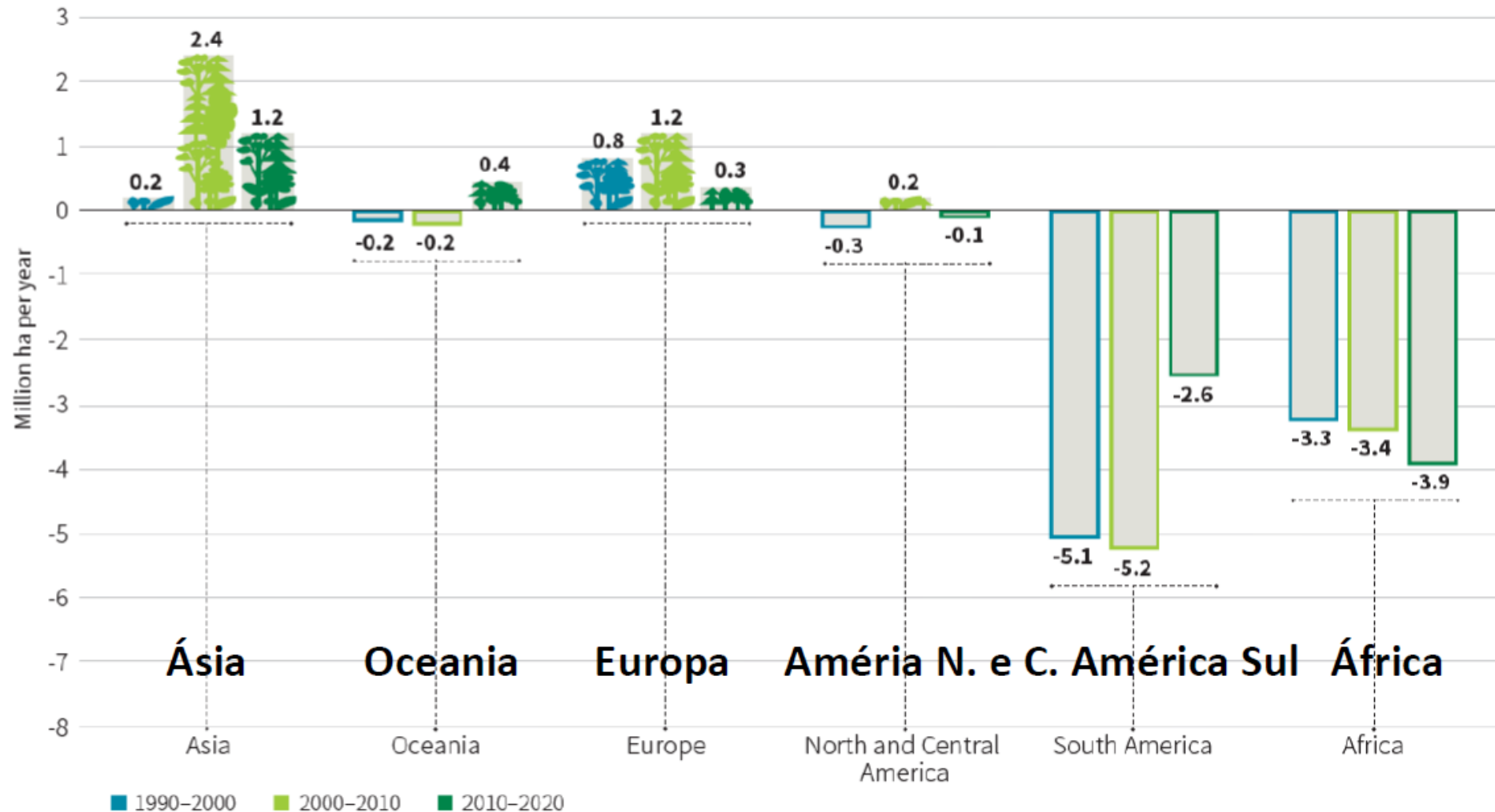


De acordo com a 9.ª edição do Relatório de Desenvolvimento Sustentável (SDR) da Rede de Soluções para o Desenvolvimento Sustentável (SDSN) da ONU, estima-se que apenas 16% das metas dos ODS estão a progredir. Os restantes 84% das metas demonstram progressos limitados ou mesmo uma reversão.

Sachs JD, Lafortune G, Fuller G. The SDGs and the UN Summit of the Future. Sustainable Development Report 2024. Dublin: Dublin University Press; 2024.
<https://doi.org/10.25546/108572>.

No que diz respeito ao consumo de recursos naturais, a procura continuou a aumentar e as taxas de reciclagem diminuíram, de modo que atualmente a circularidade na economia global é de apenas 7,2%. Porém na Europa a taxa de circularidade é maior.

CGR. THE CIRCULARITY GAP REPORT; 2023. Available from:
https://cdn.prod.website-files.com/5e185aa4d27bcf348400ed82/63c69d048f937c2921c0285c_CGR%202023%20-%20Executive%20Summary.pdf.

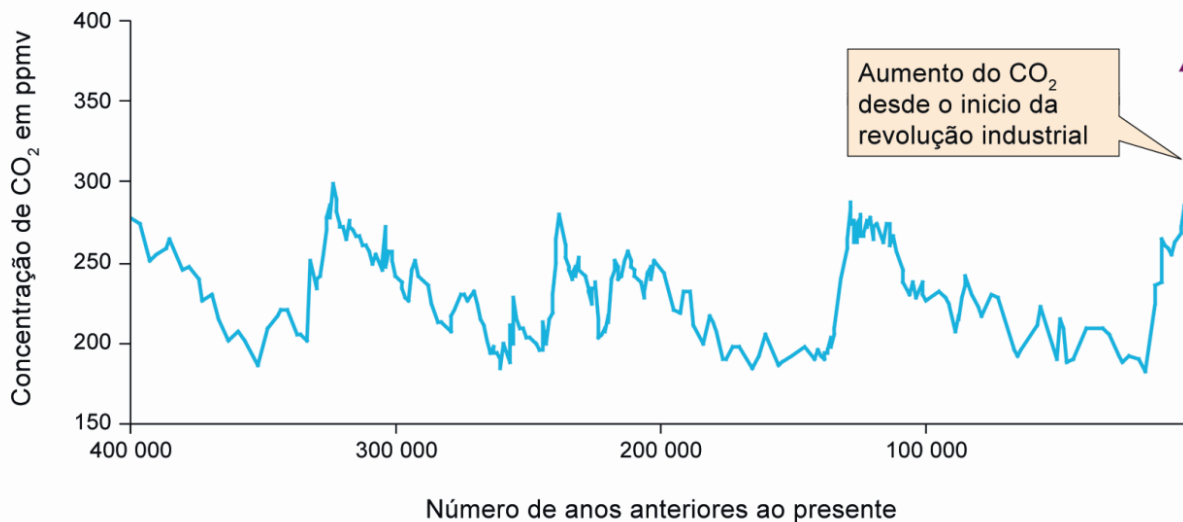
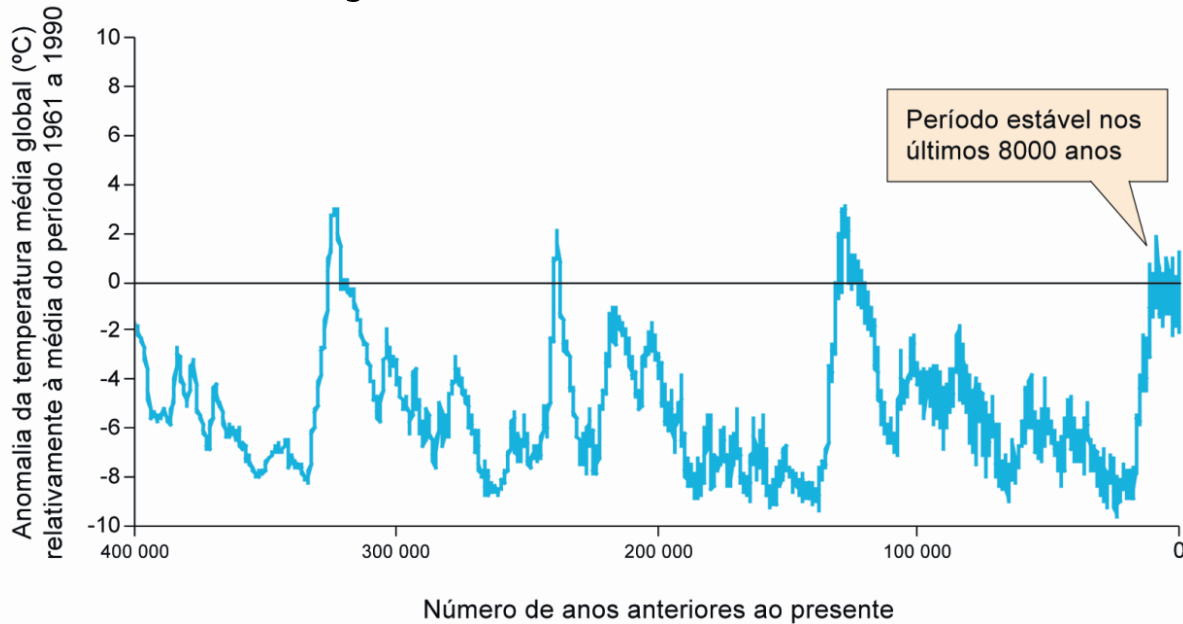


Variações líquidas anuais da área florestal por década e Região Continental 1990 – 2020 **FONTE: FAO, 2020**



Desflorestação na Indonésia para dar lugar a uma concessão de óleo de palma.
Photograph: Ulet Ifansasti/Greenpeace, Guardian, Tue 6 Nov 2018 13.47 GMT. O mundo tem perdido 10 campos de futebol de floresta tropical por minuto.

Alterações Climáticas Naturais e Antropogénicas



Reconstituição da evolução da temperatura média global da baixa atmosfera, representada por meio da anomalia relativamente à média do período de 1961 a 1990, e da concentração atmosférica do CO₂ nos últimos 400 000 anos (Petit, 1999). Figura adaptada de EEA, 2004. Repare-se na correlação que se observa entre os dois registos. O aumento da concentração do CO₂ a partir da revolução industrial e até ao presente está indicado por um vector aproximadamente vertical devido à escala de tempo utilizada na figura

Fonte, Petit et al., 1999

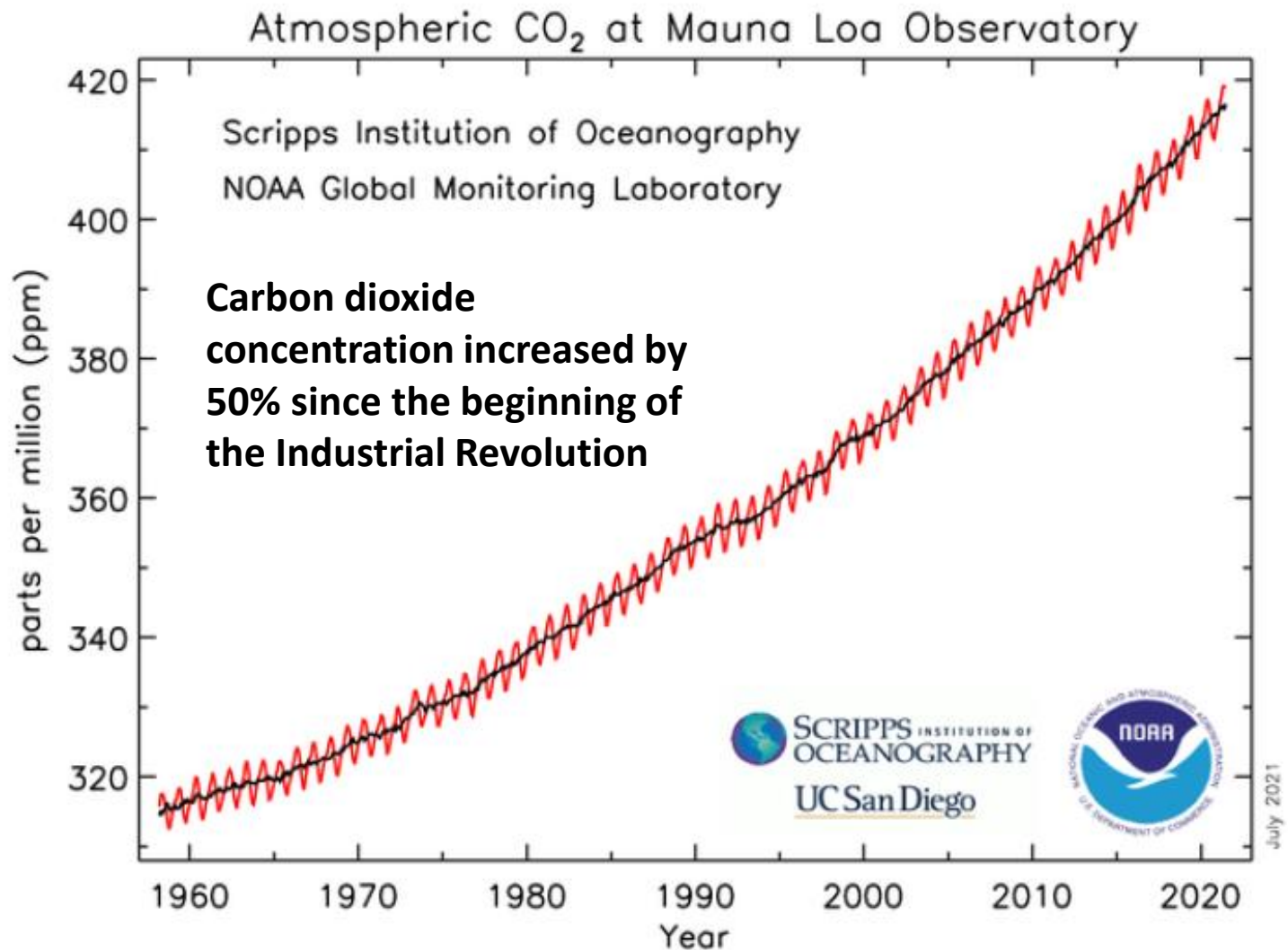
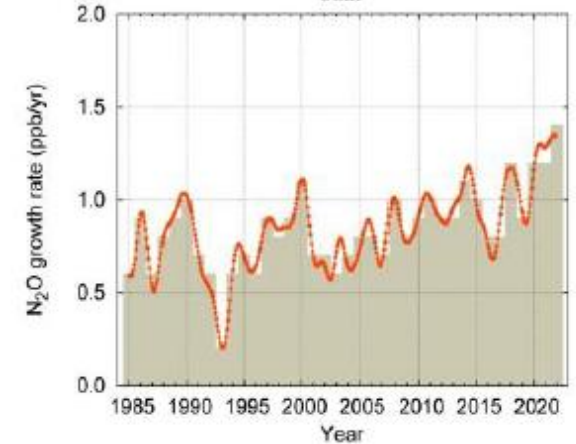
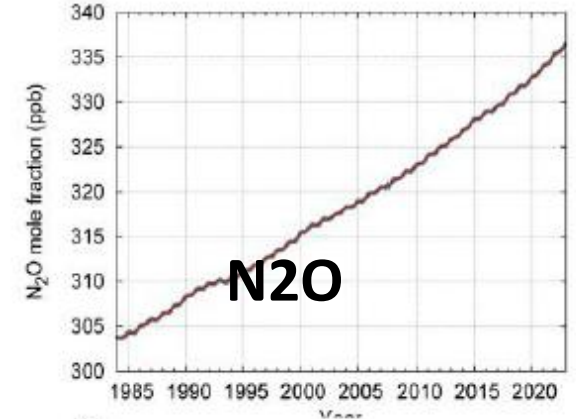
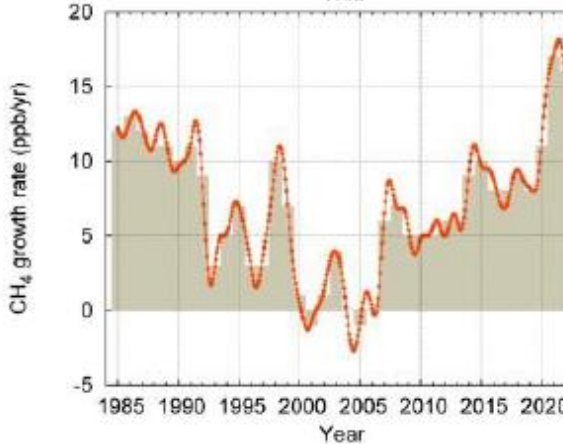
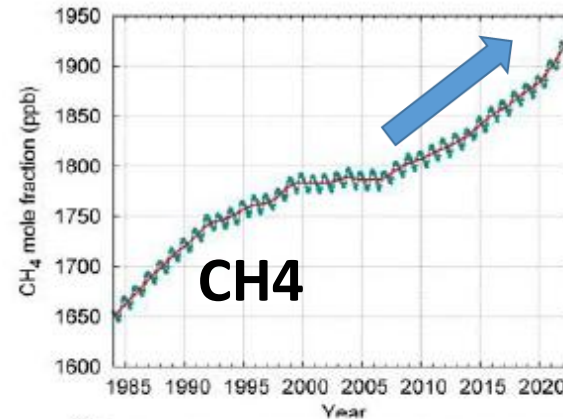
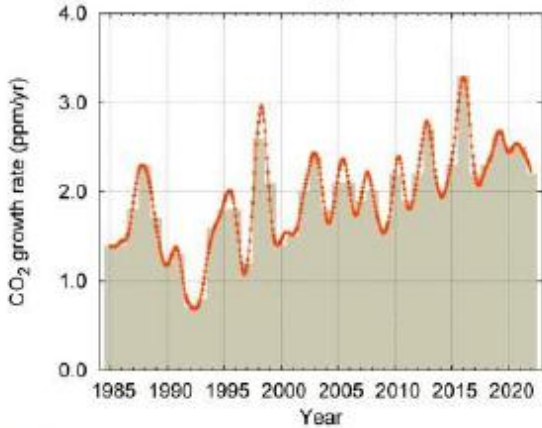
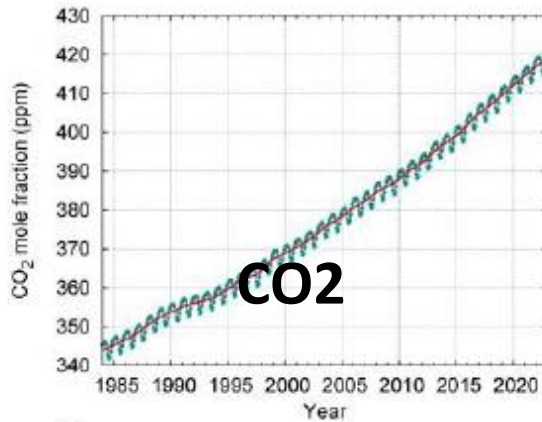


Figure 2. Monthly mean CO₂ mole fraction in ppm at Mauna Loa observatory from March 1958 to June 2022. The dashed red line represents the monthly mean values, centred on the middle of each month. The black line represents the same, however, the average seasonal cycle has been removed by a statistical treatment (Source: www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/mlo.html).

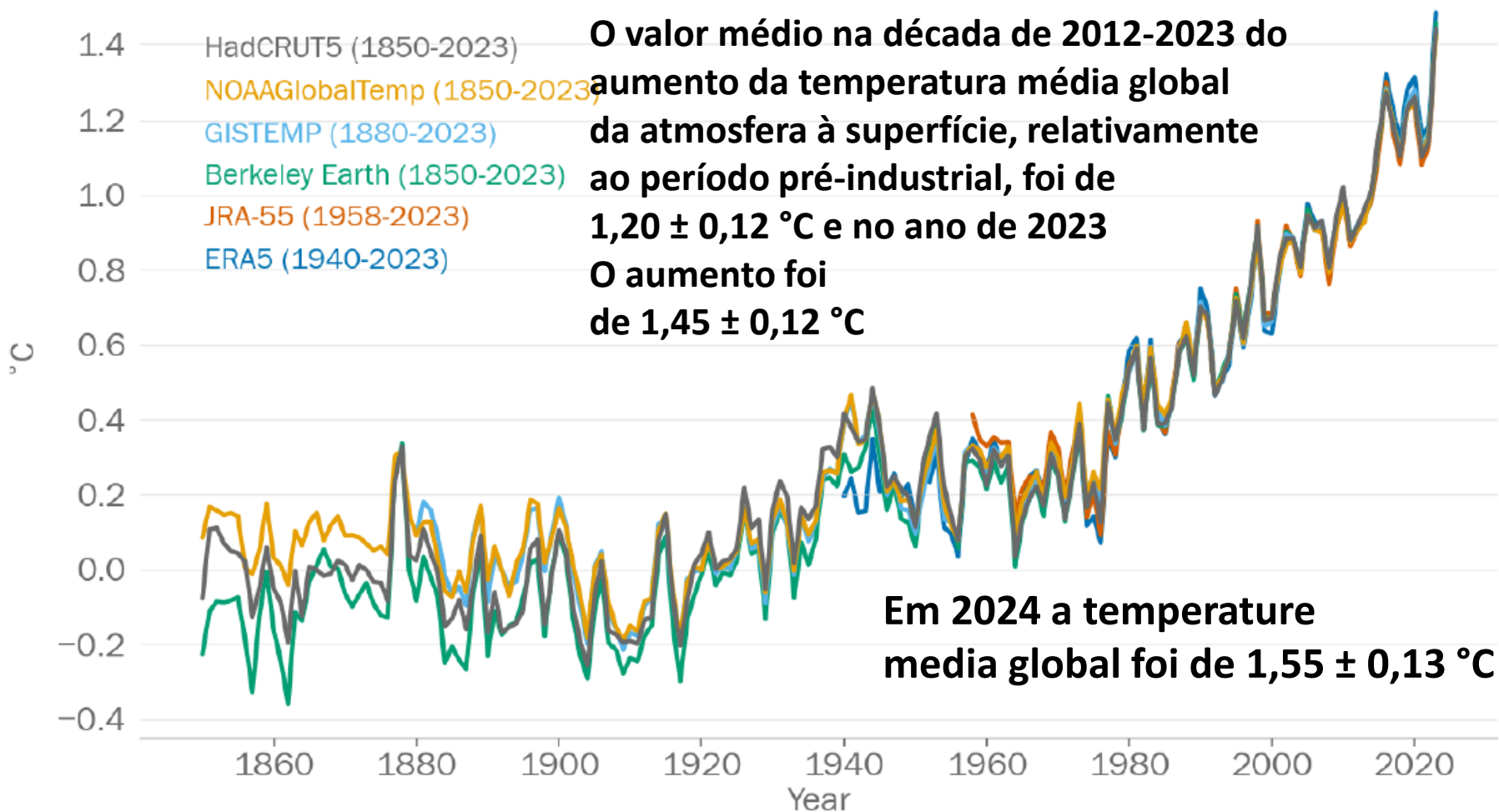
Main greenhouse gases (CO₂, CH₄, N₂O)



WMO November 2023

Based on the six datasets, the ten-year average 2014-2023 was $1.20 \pm 0.12^\circ\text{C}$ above the 1850-1900 average, factoring in a margin of uncertainty.

Global Mean Temperature Difference ($^\circ\text{C}$) Compared to 1850-1900 average



Created: 2024-01-10 16:56:20

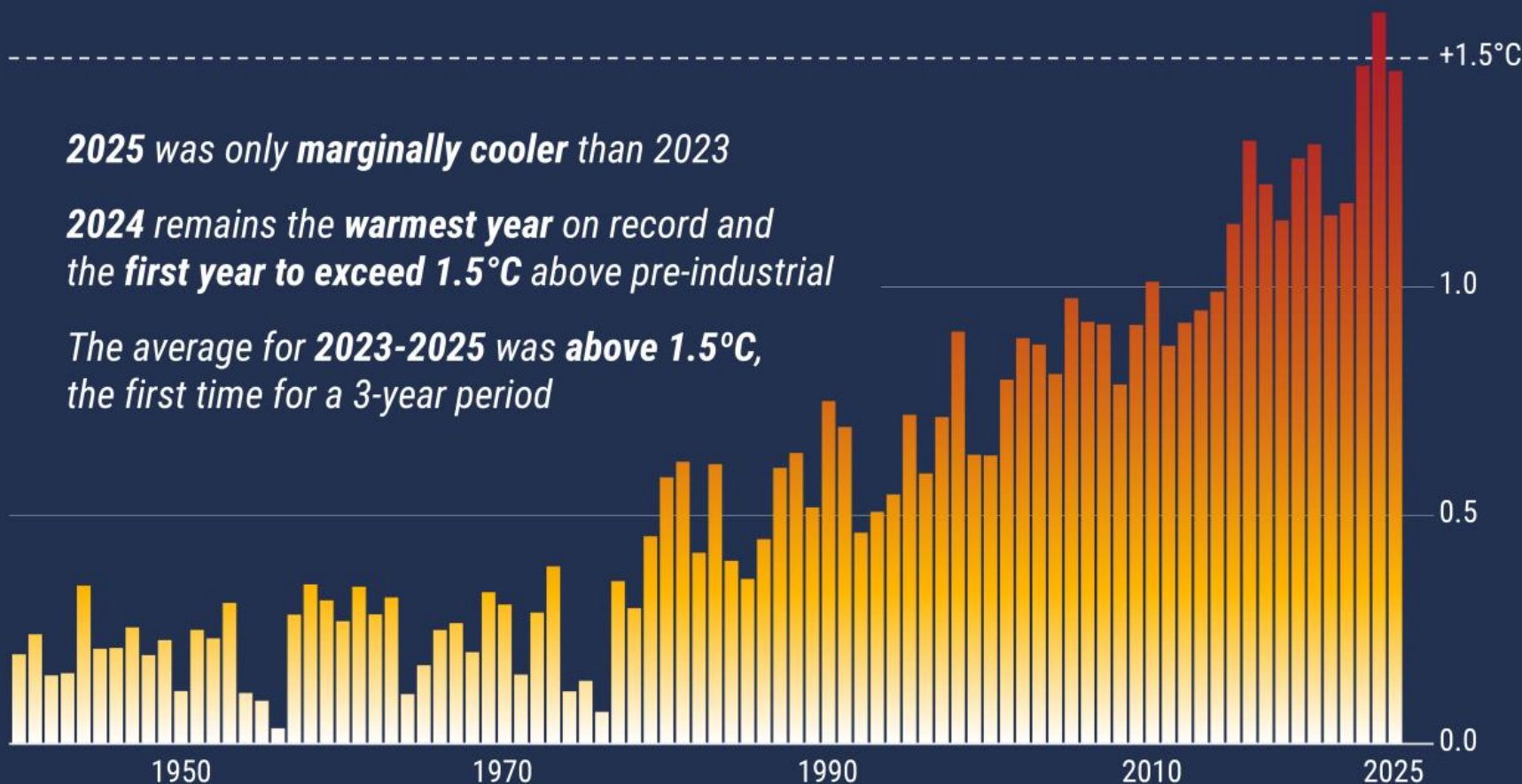
2025 was the third-warmest year on record

Global annual surface air temperature increase above pre-industrial level since 1940

2025 was only *marginally cooler* than 2023

2024 remains the **warmest year** on record and the **first year to exceed 1.5°C** above pre-industrial

The average for **2023-2025** was **above 1.5°C**, the first time for a 3-year period



Data: ERA5 • Reference period: pre-industrial (1850–1900) • Credit: C3S/ECMWF



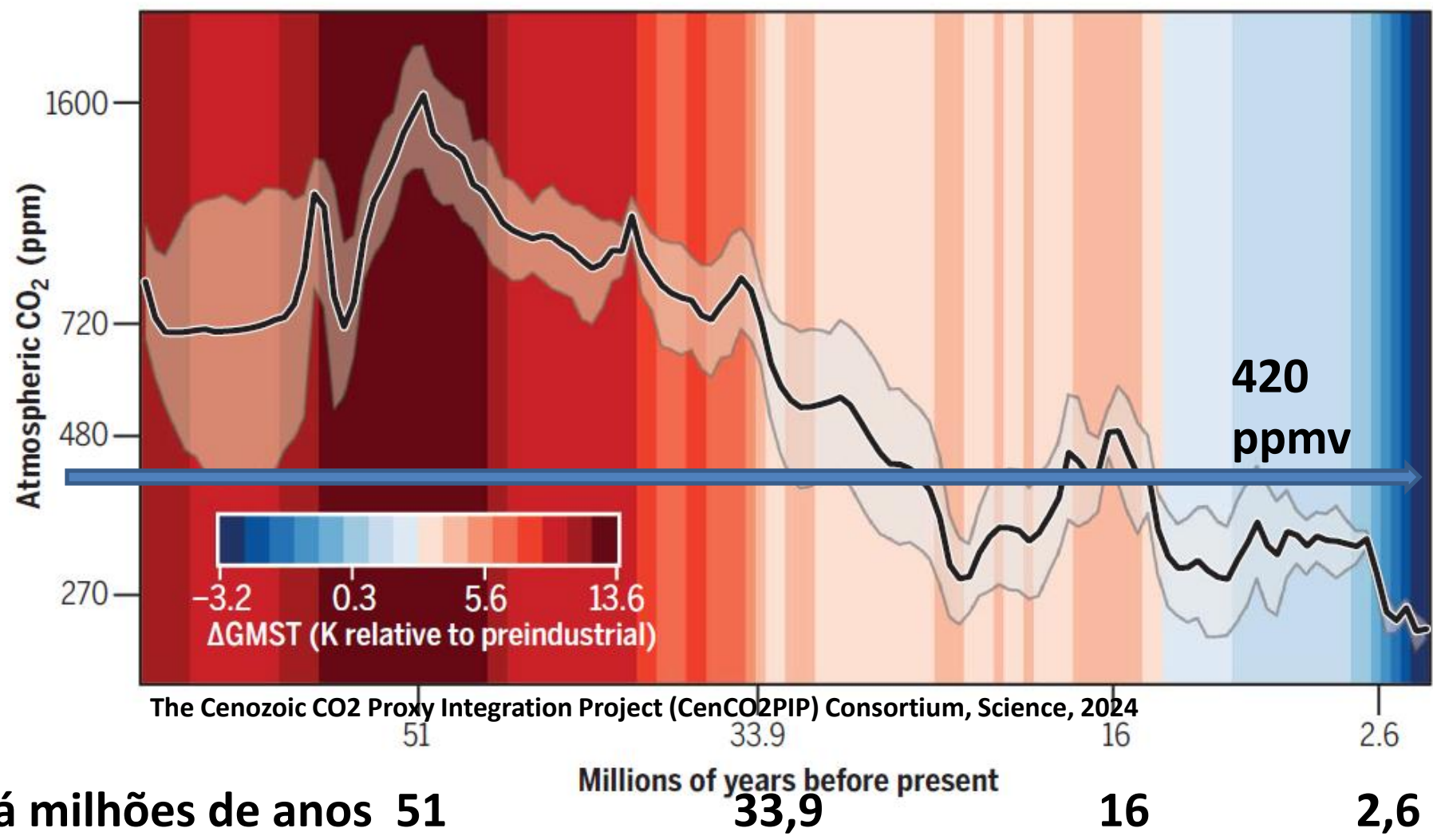
PROGRAMME OF
THE EUROPEAN UNION



IMPLEMENTED BY

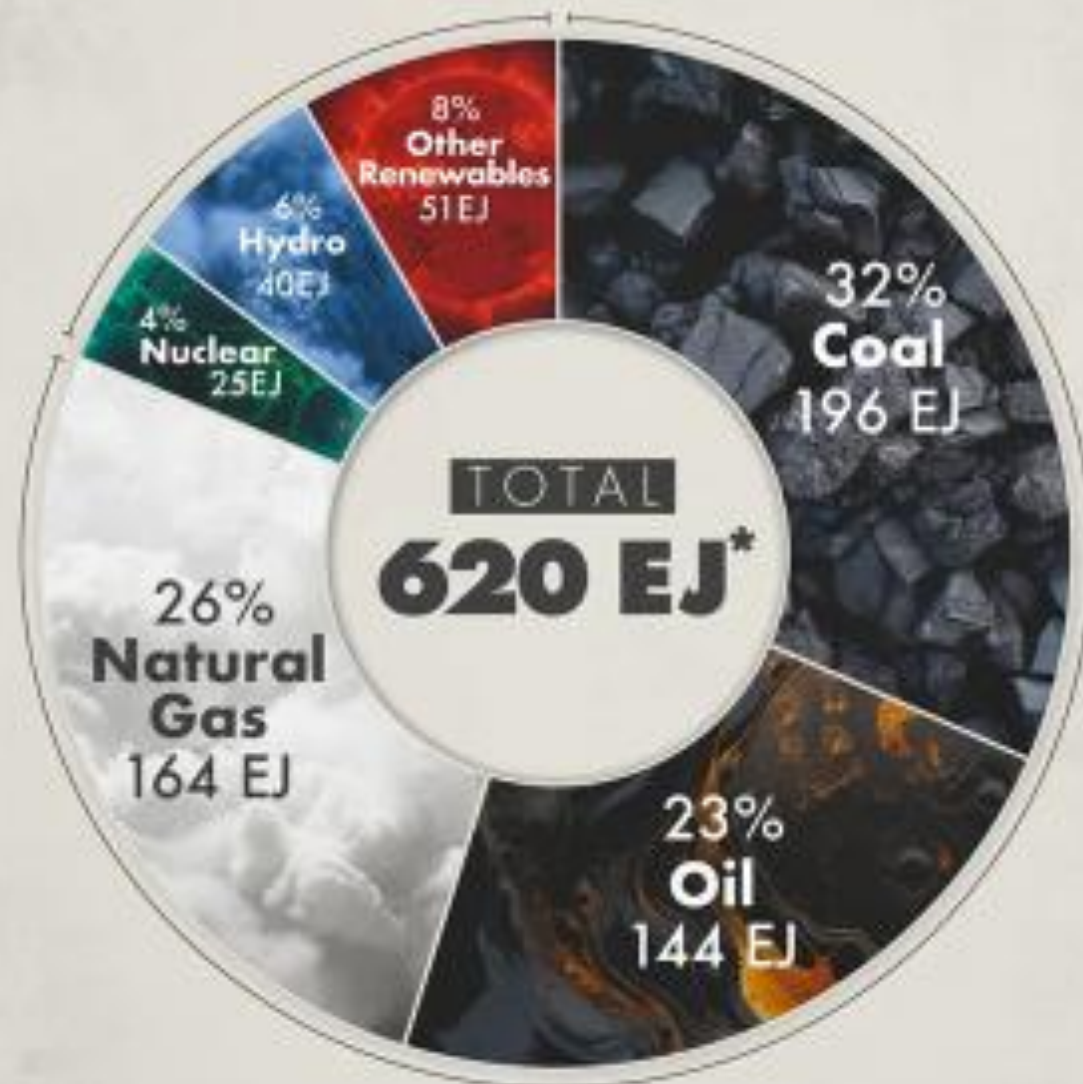


Evolução da temperatura média global e da concentração de CO₂ desde há 60 milhões de anos. A concentração atual corresponde às temperaturas observadas no Mioceno



Community-vetted quantitative CO₂ record. Paleo-CO₂ (including 95% credible intervals) is superimposed on the GMST trend over the past 66 million years. Age and CO₂ labels highlight notable climate extrema and transitions as described in the text.

WHAT POWERED THE WORLD IN 2023?



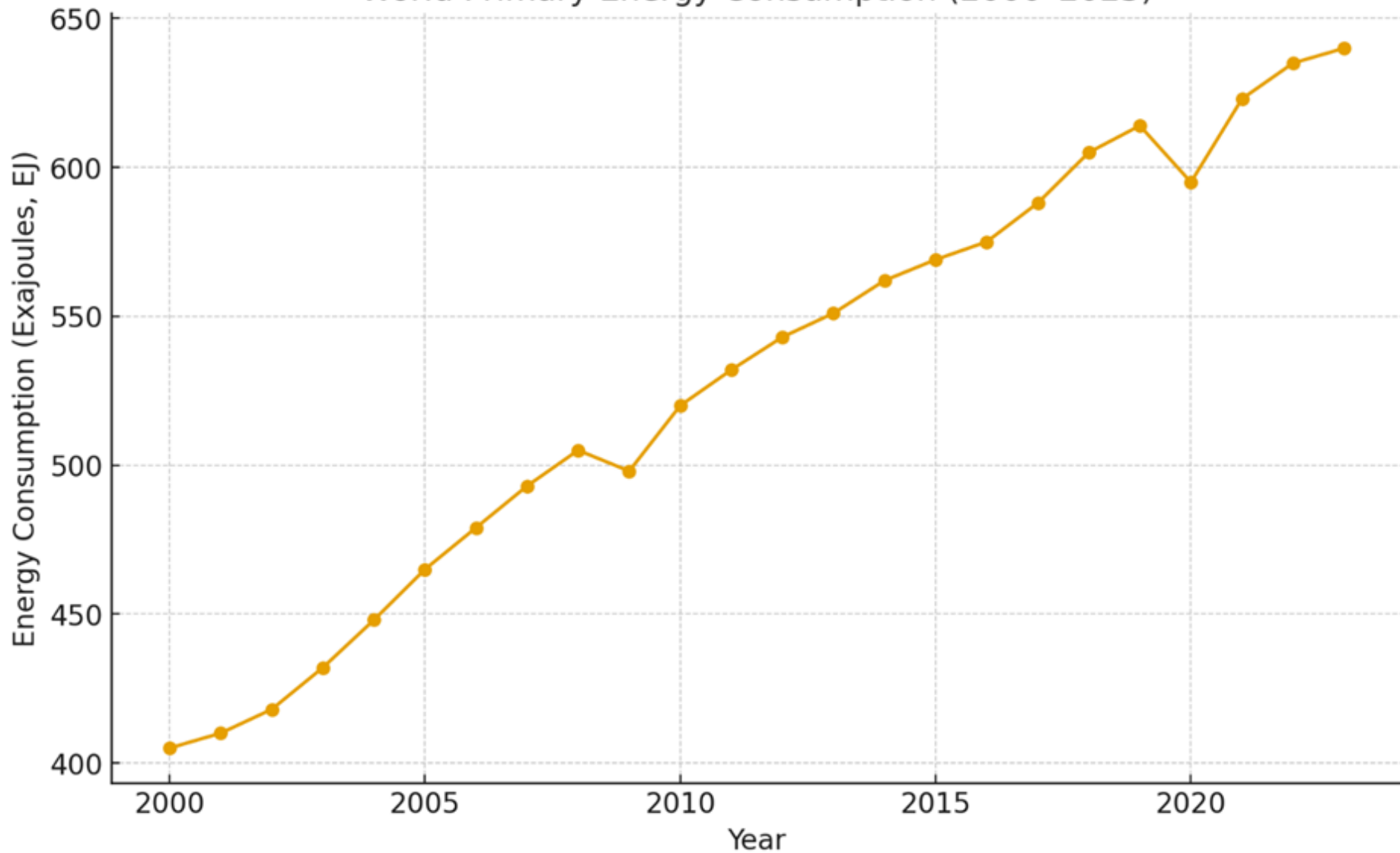
*Percentages may not total 100 due to rounding.
Source: Energy Institute, 2024 Statistical Review of World Energy, 84

A principal causa das alterações climáticas encontra-se no setor da energia e resulta da dependência nos combustíveis fósseis

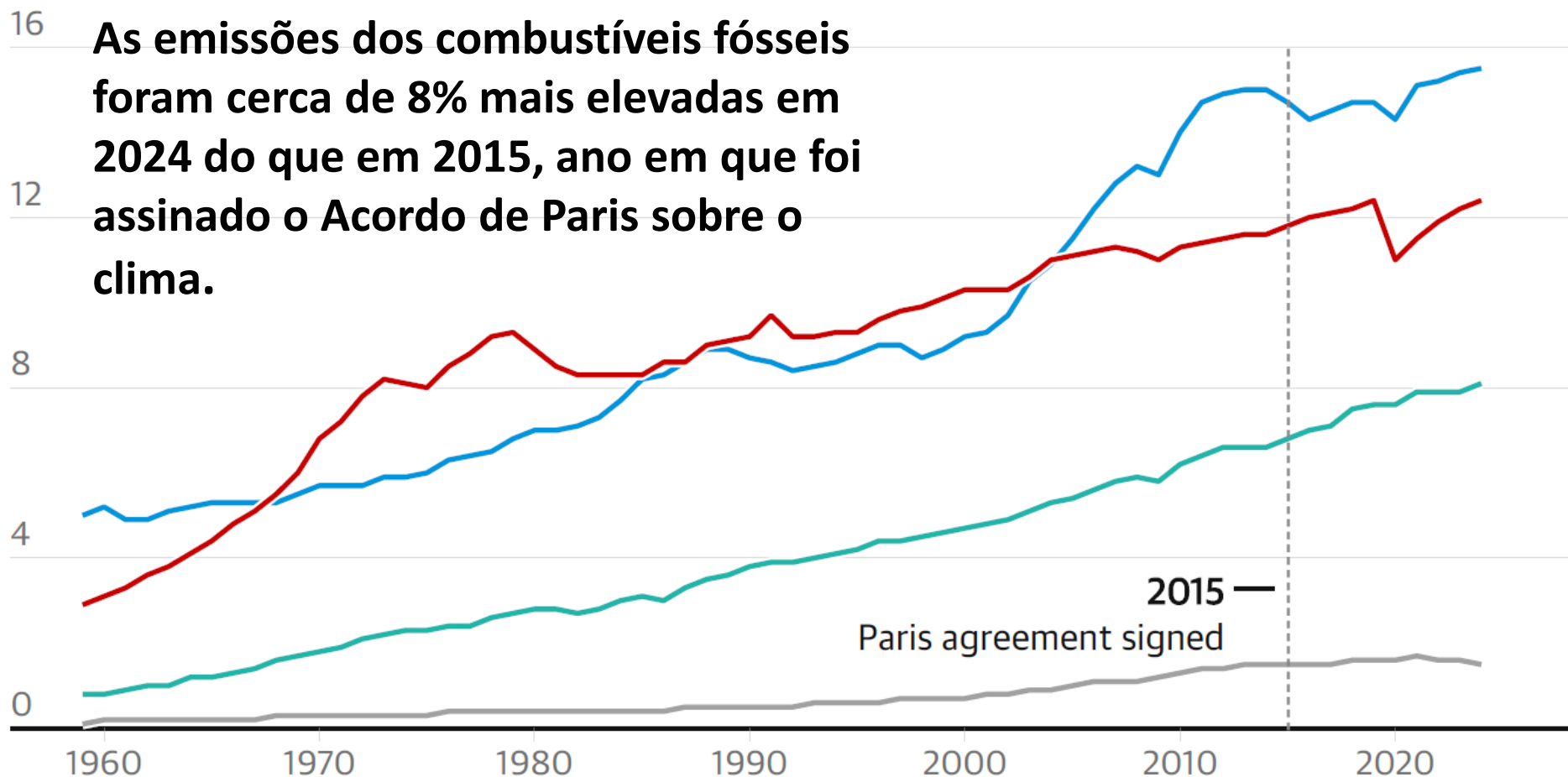
Renováveis	14%
Fósseis	81%
Nuclear	4%

De 2000 a 2023 a procura global de energia aumentou 53%

World Primary Energy Consumption (2000-2023)



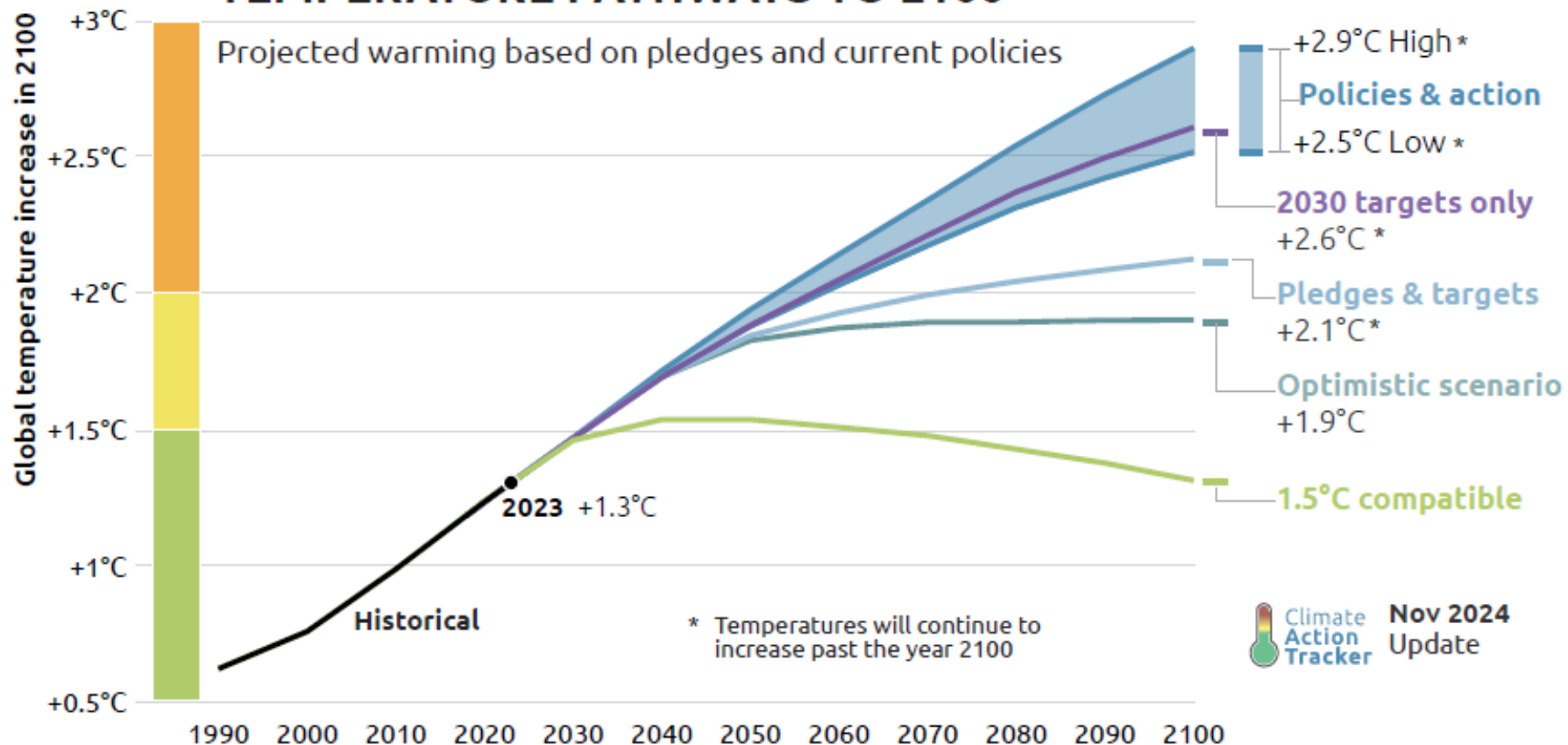
Coal Oil Gas Cement



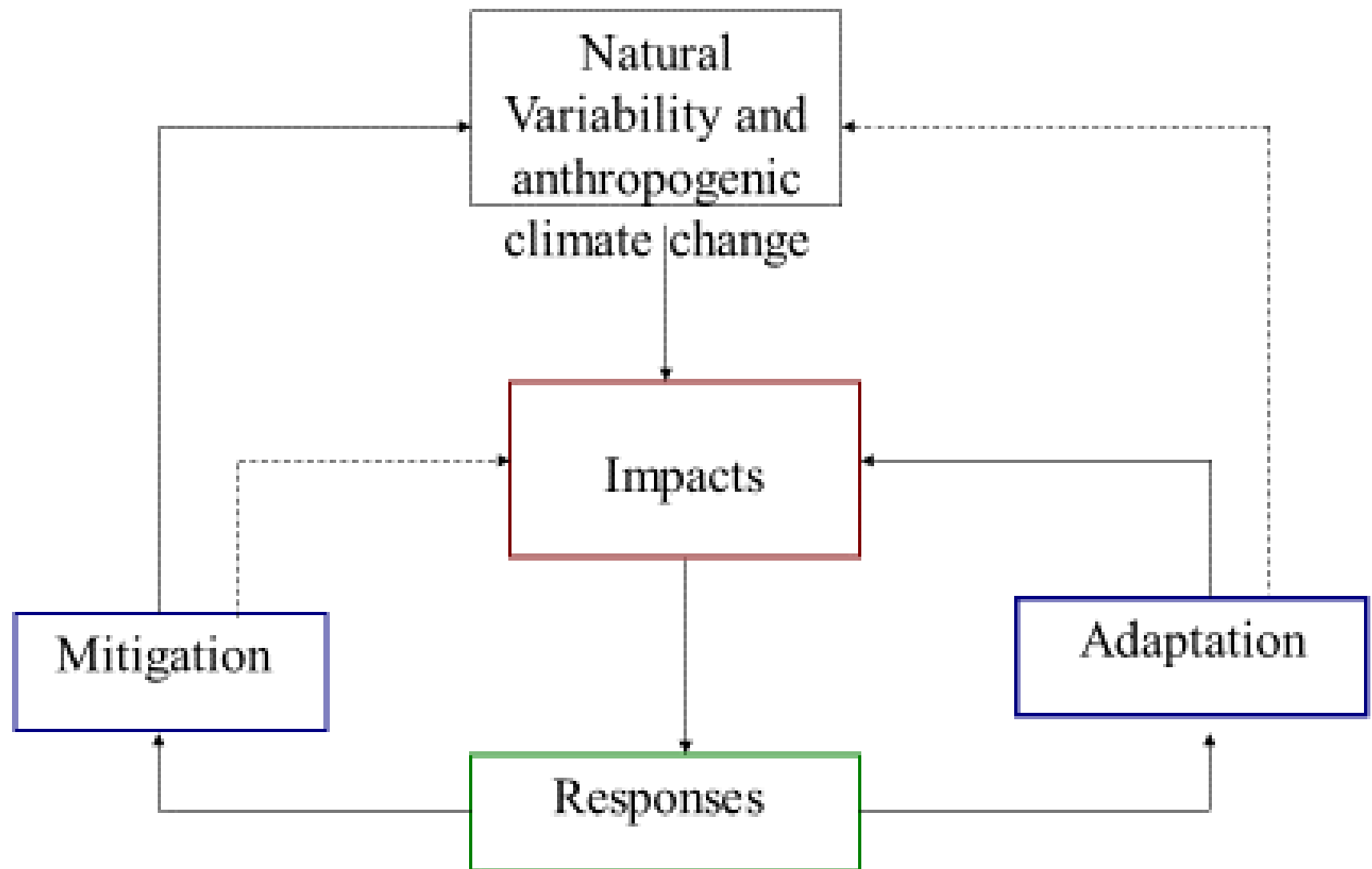
Source: Global Carbon Budget, Friedlingstein et al. Earth System Science Data, 2024

TEMPERATURE PATHWAYS TO 2100

Projected warming based on pledges and current policies



In terms of the ambition of climate targets, 2024 has been a year marked by minimal progress, with almost no new national climate targets (NDCs) or net zero pledges even though governments have agreed to (urgently) strengthen their 2030 targets and to align them with the 1.5°C goal of the Paris Agreement. **As a result, our warming projections have actually increased slightly under both the 2030 targets and the optimistic scenarios, from 2.5°C to 2.6°C and from 1.8°C to 1.9°C, respectively.**



———— Direct effects
----- Indirect effects



Região de Valência, 29 de outubro de 2024.



Consequências da precipitação muito elevada num intervalo de tempo curto em Turis, Valencia, Espanha em 29 October 2024
Valencia Region Photograph: Alberto Saiz/AP. Nesse dia em Turis, a precipitação total foi 771,2mm. A precipitação média anual em Turis é de 518mm



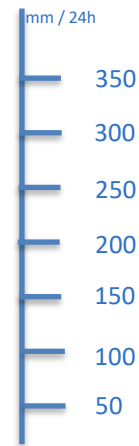
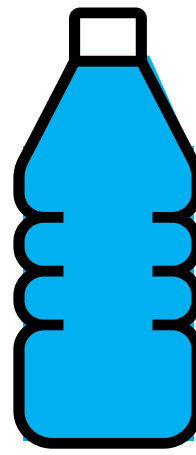
A bridge destroyed by Hurricane Helene in Erwin, Tennessee on October 4, 2024. Jeff Roberson (AP). Hurricane Helene was a tropical cyclone that caused widespread harm across the Southeastern United States from 24 to 29 September 2024, including at least 238 deaths and \$124 billion in damage.



Estação Meteorológica de Bica da Cana

6 Maio 2023

20 Fevereiro 2010 6 Maio 2023
268 litros/m² 349 litros /m²



Pedro Garrett Lopes
Startup em serviços climáticos:
2adapt



1300 M€ em danos
Madeira, 20 de Fevereiro
2010

Medidas de adaptação/projetos após os aluviões de 20 de Fevereiro 2010

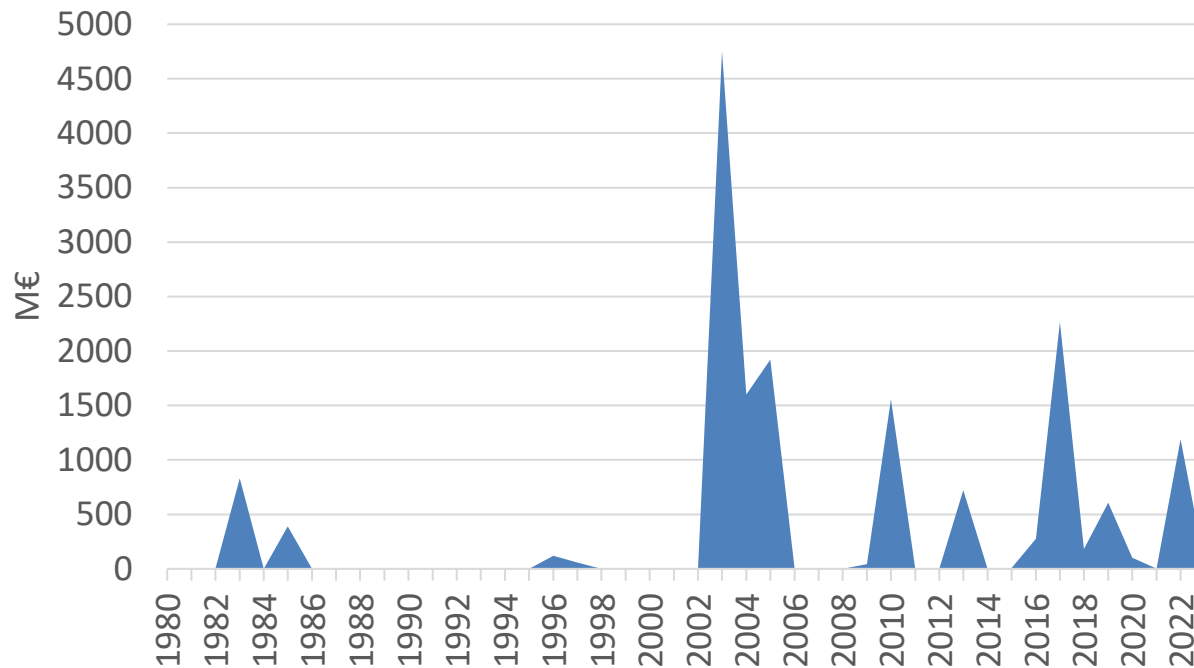
- Remodelação e ampliação dos sistemas de abastecimento e drenagem
- Projeto “Acompanhamento e **Gestão de Riscos em Encostas**”
- **Sistema de Alerta** de Aluviões na RAM
- Radar Meteorológico
- Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Arquipélago da Madeira - **PGRH10**
- Plano de Gestão de Riscos de Inundação – **PGRI**
- Ações de Formação/Sensibilização sobre as Alterações Climáticas em Escolas



Média anual 1980-1999: 70M€

Média anual 2000-2023: 636M€

Perdas associadas a eventos meteorológicos e climáticos extremos em Portugal (1980-2023)



Fonte: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/knowledge/economic-losses/economic-losses-and-fatalities>

Benefício dos sistemas de alerta precoce

Avisos precoces de menos de 24h para eventos extremos podem reduzir os danos subsequentes em 30%.



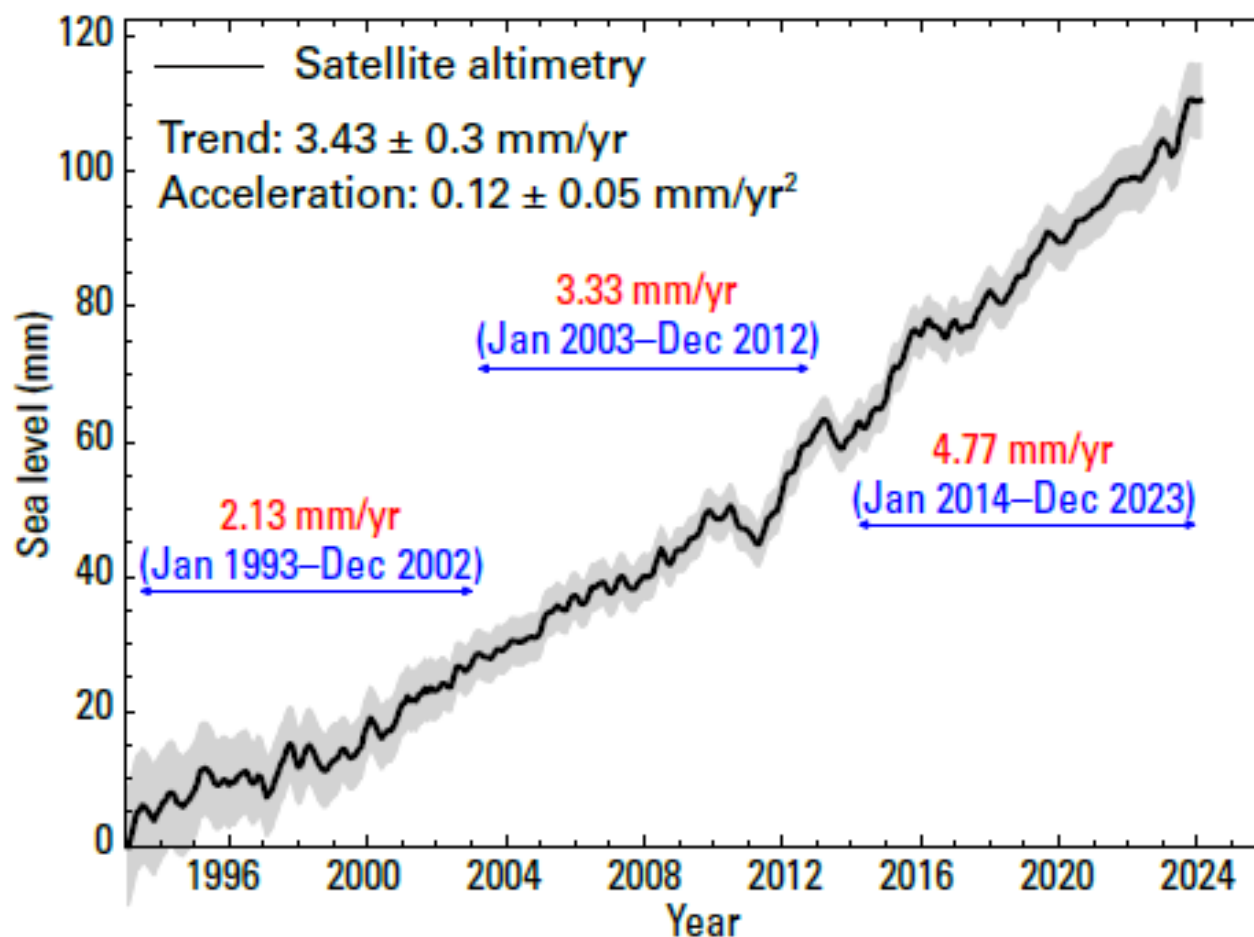
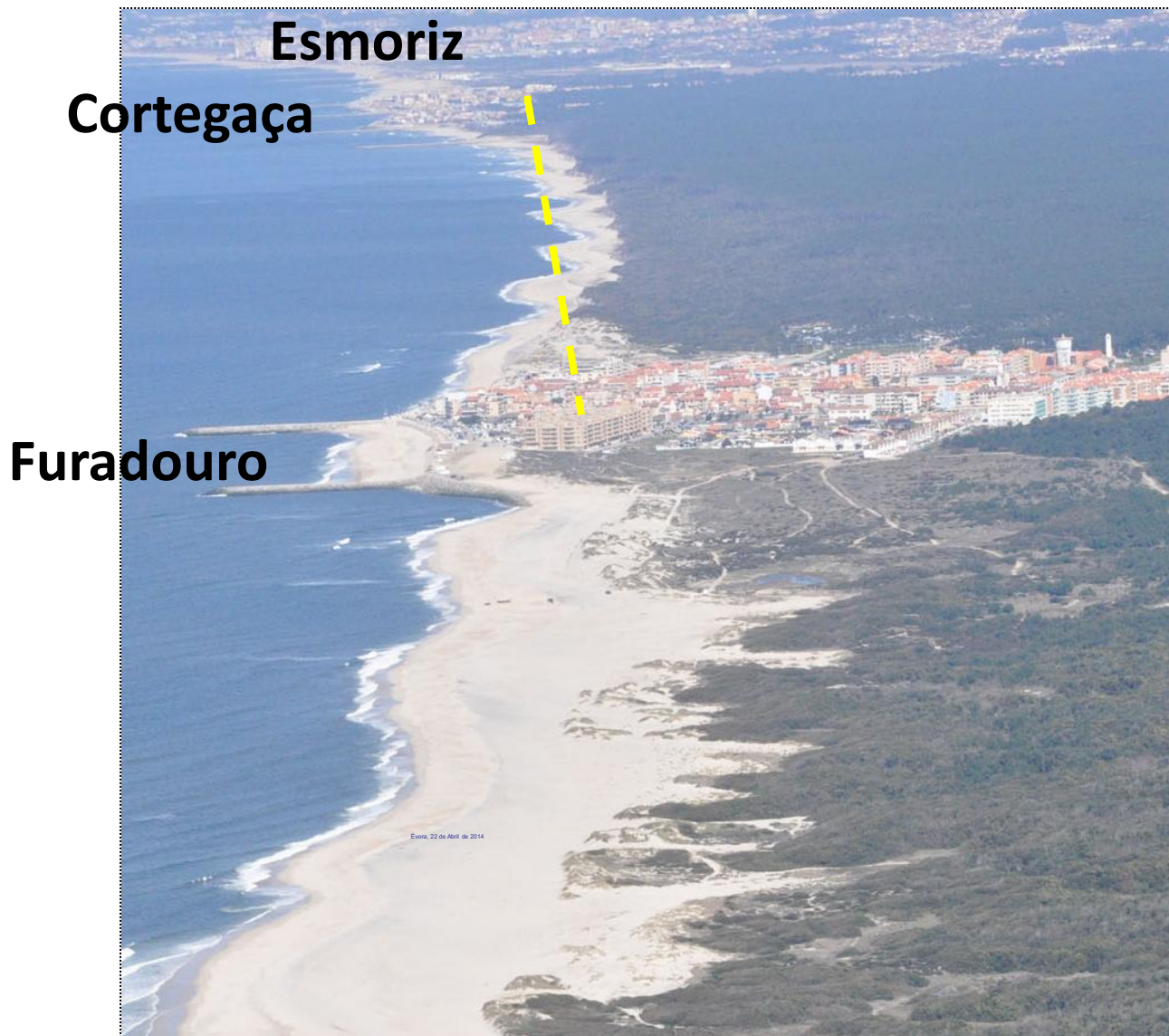


Figure 6. GMSL evolution between January 1993 and December 2023 based on satellite altimetry. The black line is the best estimate, and the grey shaded area indicates the uncertainty. Red and blue annotations indicate the average rate of sea level rise during three decades of the record as indicated.

Source: AVISO altimetry (<https://www.aviso.altimetry.fr>).



Quais os fundos que vão suportar a proteção das povoações costeiras em Portugal construídas em costas arenosas baixas contra a erosão e a subida do nível médio global do mar durante décadas?



1980

1985

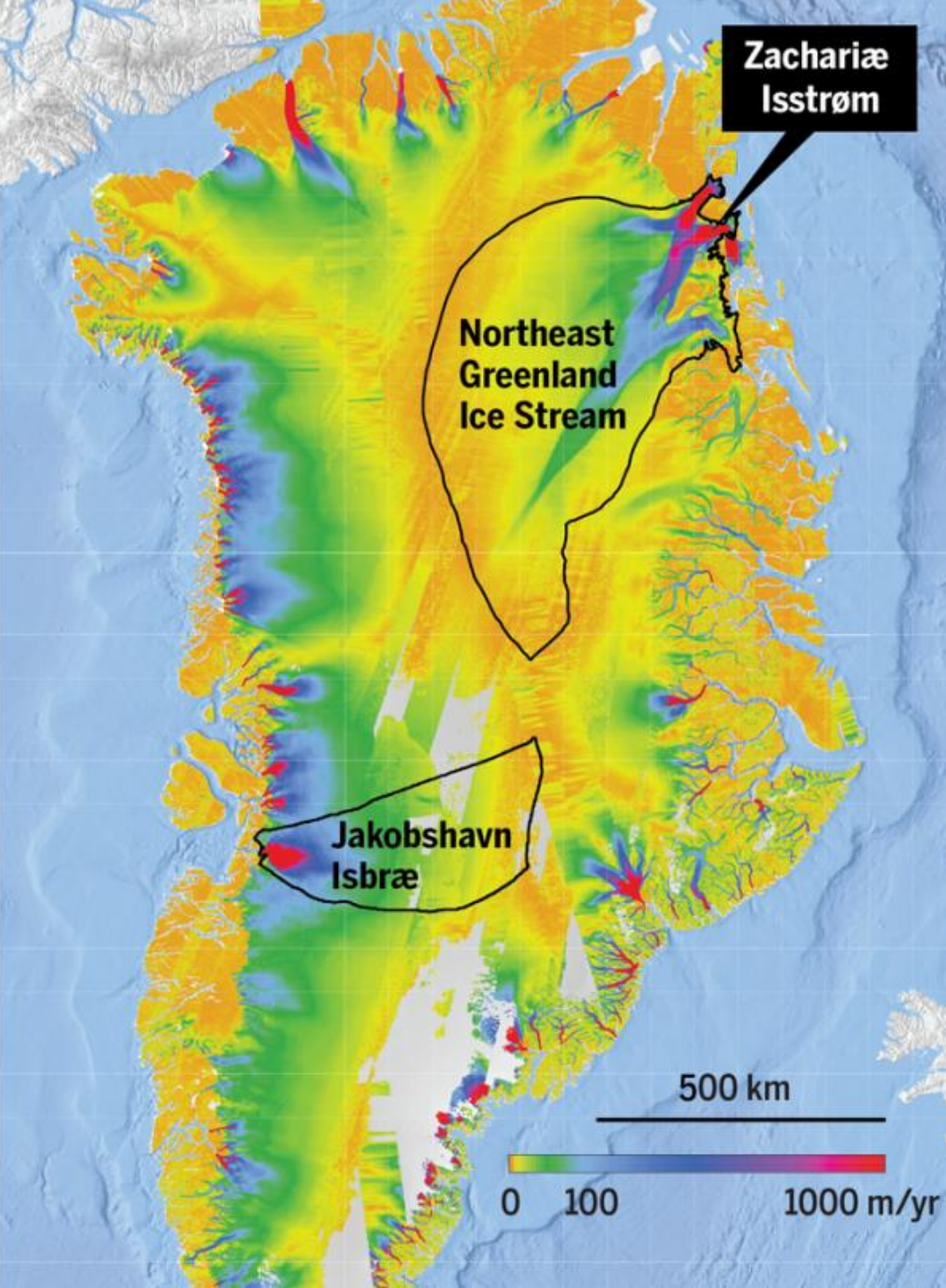
1990

1995

2000

2005

2010



**Speed of glaciers ice
movement
towards the sea at the
surface of Greenland**



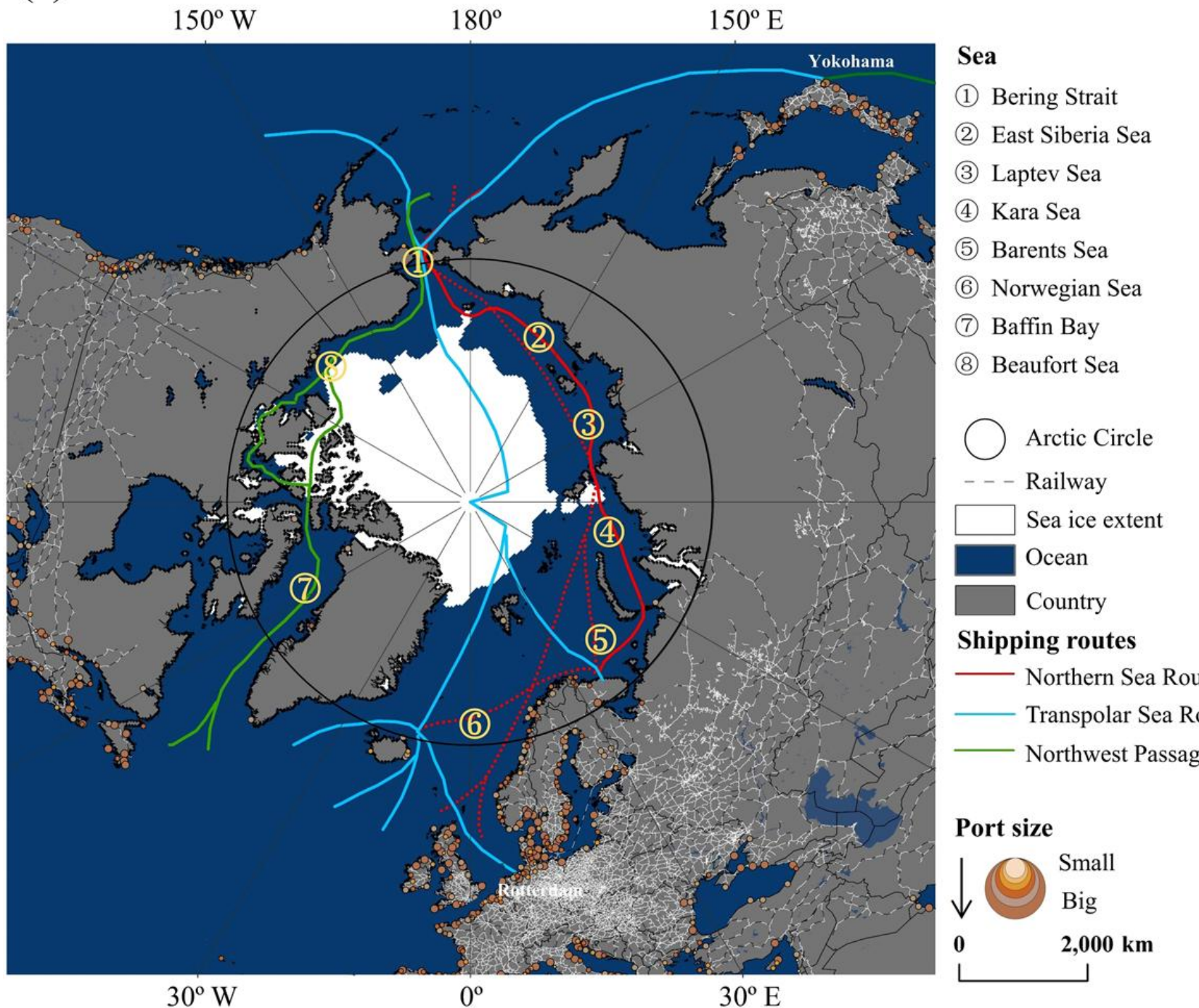
Supraglacial lake on the Store Glacier, Greenland (Photo: Sam Doyle, Aberystwyth University)

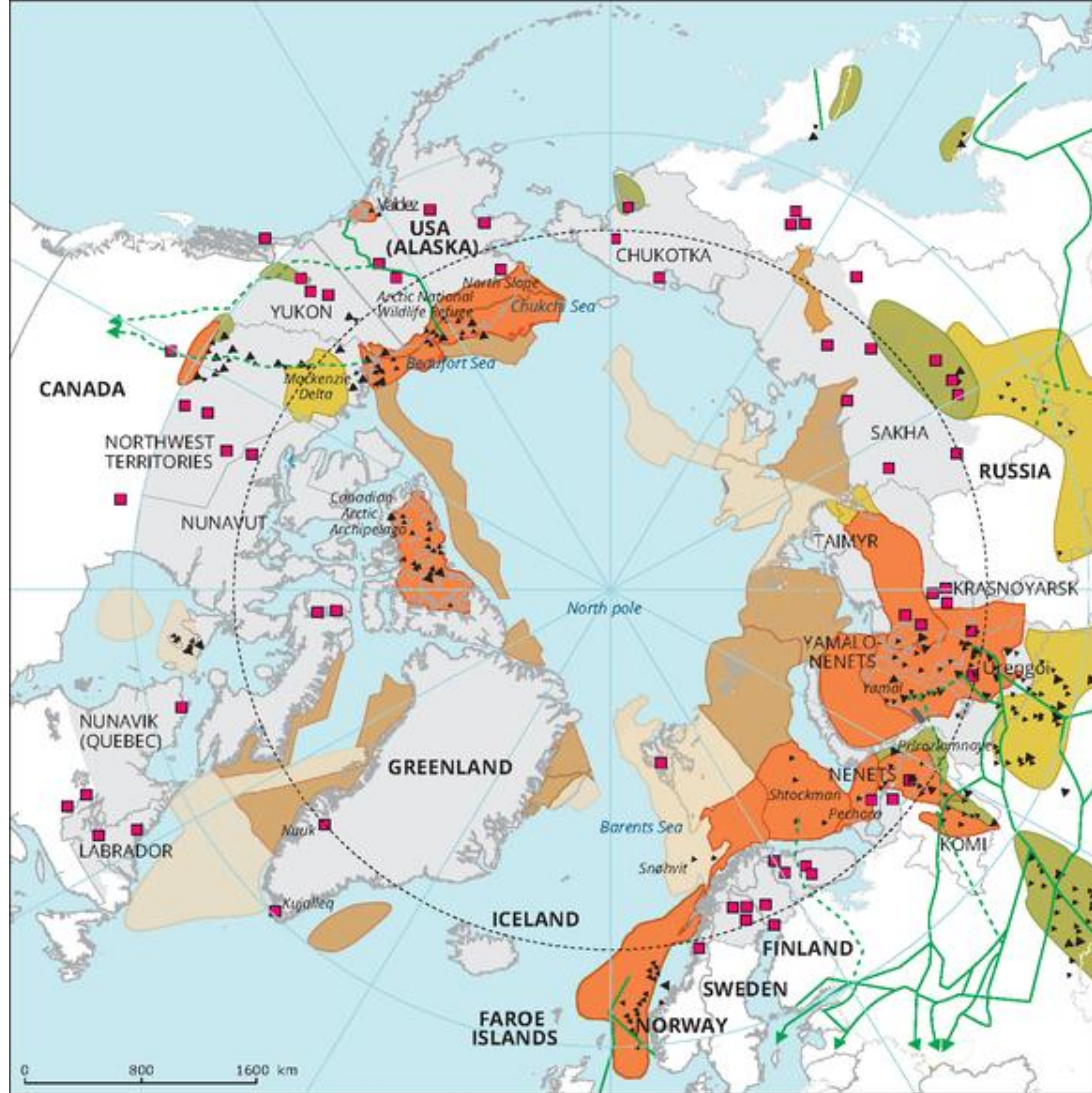


A crew sets out to retrieve a measurement device in a Greenland fjord and passes by a small hanging glacier on its side wall that is unleashing a stream of water into the ocean. (Dustin Carroll)



(a)





Arctic resources

Oil, gas and mining

- ▲ Oil and gas exploration and production sites
- Main mining sites
- Main projected pipeline
- Main existing gas and oil pipeline
- Prospective areas and reserves

Potential oil and/or gas field *

- Medium (30-50%), sea
- High (> 50%), sea
- Medium (30-50%), land
- High (> 50%), land

Other features

- Arctic circle
- National/regional boundaries
- Arctic region defined as in Arctic Human Development report

Notes:

* Probability that at least one accumulation over 50 million barrels of oil or oil-equivalent gas exist after USGS.
The map was adapted by EEA from Nordregio, 2015



NORDREGIO
Nordic Centre for Spatial Development

GLOBAL WATER STRESS HOTSPOTS



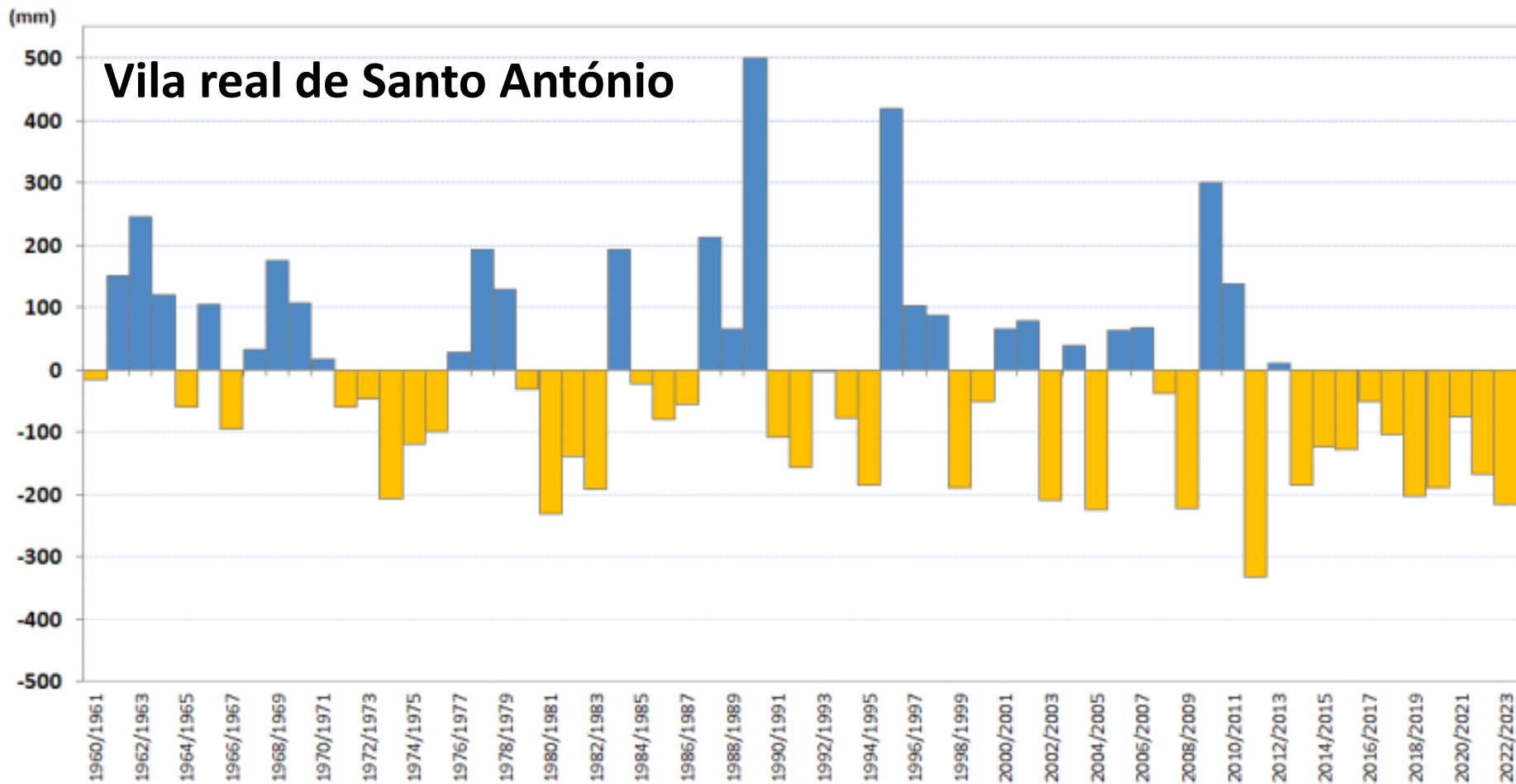
Global Water Stress Hotspot

Fonte: WMO, 2021, State of the Climate Services, Water

World Meteorological Organization 2021
Based on data from the Food and
Agriculture Organization and the World
Resources Institute

Fonte: IPMA

Anomalias de precipitação no ano hidrológico (out-set) 1960 a 2023
em relação ao valor médio anual no período 1971-2000 (463.9 mm)
Estação meteorológica de Vila R. S. António



Houve uma redução da precipitação média de 33% desde os 463 mm do período 1971-2000 para 310 mm nos últimos 12 anos hidrológicos desde 2011/2012 a 2022/2023

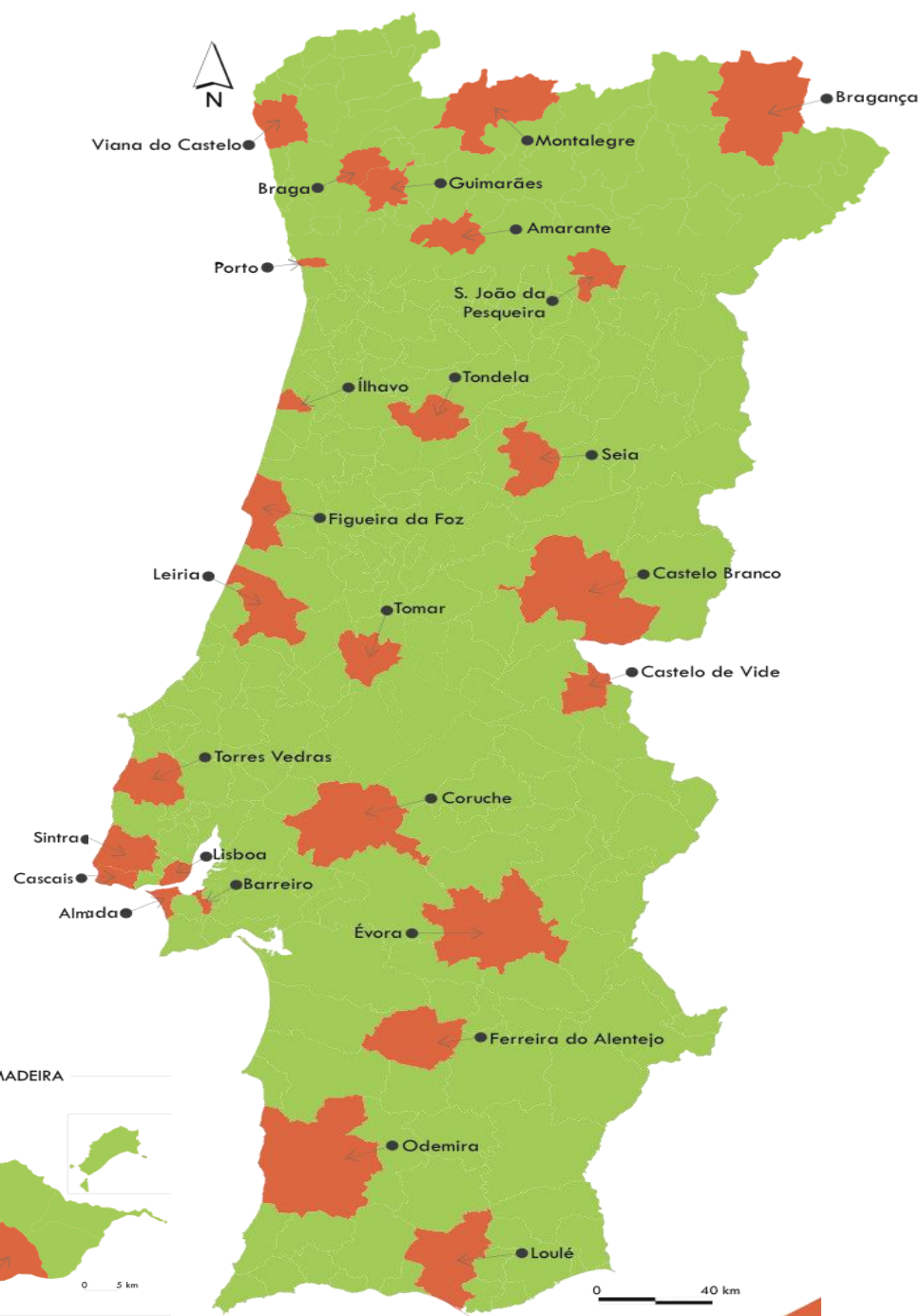
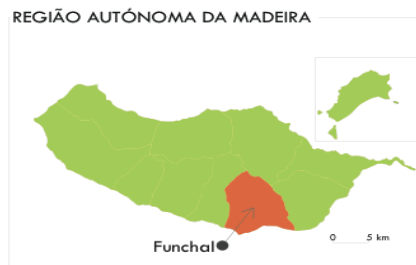
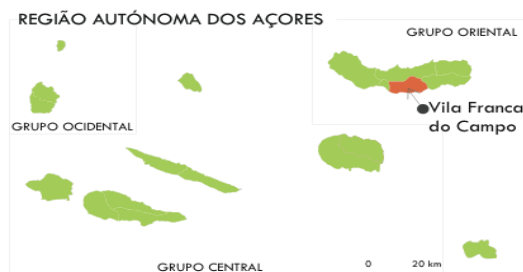


ClimAdaPT.Local
Estratégias Municipais de Adaptação às Alterações Climáticas

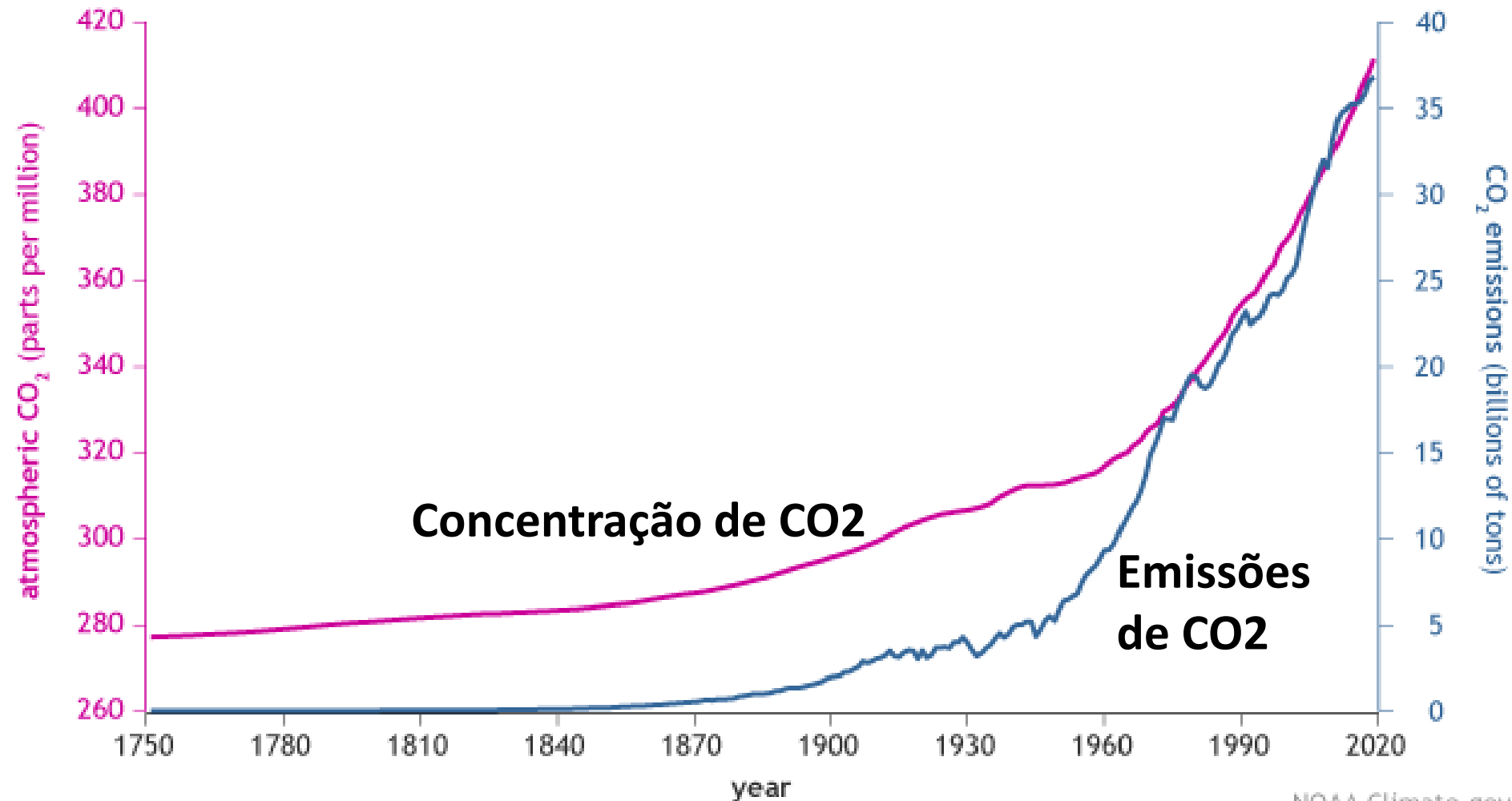
O projeto ClimAdaPT.Local decorreu entre janeiro de 2015 e dezembro de 2016. Os objetivos específicos do projeto são:

- Elaborar 26 Estratégias Municipais de Adaptação às Alterações Climáticas (EMAAC),**
- Formar 52 técnicos municipais em Adaptação às Alterações Climáticas,**
- Criar uma Plataforma para a Adaptação Municipal às Alterações Climáticas,**
- Criar uma Rede de Municípios de Adaptação Local às Alterações Climáticas.**

Municípios beneficiários e participantes



CO₂ in the atmosphere and annual emissions (1750-2019)



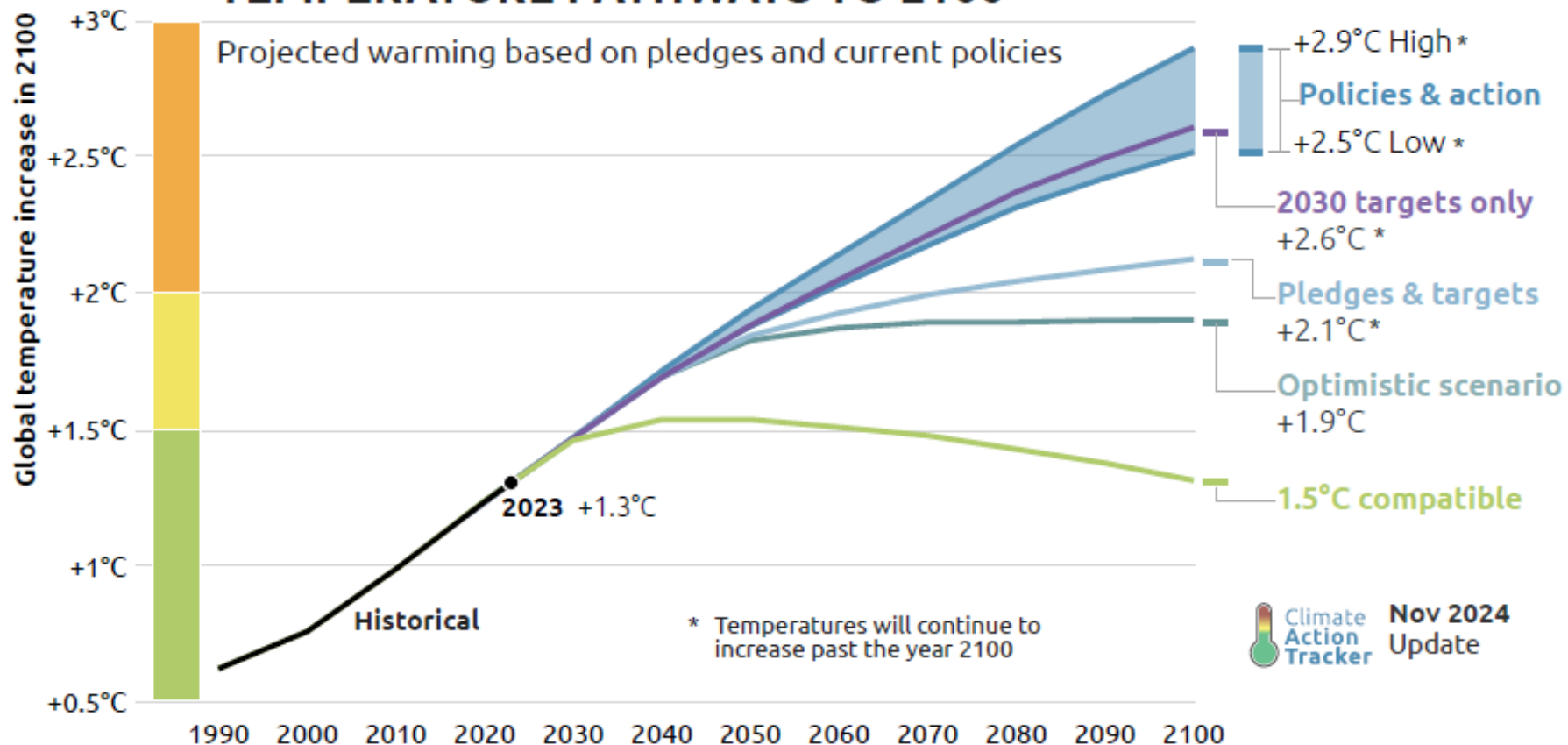
NOAA Climate.gov
Data: NOAA, ETHZ, Our World in Data

Quais as respostas?

Mitigação, Adaptação e Geoengenharia(?)

TEMPERATURE PATHWAYS TO 2100

Projected warming based on pledges and current policies

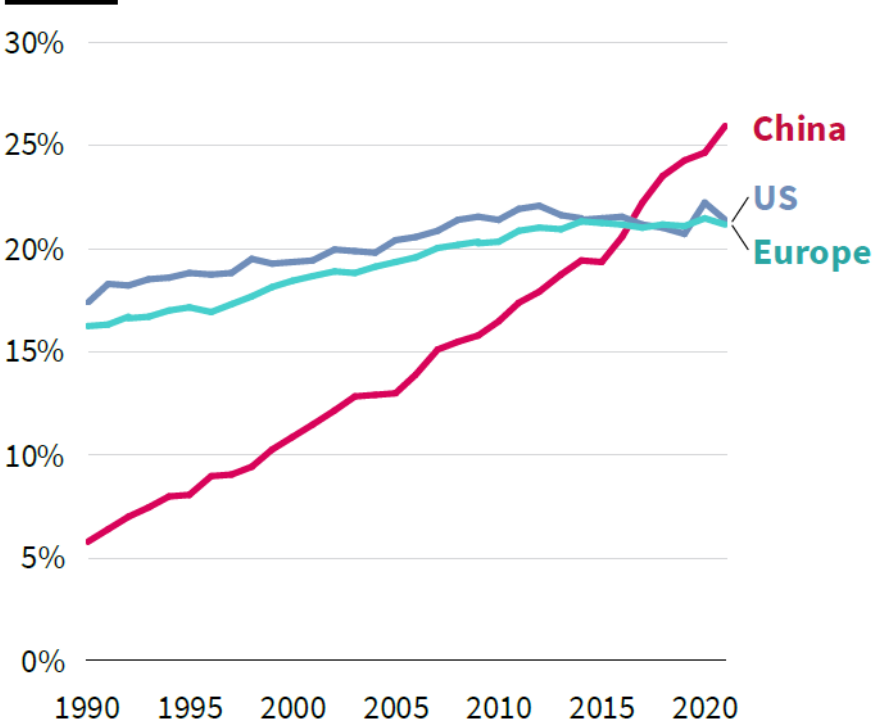


In terms of the ambition of climate targets, 2024 has been a year marked by minimal progress, with almost no new national climate targets (NDCs) or net zero pledges even though governments have agreed to (urgently) strengthen their 2030 targets and to align them with the 1.5°C goal of the Paris Agreement. **As a result, our warming projections have actually increased slightly under both the 2030 targets and the optimistic scenarios, from 2.5°C to 2.6°C and from 1.8°C to 1.9°C, respectively.**

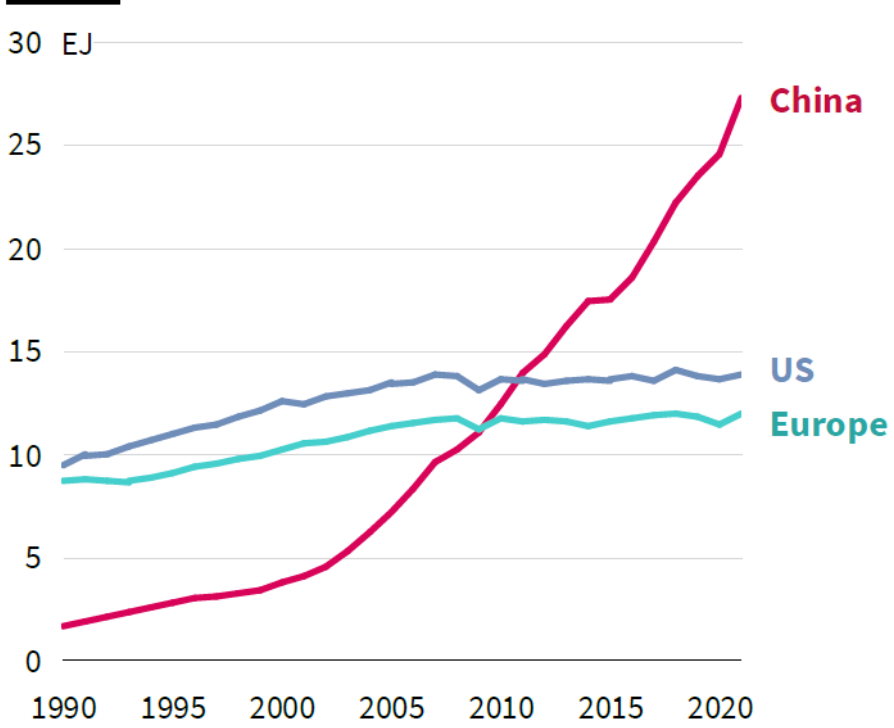
China, the first major electrostate

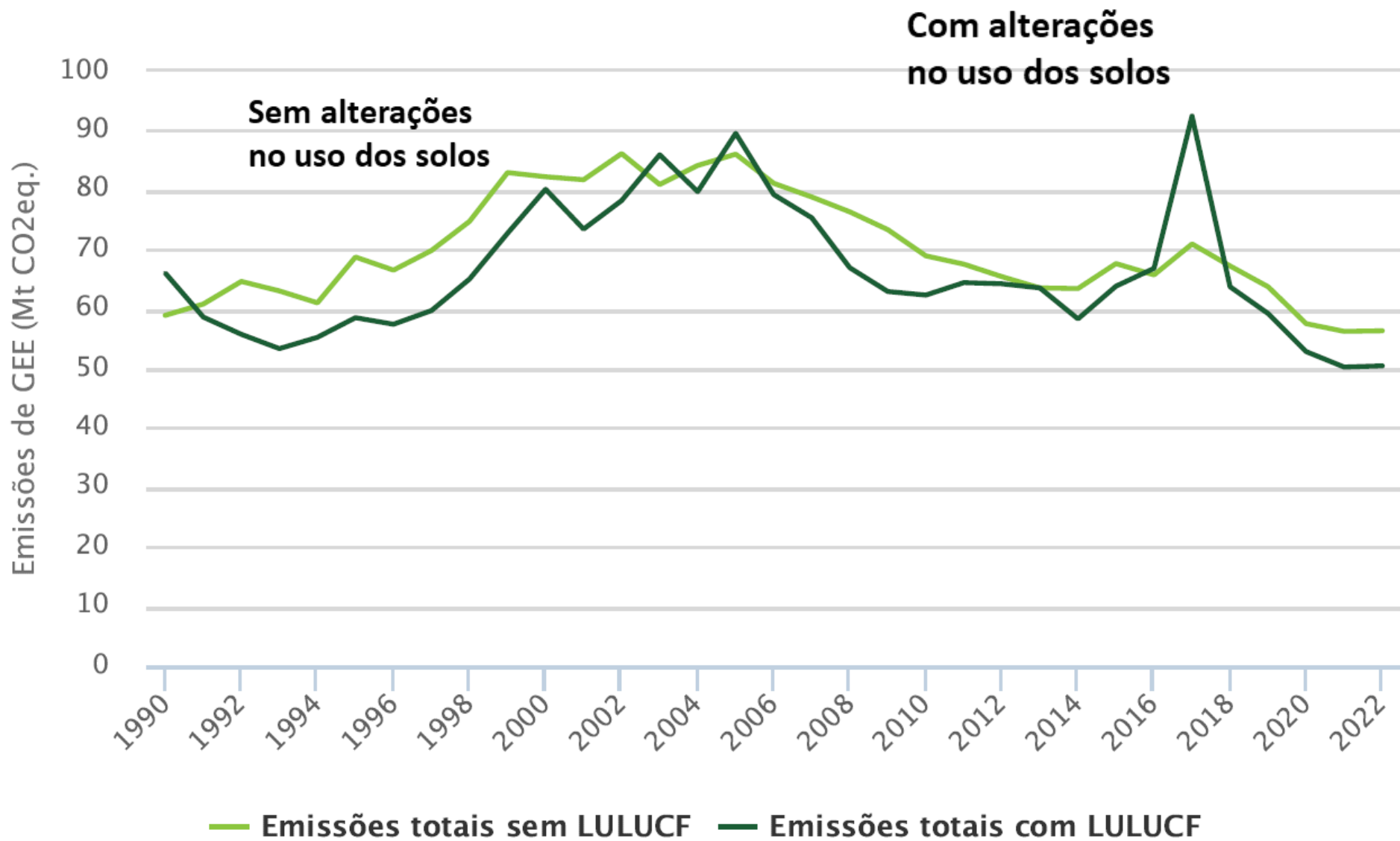
Electrification stagnated in the United States and Europe — while Chinese electrification keeps going

Electricity's share of total final energy consumption



Electricity demand





Fonte APA

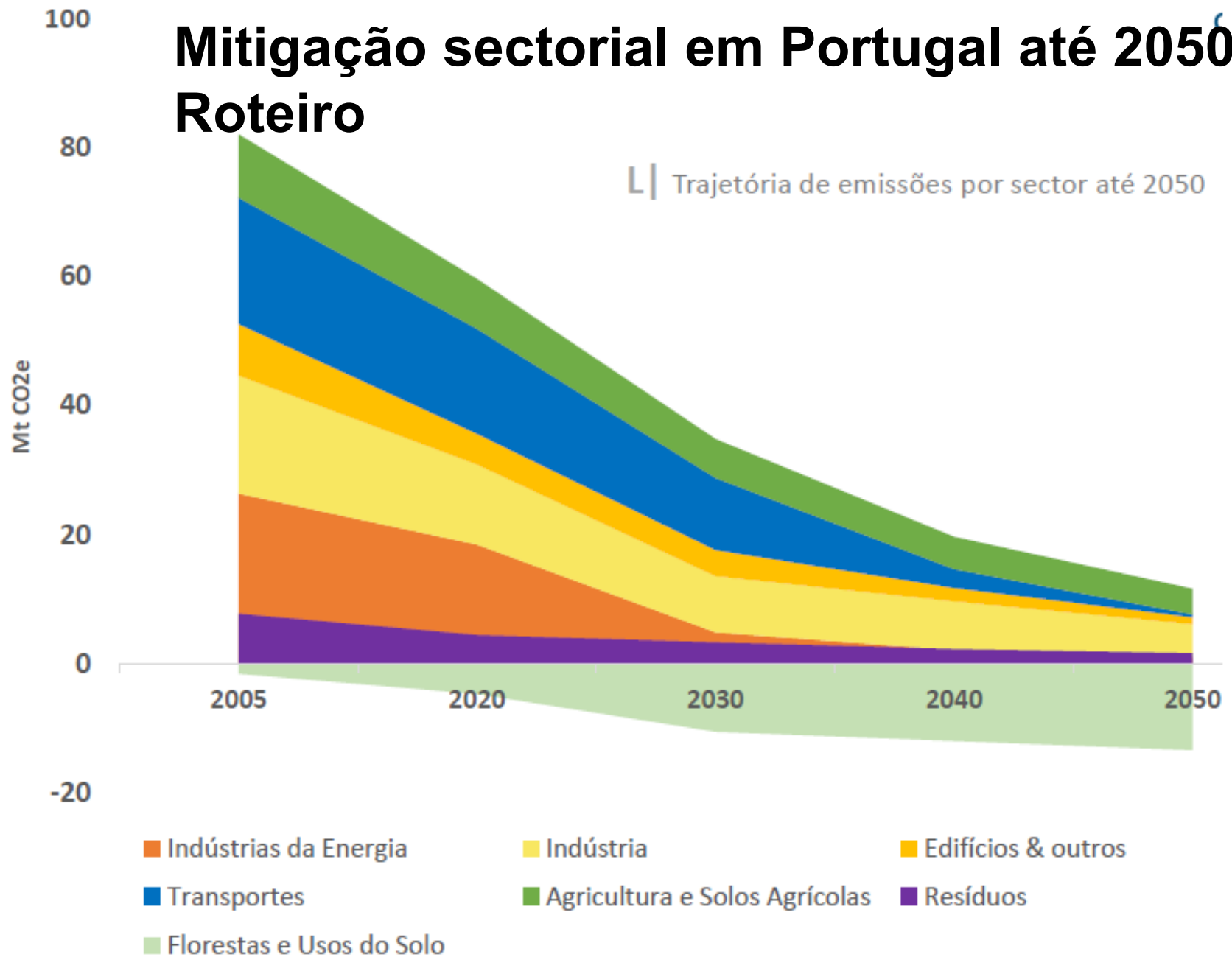
Renewable Electricity Share in EU Countries (2024)

Country	Share of Renewables in Electricity Generation (%)
Portugal	71%
Sweden	78%
Denmark	76%
Austria	75%
Spain	59%
Germany	56%
France	50%
Italy	42%
Poland	26%
EU average	~49%

Em 2019, 84% das fontes primárias de energia globais eram combustíveis fósseis.
Em Portugal em 2021, 66% e na UE 69%

Mitigação sectorial em Portugal até 2050

Roteiro



Obrigado pela vossa atenção