



# Crise climática e Emergência climática

Nathália Nascimento





## Crise climática

problemas de longo prazo relacionados às mudanças no clima global causadas por atividades humanas, como acidificação dos oceanos e aumento da temperatura



## Emergência climática

estado de alerta que demanda ações imediatas e urgentes para enfrentar os impactos mais severos das mudanças climáticas. O termo enfatiza a necessidade de respostas rápidas para evitar o agravamento de situações críticas.



# EVIDÊNCIAS DA EMERGÊNCIA CLIMÁTICA

## INDICADORES CLIMÁTICOS

Os Indicadores Climáticos mostram a evolução a longo prazo de diversas variáveis-chave que são utilizadas para avaliar as tendências globais e regionais de um clima em mudança



### TEMPERATURA

Temperatura global do ar [🔗](#)

**+1,3°C** Acima do nível pré-industrial

Temperatura do Ártico (sobre terra) [🔗](#)

**+3,3°C** Acima do nível pré-industrial  
(médias dos últimos cinco anos)



### gases de efeito ESTUFA

Concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) [🔗](#)

**419 ppm** em média em 2023

Aumento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) [🔗](#)

**+2,4 ppm por ano** desde 2010

Concentração de metano (CH<sub>4</sub>) [🔗](#)

**1902 ppb** média de 2023

Em junho de 2024 a concentração de  
CO<sub>2</sub> atingiu **426.91 ppm**

### GELEIRAS

Geleiras globais [🔗](#)

**-8.200 km<sup>3</sup>** Perda de gelo desde 1976

Manto de gelo da Groenlândia [🔗](#)

**-5.470 Gt** Perda de gelo 1972–2022

Extensão do gelo marinho do Ártico [🔗](#)

**-2,6 Mkm<sup>2</sup> de perda<sup>c</sup>** de setembro desde  
a década de 1980



### OCEANO

Nível global do mar [🔗](#)

**+10,3 cm** desde 1993

Temperatura global da superfície do mar [🔗](#)

**+0,6°C** desde 1980 (60°S–60°N)

Conteúdo global de calor dos oceanos [🔗](#)

**+0,22°C** desde 1993 (2.000 m superiores)





# O PLANETA ESTÁ AQUECENDO (OBSERVADO)

## Daily temperature anomalies

Global daily average temperature anomalies relative to a preindustrial baseline, C

— Five-year rolling average

2.0C

1.5

1.0

0.5

0

-0.5

Each dot is a daily global average

Each vertical strip is a year

1940 1950 1960 1970 1980 1990 2000 2010 2020

Guardian graphic. Source: Copernicus C3S/ECMWF Era5. Note: Preindustrial baseline = 1850-1900

**Fevereiro 2024**

Quatro dias consecutivos acima de **2°C**

**2023**

Primeiros dias acima de **2°C**

**2015**

Primeiros dias acima de **1.5°C**

**1958**

Primeiro dia acima de **1°C**

O relatório da OMM

(Organização Meteorológica Mundial) de 2024 confirmou

que **2023 foi o ano mais quente já**

**registado**, com a temperatura média global próxima da superfície a

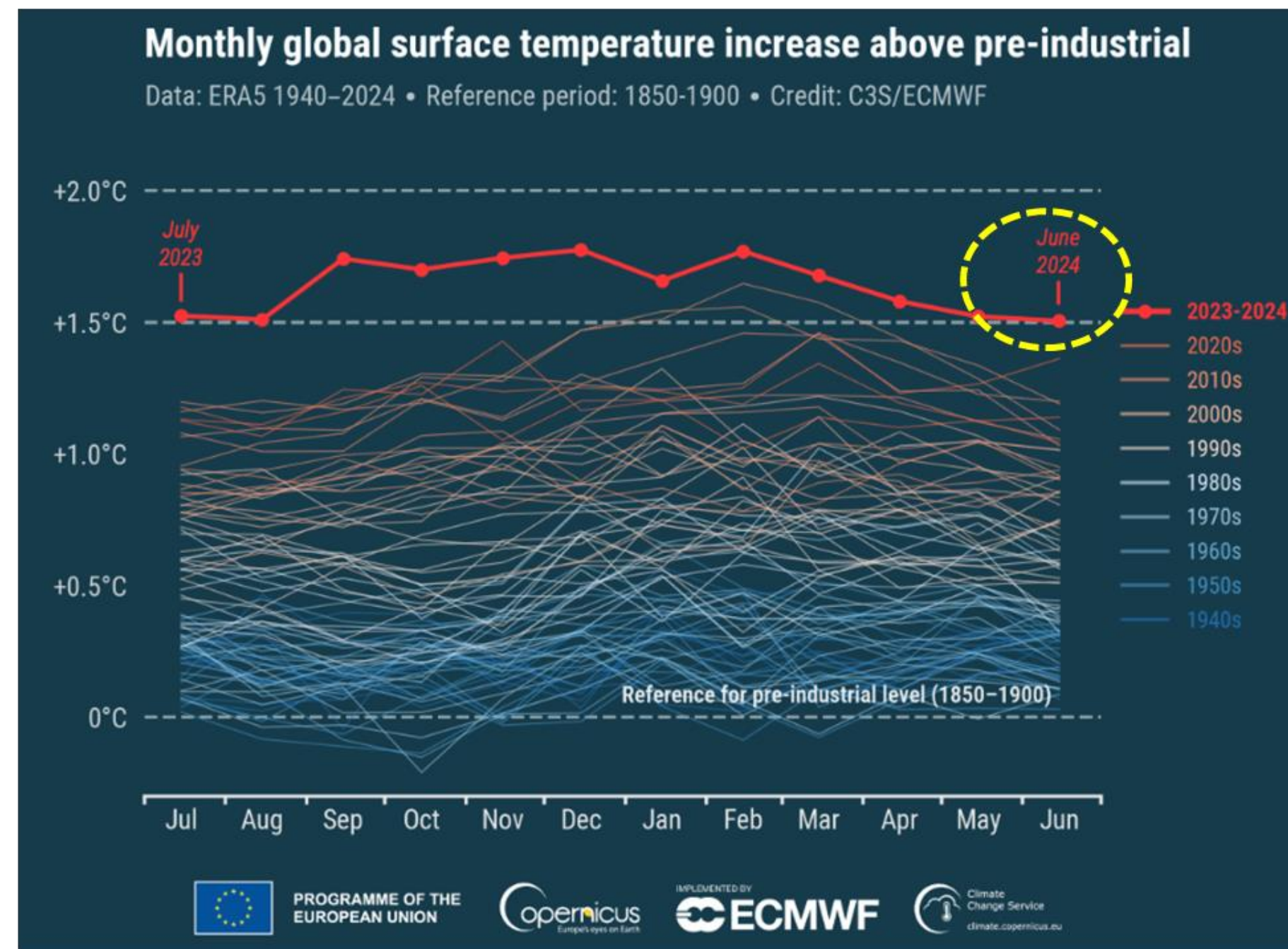
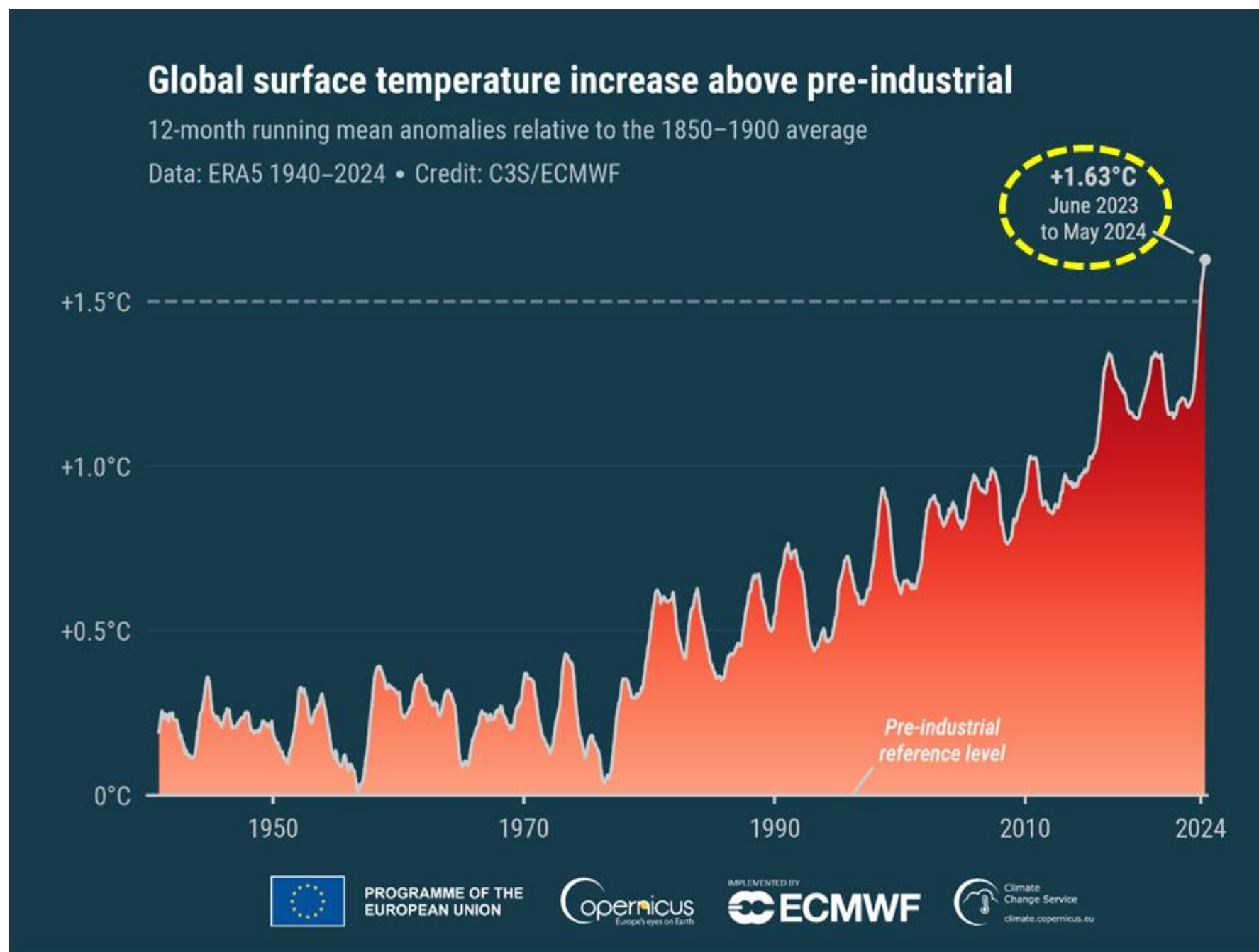
**1.45°C** (com uma margem de incerteza de  $\pm 0.12$  °C) acima da linha de base pré-industrial (1850-1900).

**Período de dez anos mais quente já registrado**



# RECORDE GLOBAL DE TEMPERATURA EM JUNHO DE 2024

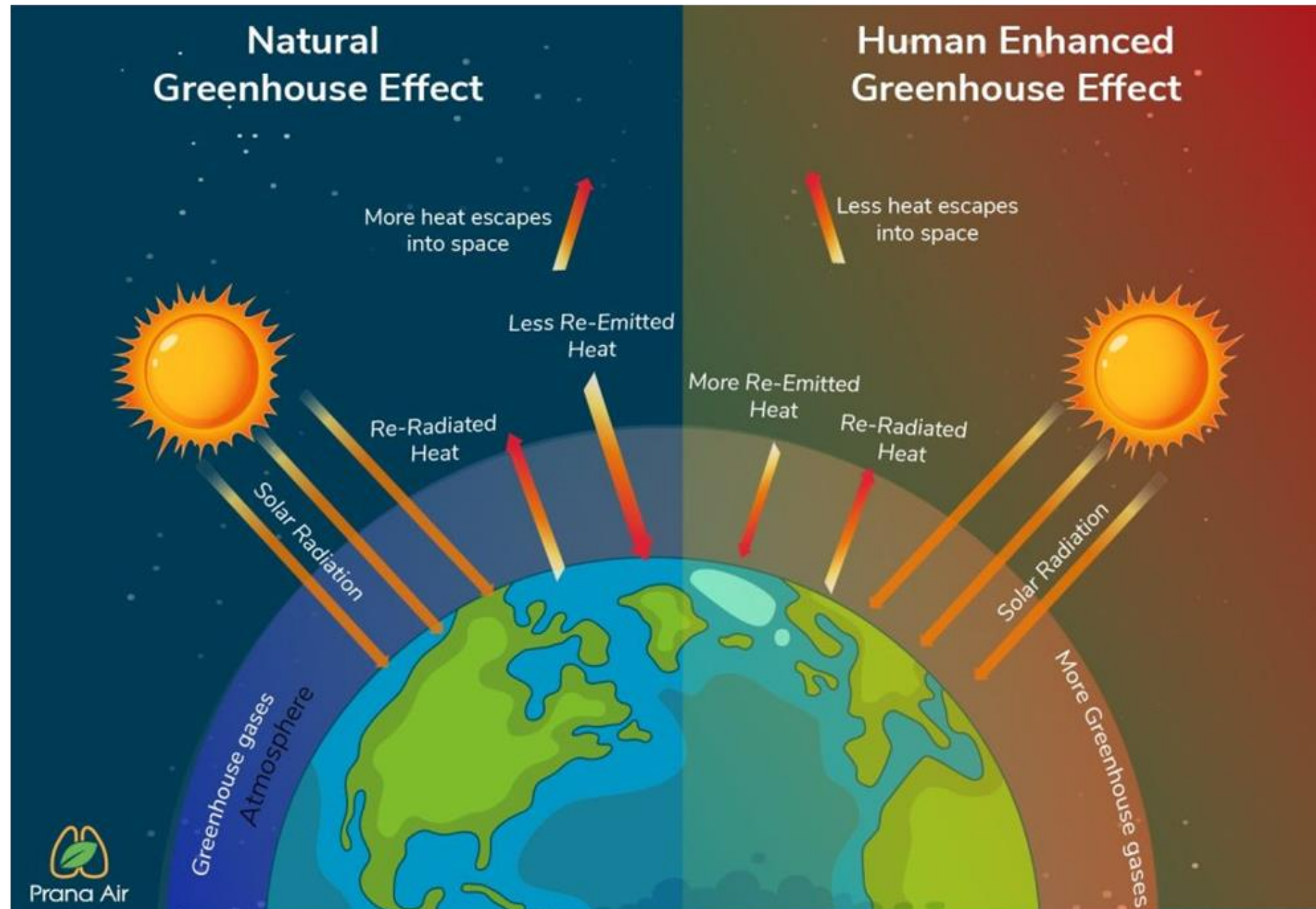
Junho de 2024 marca o 12º mês em que a temperatura global atingiu 1,5°C acima da temperatura pré-industrial



- Junho de 2024 foi o mês mais quente globalmente do que qualquer junho anterior registrado, com uma **temperatura média do ar na superfície 16,66 °C, 0,67 °C acima da média de junho de 1991-2020** e 0,14°C acima da máxima anterior definida em junho de 2023.
- **Este é o décimo terceiro mês consecutivo que é o mais quente no registro para o respectivo mês do ano.**
- **O mês ficou 1,50°C acima da média estimada de junho para 1850-1900**, o período de referência pré-industrial, tornando-se o décimo segundo mês consecutivo a atingir ou quebrar o limite de 1,5°C do Acordo de Paris.

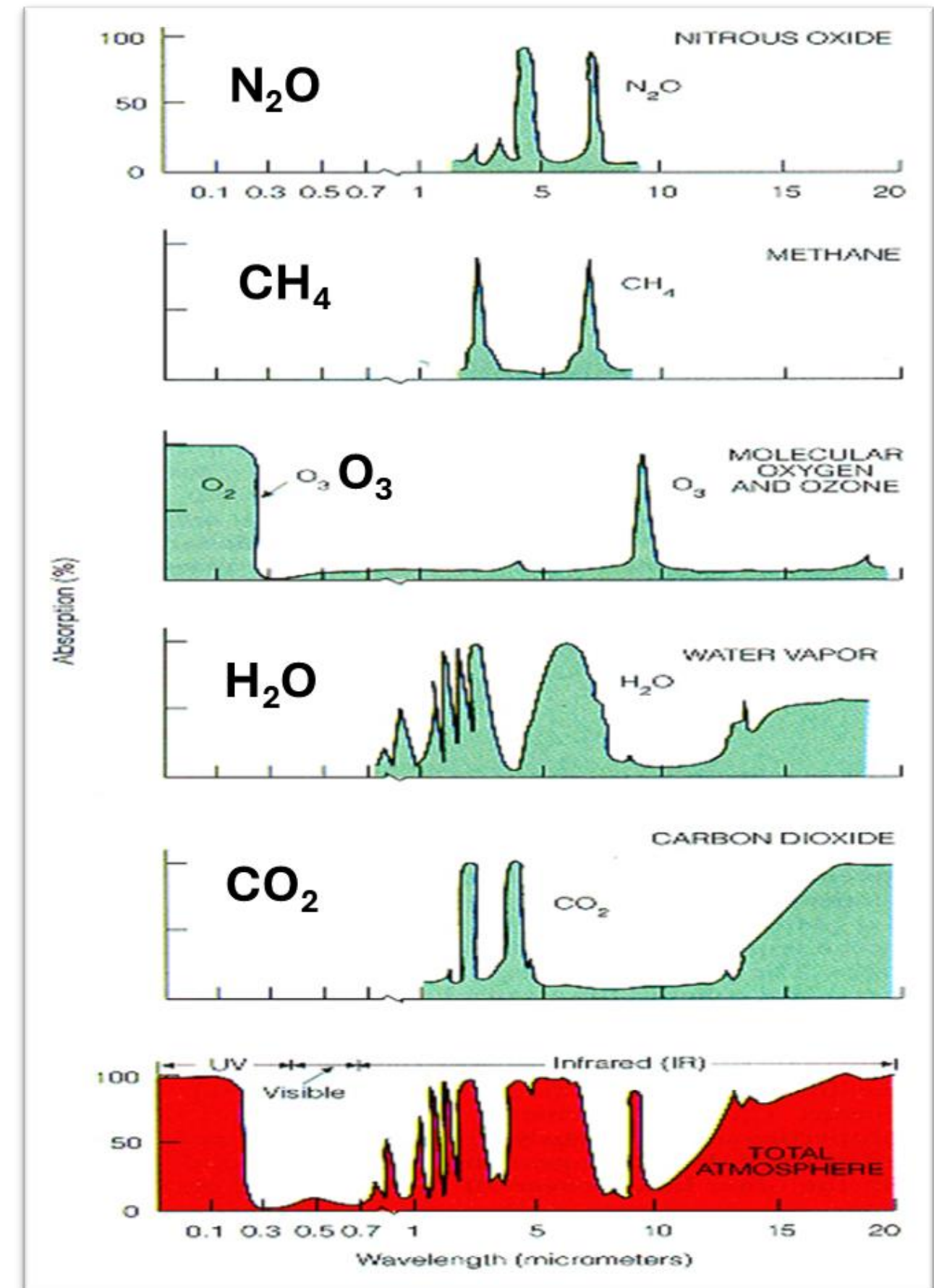


# EFEITO ESTUFA, ABSORÇÃO INFRAVERMELHA DE RADIAÇÃO POR GEE



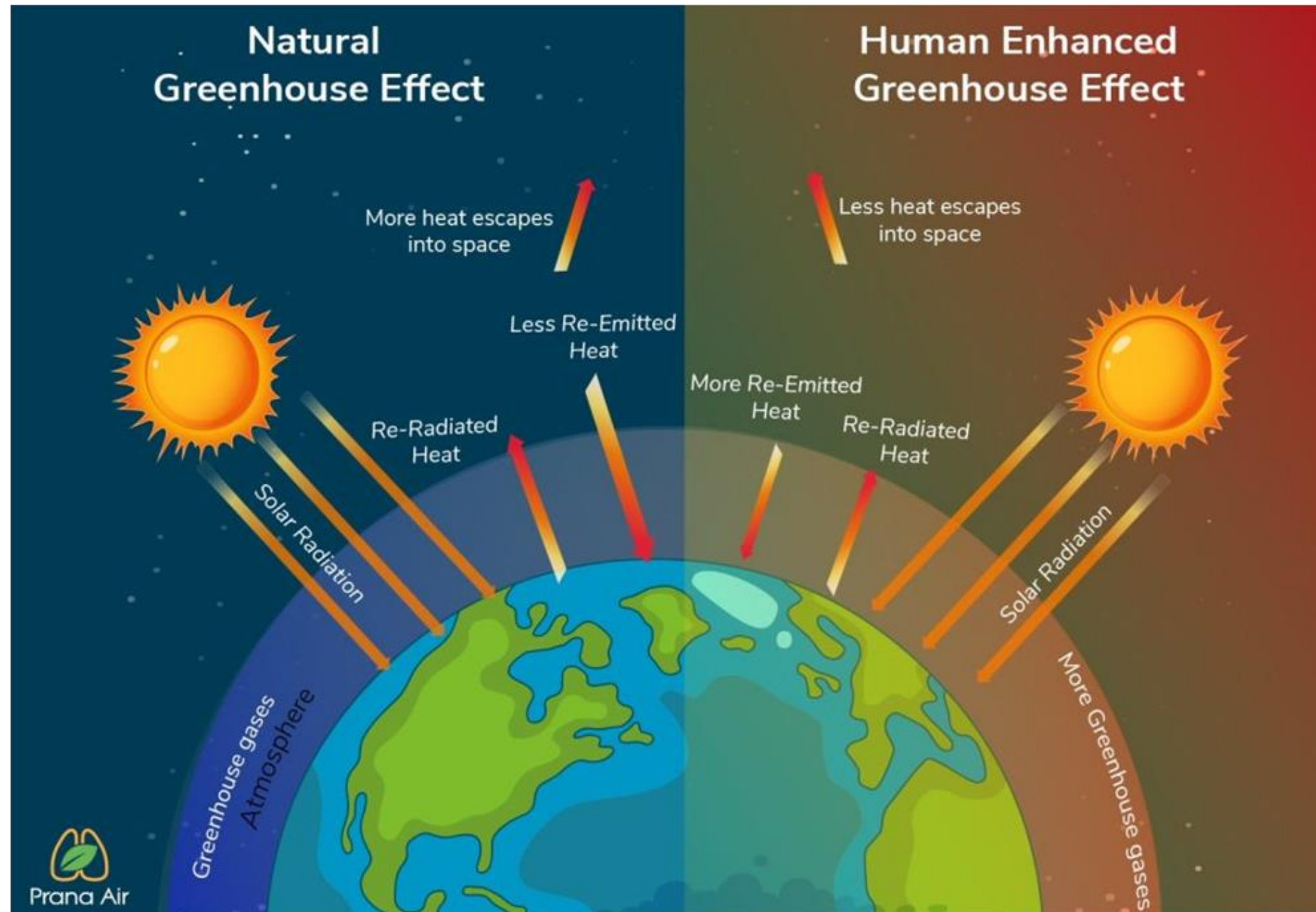
1. State the point group of CO<sub>2</sub>.
2. Rationally label each vibrational mode for CO<sub>2</sub> with its appropriate Mulliken symbol or Label the symmetry of each mode

Absorção de radiação por gases na atmosfera



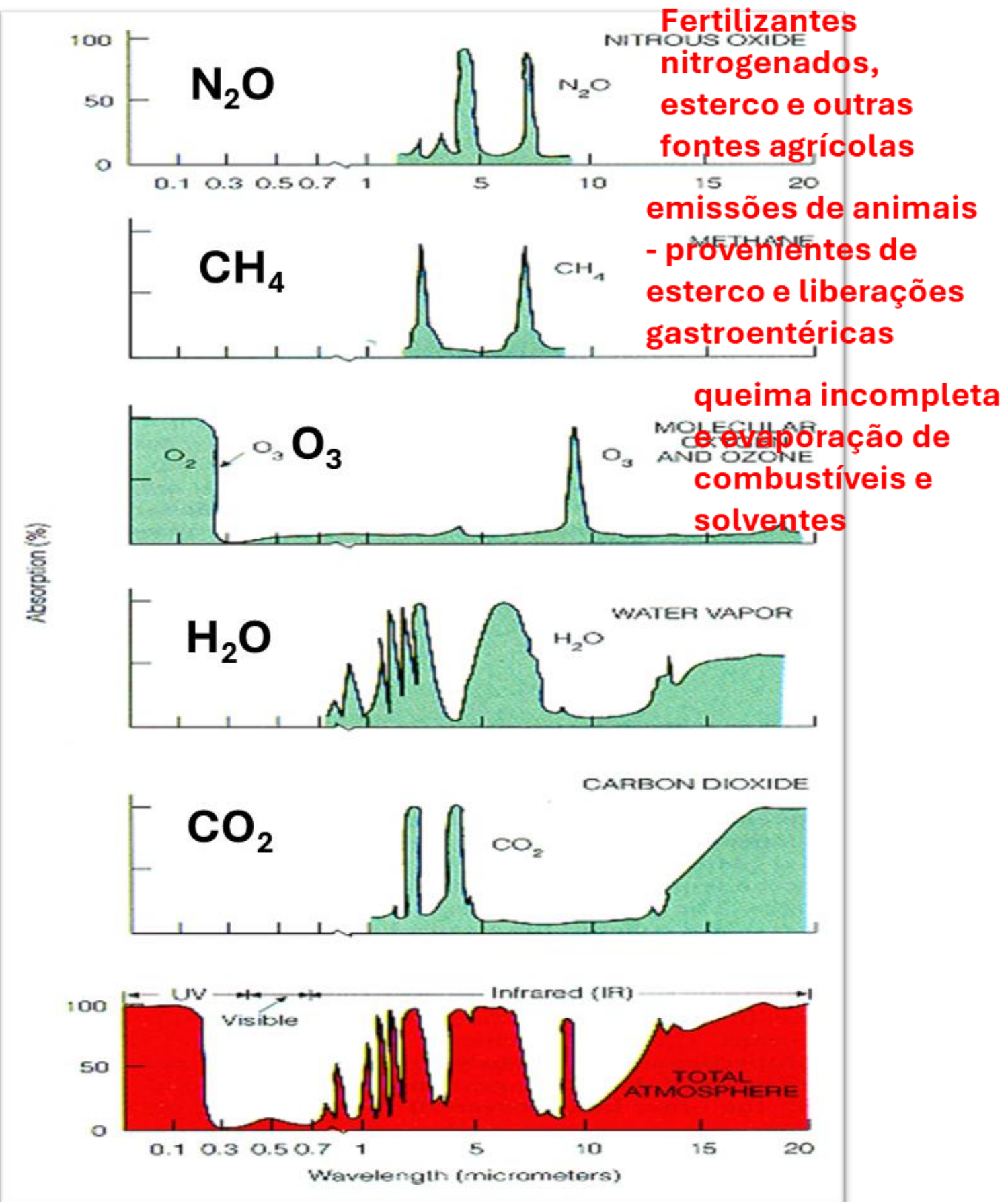


# EFEITO ESTUFA, ABSORÇÃO INFRAVERMELHA DE RADIAÇÃO POR GEE



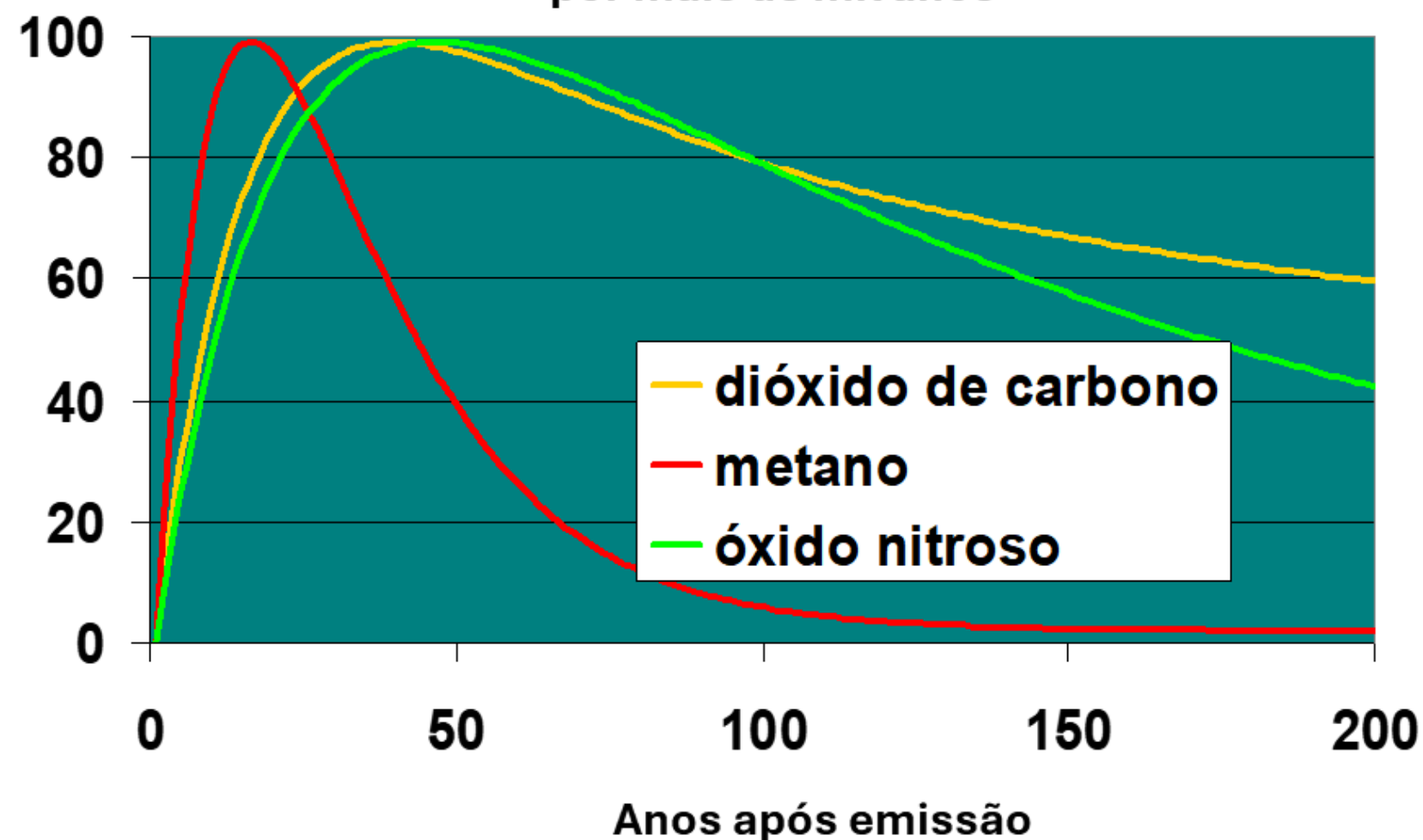
1. State the point group of CO<sub>2</sub>.
2. Rationally label each vibrational mode for CO<sub>2</sub> with its appropriate Mulliken symbol or Label the symmetry of each mode

Absorção de radiação por gases na atmosfera

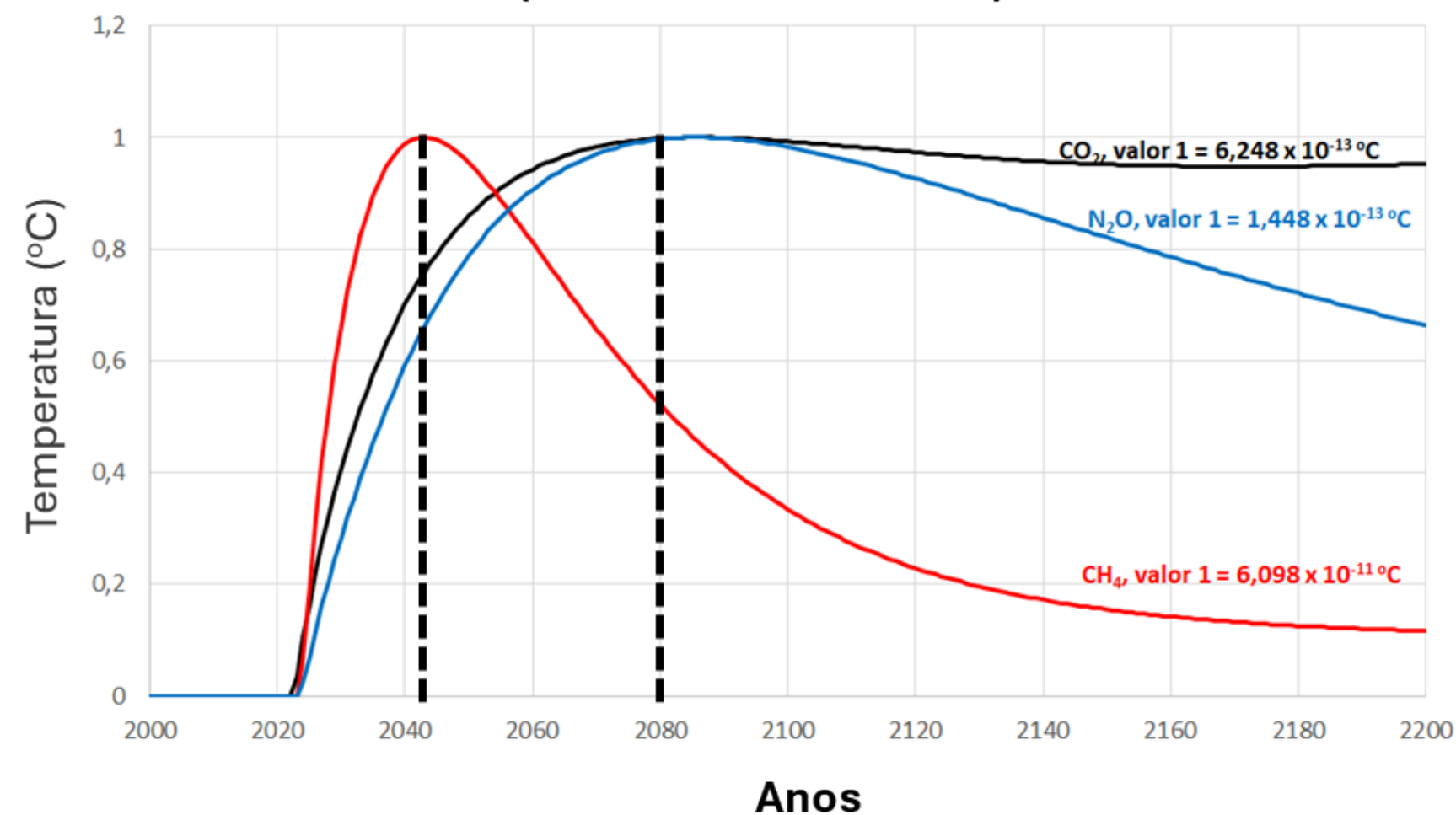


# O EFEITO MÁXIMO SOBRE O CLIMA OCORRE DÉCADAS APÓS A EMISSÃO

15% do gás carbônico permanece da atmosfera por mais de mil anos



Aumento da temperatura após emissão de 1 tonelada do GEE em 2025 (Valores normalizados)



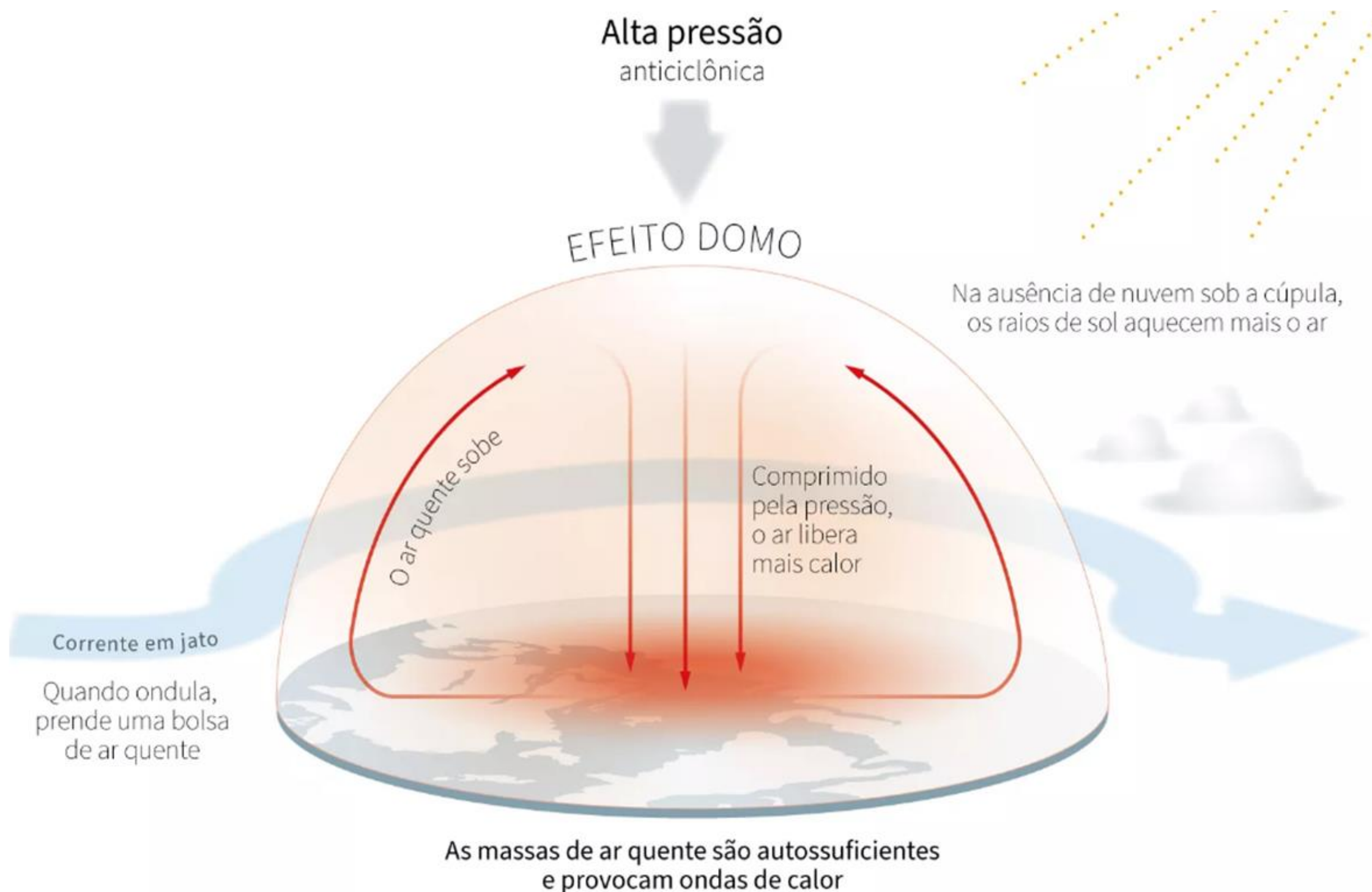


An aerial photograph of a dense urban skyline, likely New York City, captured during the 'golden hour' of sunset. The sky is a vibrant, hazy orange, and the city's skyscrapers are silhouetted against the warm light. The text 'EFEITOS PRÁTICOS' is centered in a bold, white, sans-serif font.

# EFEITOS PRÁTICOS



# O QUE É UMA BOLHA DE CALOR (EFEITO DOMO)?

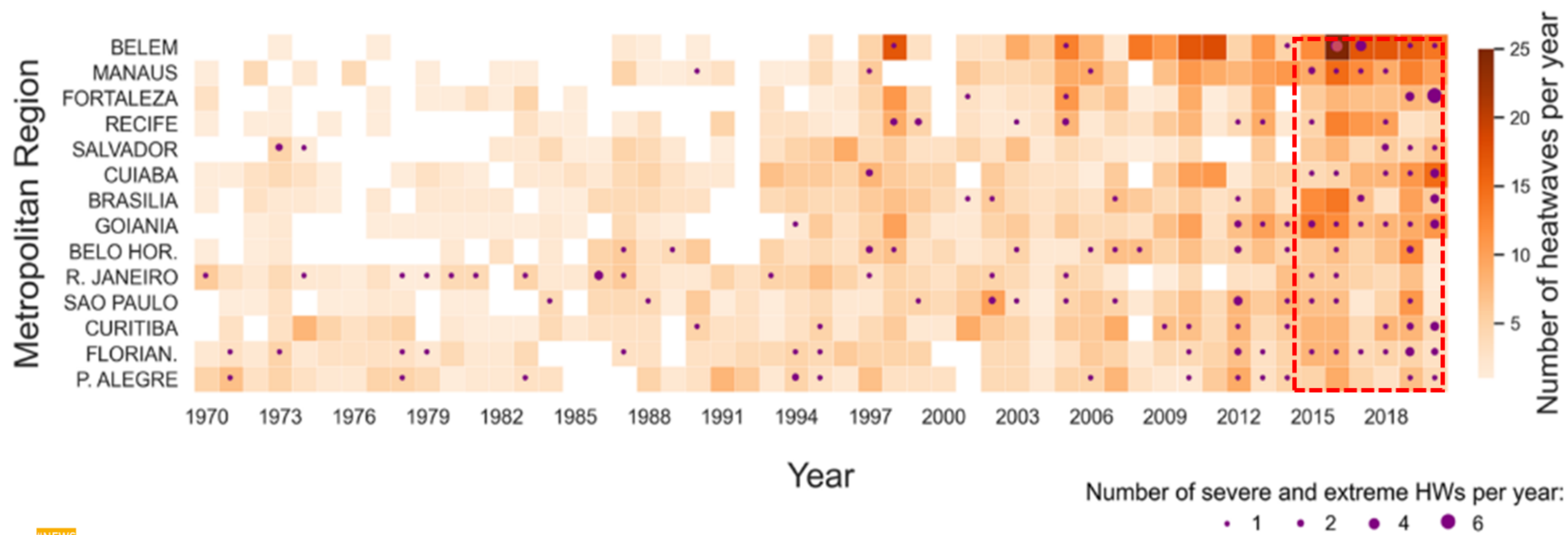


Fontes: NOAA, Meteo France

- A **bolha de calor** é caracterizada por áreas de alta pressão e ar descendente (subsidência). Isso comprime o ar no solo e através da compressão aquece a coluna de ar.
- O **calor extremo** é muito mais mortal do que outros extremos de clima, matando em média mais que o dobro de pessoas por ano do que furacões e tornados combinados.
- Estudos indicam que o **aquecimento global está aumentando a frequência de bolhas de calor intensas**, bombeando-as para mais alto na atmosfera, algo semelhante em adicionar mais ar quente a um balão de ar já aquecido.



# EVOLUÇÃO TEMPORAL DO NÚMERO ANUAL DE EXPOSIÇÃO DA POPULAÇÃO ÀS ONDAS DE CALOR DURANTE O PERÍODO 1970-2020 NO BRASIL



#NEWS

## 48 mil morreram por ondas de calor no Brasil entre 2000 e 2018

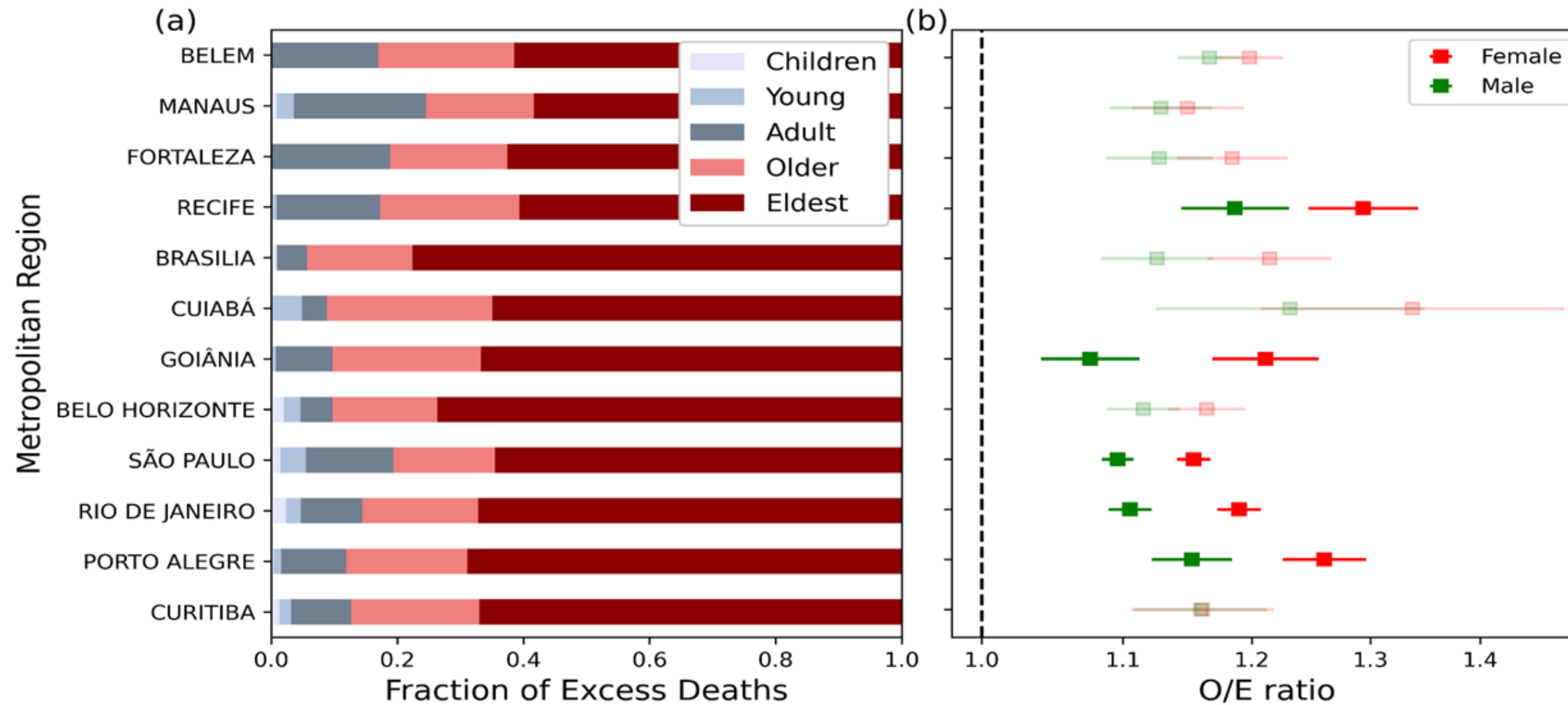
Eventos de temperatura extrema aumentaram quase quatro vezes desde anos 1970, mostra estudo; idosos, mulheres, negros e menos escolarizados são os mais afetados

**Esse número pode estar subestimado**



# ONDAS DE CALOR NO BRASIL

## DISPARIDADES DE IDADE, GÊNERO, RAÇA E SOCIOECONÔMICAS NA VULNERABILIDADE ÀS ONDAS DE CALOR (2001 a 2018)



**As mulheres aparecem como o grupo mais afetado**, com valores de O/E consistentemente maiores (1,15–1,36) do que aqueles observados para os homens (1,07–1,23).

O/E é a razão observada-esperada para o total de mortes durante os eventos identificados.

**Total de mortes excedentes: 48.075**

Idades consideradas: criança (<10 anos), jovem (10–44), adulto (45–64), idosos (65–74), mais idosos (>74 anos).

## Mais mortes de mulheres e pessoas idosas com mais de 65 anos

A fração de **excesso de mortes** entre os grupos etários foi **dominada pelos idosos**.

A grande fração do excesso de mortes relacionadas com o calor entre **pessoas idosas com mais de 65 anos (75-94% do excesso de mortes)** contrasta com a distribuição da mortalidade total por causas naturais.

## Diferenças regionais:

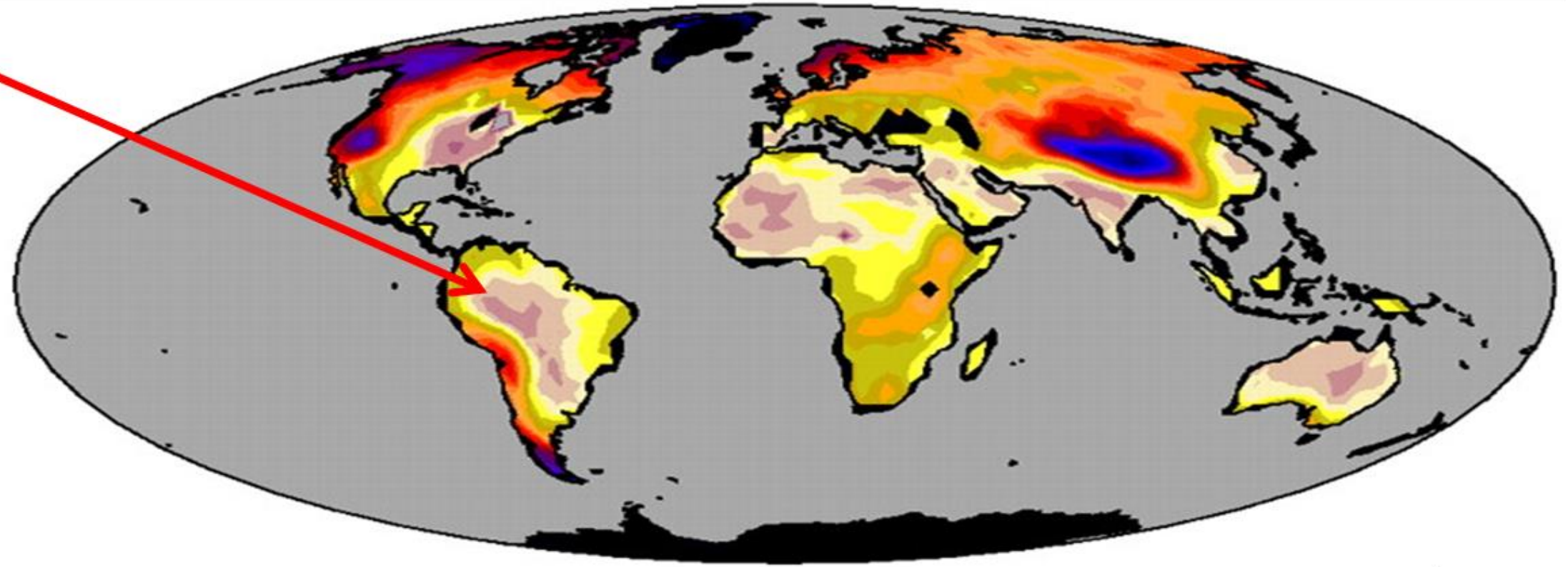
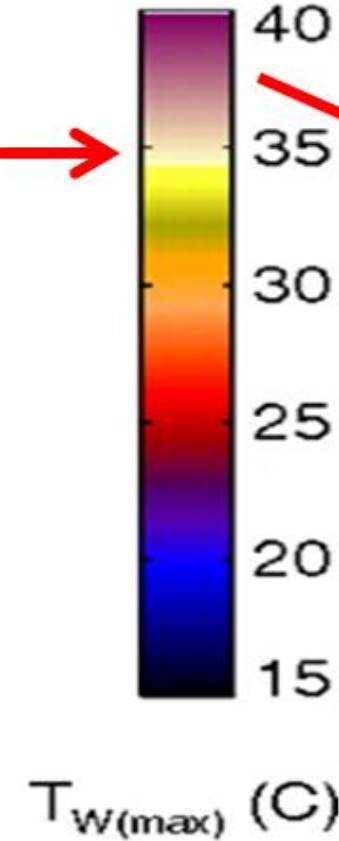
Nas RMs **Sul, Sudeste e Centro-Oeste**, o percentual atribuído aos subgrupos menores de 65 anos representou apenas **6–19%** do **excesso de mortes**

Nas RMs **Norte e Nordeste** atingiu valores maiores (**17–25%**).



# LIMITE FISIOLÓGICO DO CORPO HUMANO AO ESTRESSE DE CALOR

O limite superior da tolerância fisiológica humana ao estresse térmico é atingida quando a temperatura de bulbo úmido\* é de cerca de 35°C



## TEMPERATURA E BULBO ÚMIDO

Temperatura do ar à umidade relativa de 100%

Limite Fisiológico Humano à Temperatura de bulbo úmido de 35°C

Temperatura (°C)	Umidade Relativa (%)
35	100.0
37	87.4
39	76.4
41	66.9
43	58.6
45	51.3
47	45.1
49	39.6
51	34.8
53	30.6

*Temperatura anual máxima em um clima onde a temperatura de bulbo úmido  **aumentou 10°C** comparada ao clima do presente*

\*Temperatura de bulbo úmido: temperatura do ar com 100% de umidade relativa (ar saturado de vapor d'água). É a temperatura mais baixa que pode ser alcançada pela evaporação da água no ar.

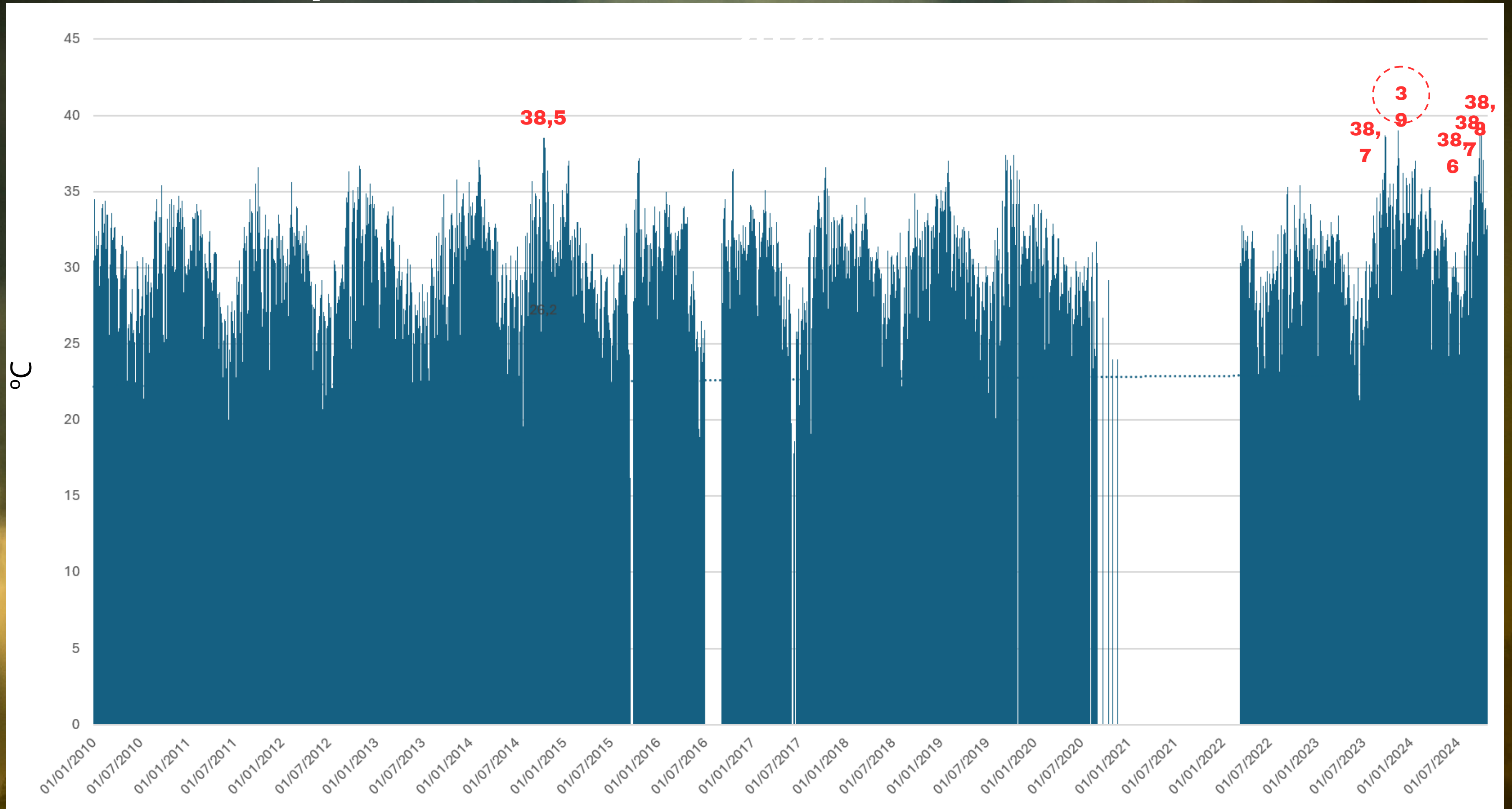




E  
Piracicaba?



# Temperatura Máxima em Piracicaba entre 2010 e





# Piracicaba, 2024



Água invadiu casas no Bosque Água Branca, em Piracicaba — Foto: Cristiane Sanches



Vista aérea do bairro Moreto inundado pela cheia do Rio Capivari, em Capivari — Foto: Tonny Machado



Enchente na Rua Santa Cruz com Avenida Independência, no Centro de Piracicaba — Foto: Alexandre Cruz





Carro ficou ilhado com passageiro dentro, na Avenida Independência — Foto: Rodrigo Pereira/ Gr Piracicaba

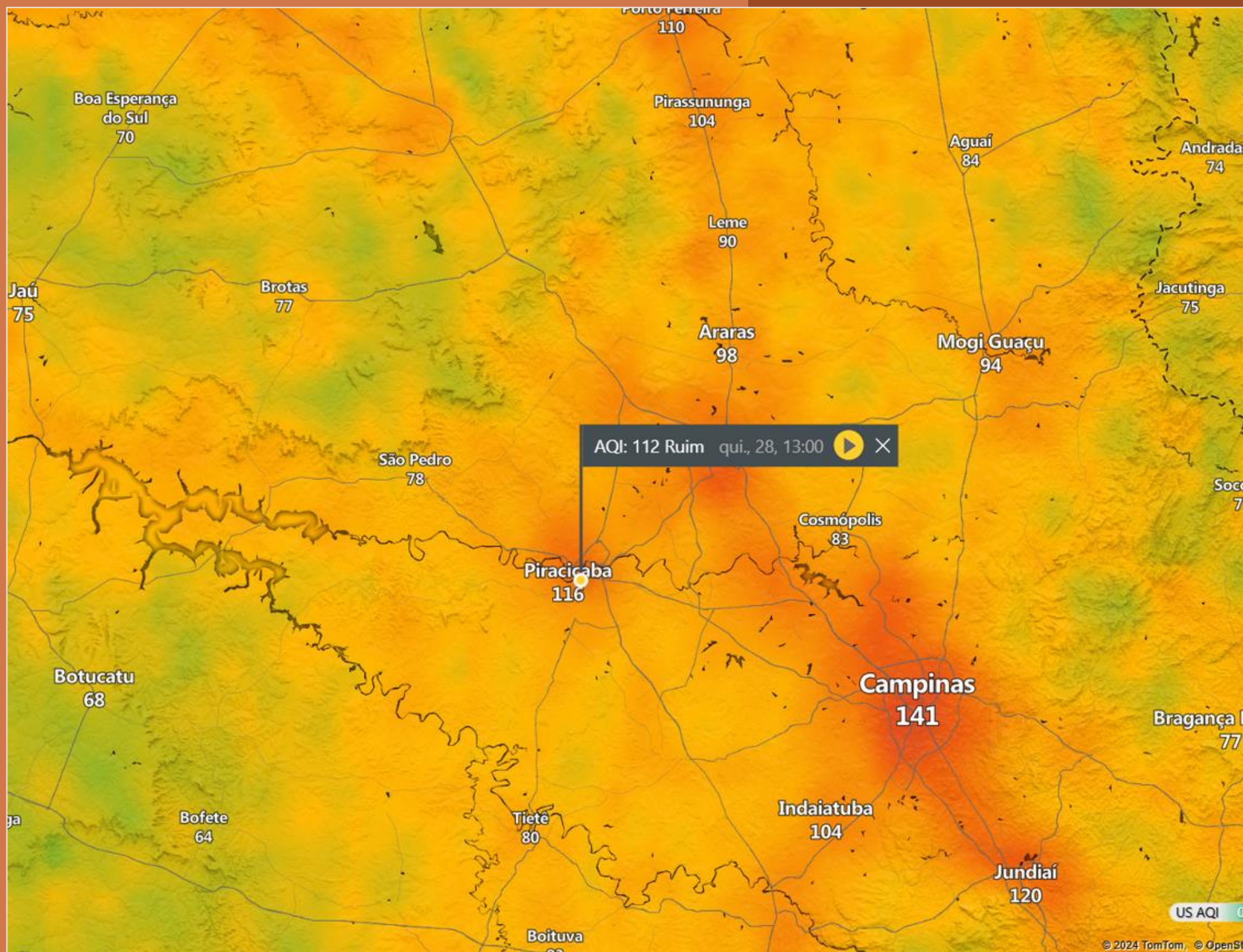


Alagamento na Avenida Independência, em Piracicaba — Foto: Alexandre Cruz

EM PIRACICABA,  
2.402 PESSOAS  
VIVEM EM ÁREAS  
DE RISCO DE  
DESLIZAMENTO  
ENXURRADA  
INUNDAÇÃO



# PIRACICABA, 26/09/2024



## TEMPERATURA



22°C

Tendência: ↑



40°C

Tendência: ↑

## UMIDADE



60%



15%





MITIGAÇÃO

---

ADAPTAÇÃO E PREPARAÇÃO PARA  
DESASTRES

---

TRANSFORMAÇÃO ECOLÓGICA

---

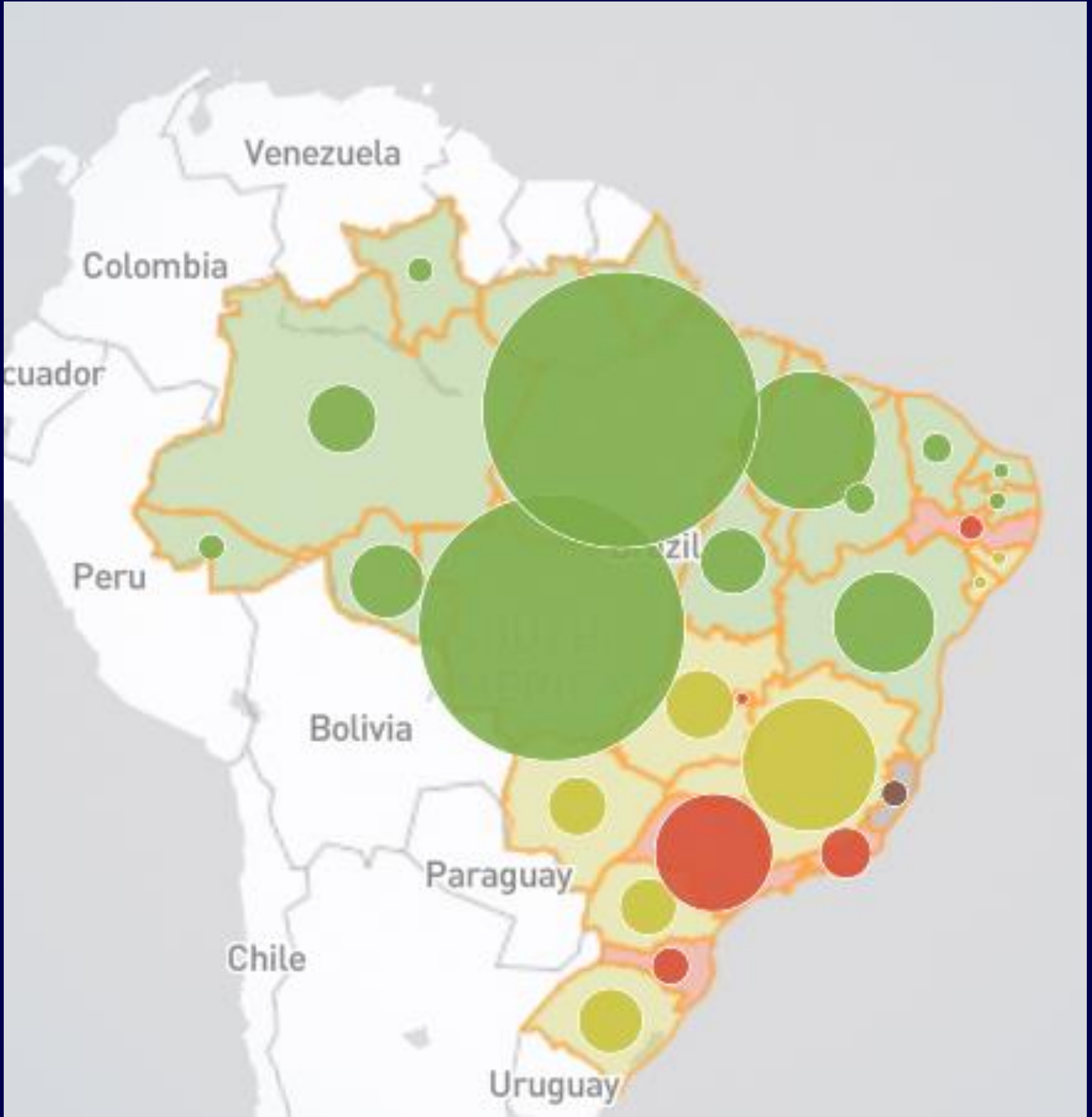
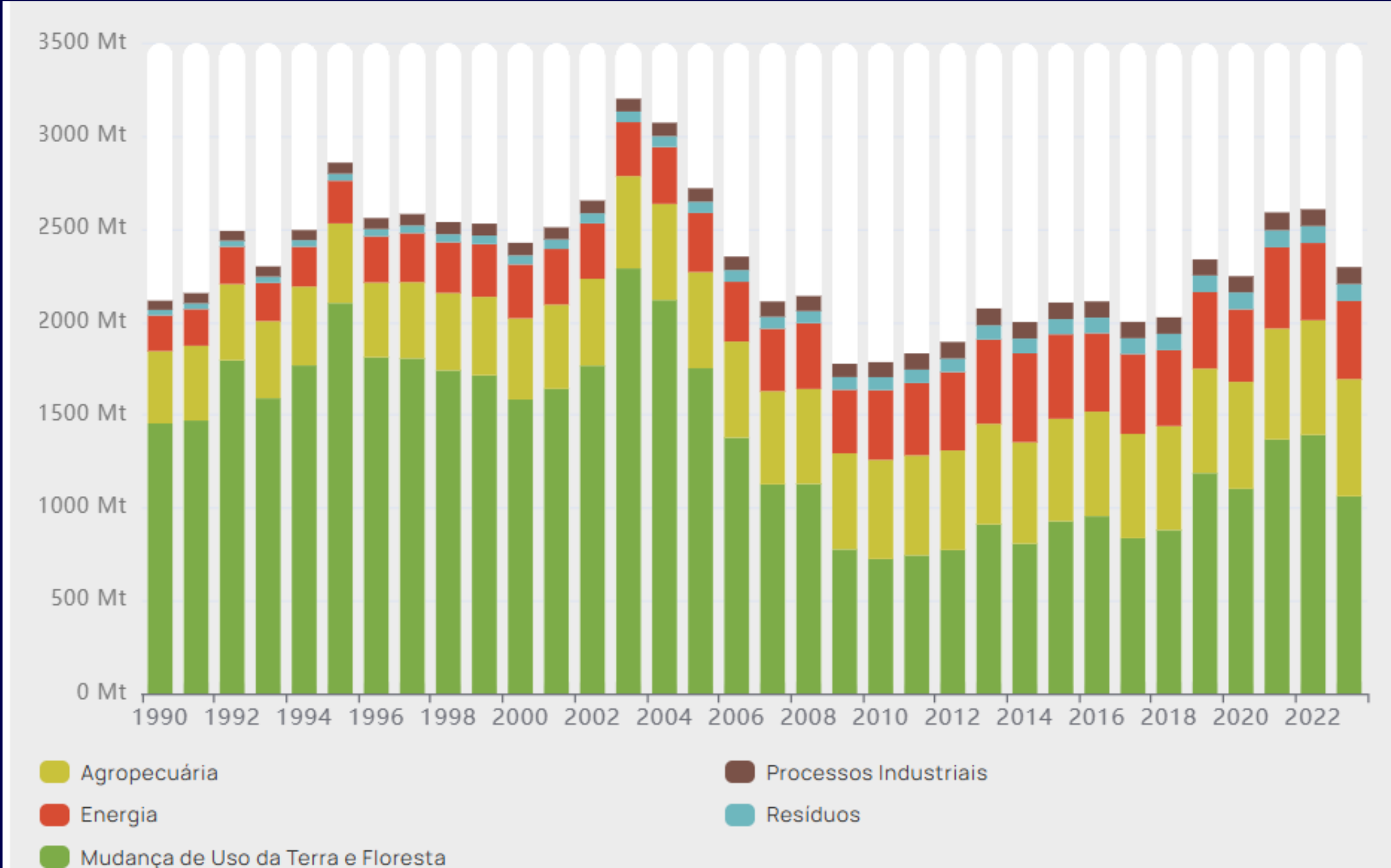
JUSTIÇA CLIMÁTICA

---

GOVERNANÇA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

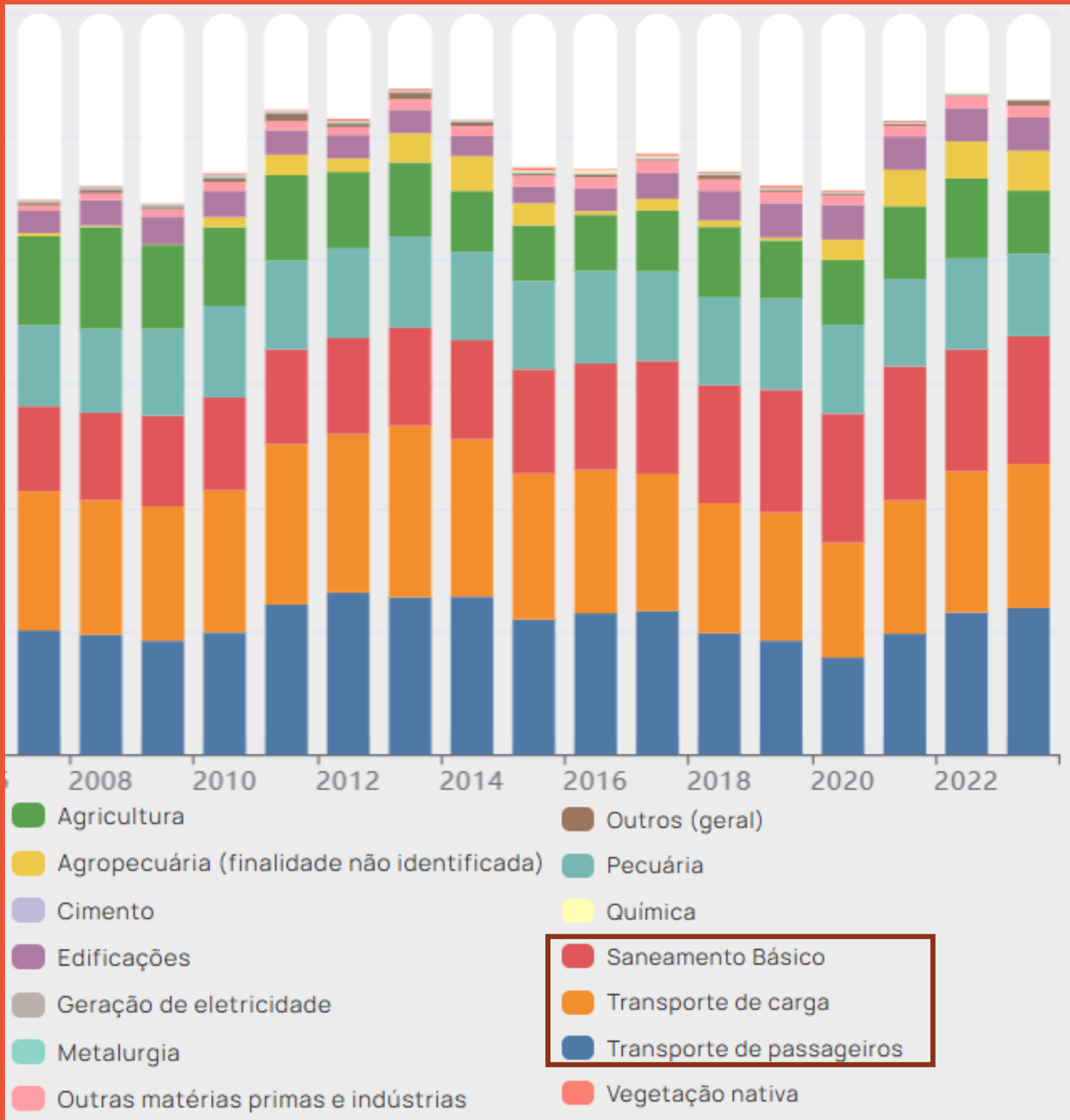
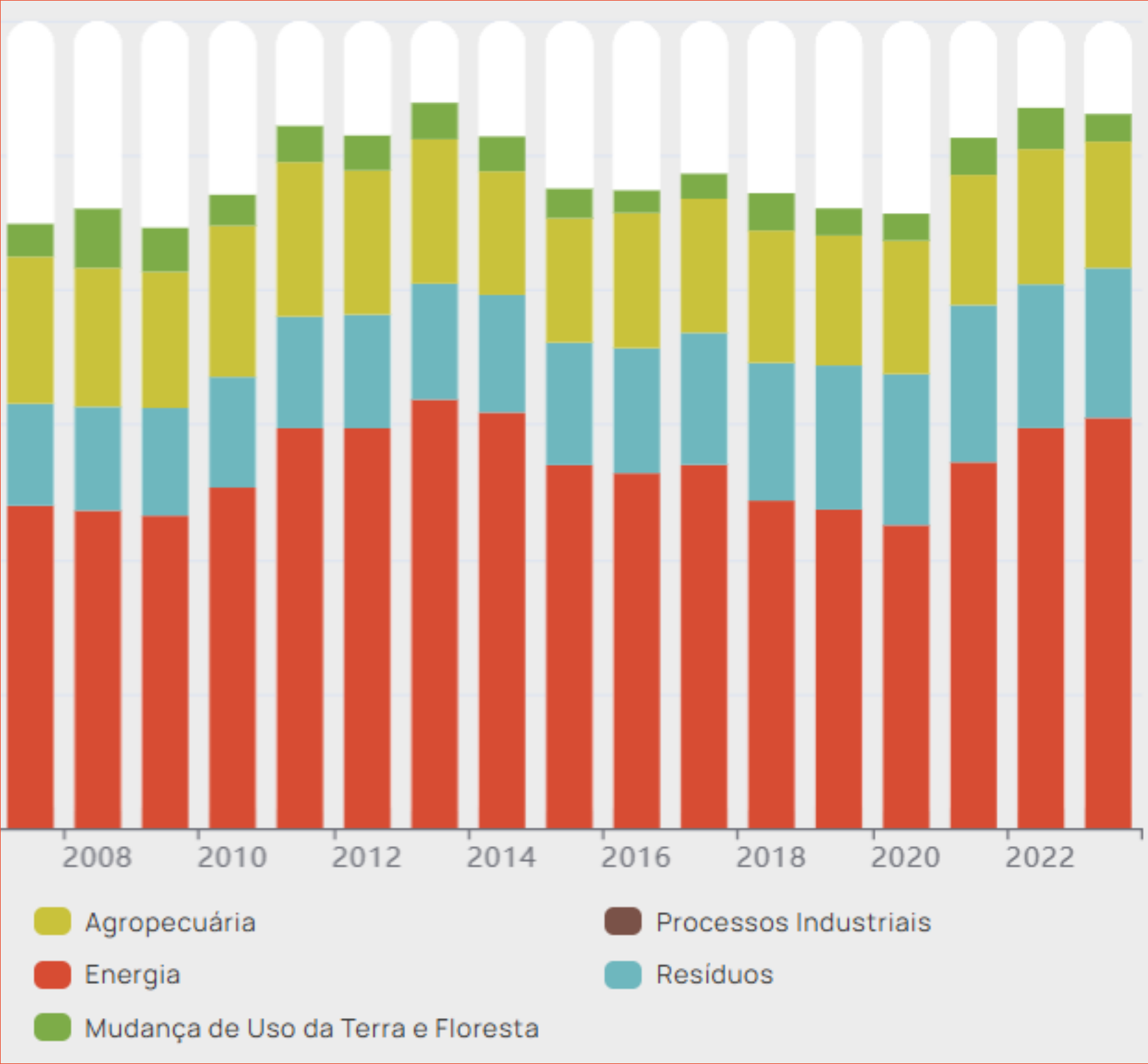


# MITIGAÇÃO - PRINCIPAIS EMISSÕES BRASILEIRAS





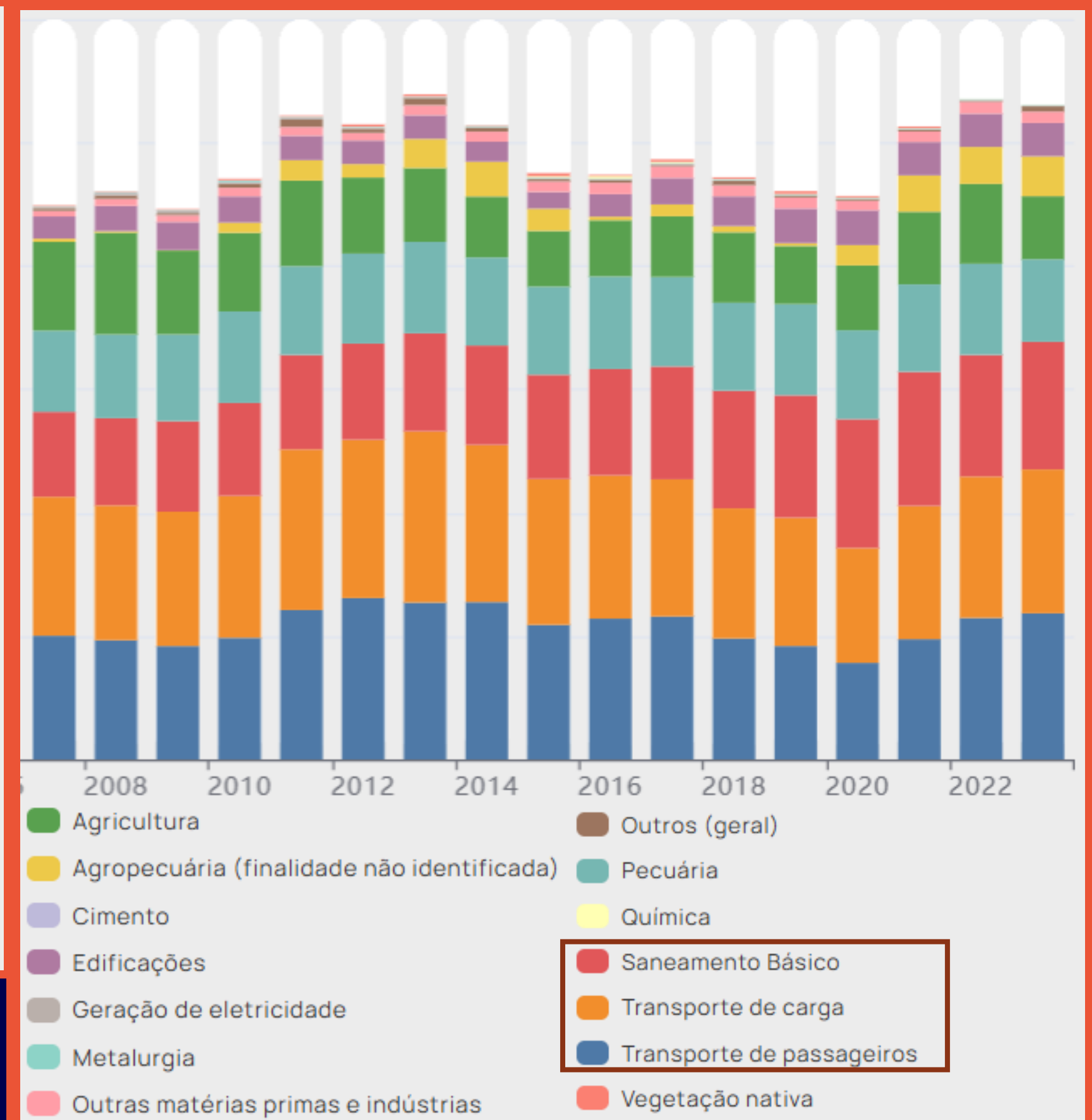
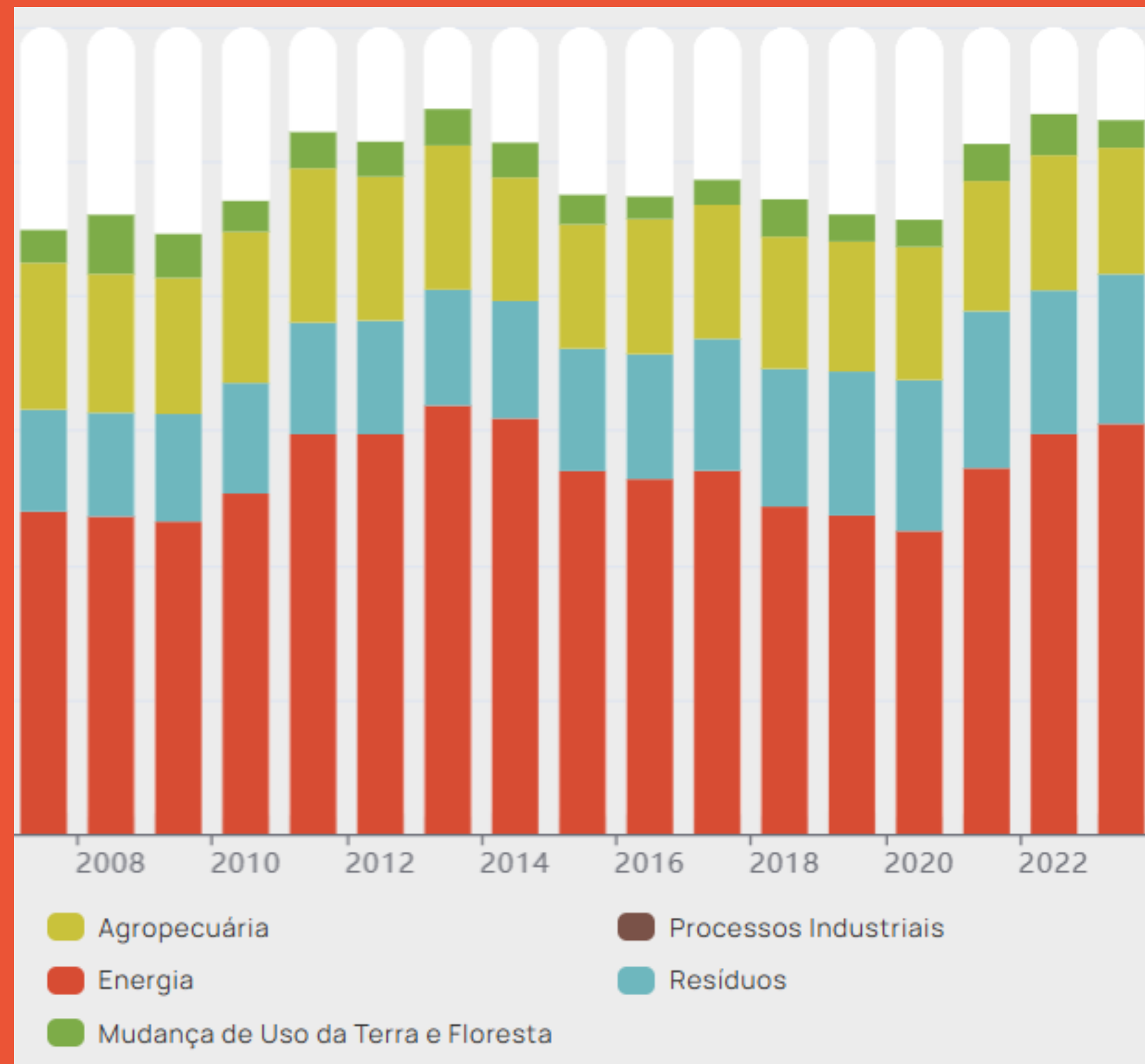
# PRINCIPAIS EMISSÕES BRASILEIRAS EM PIRACICABA



Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG)



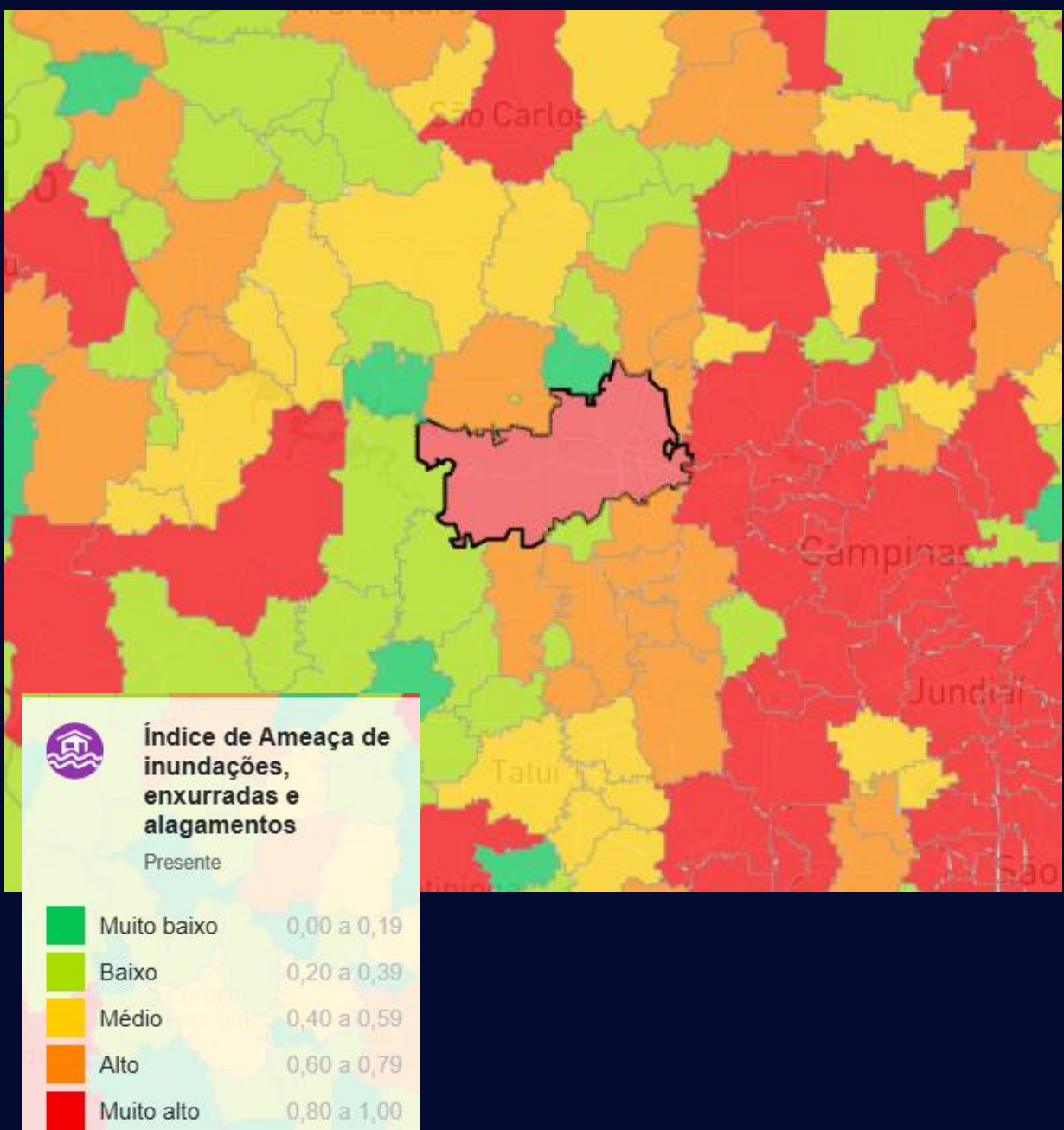
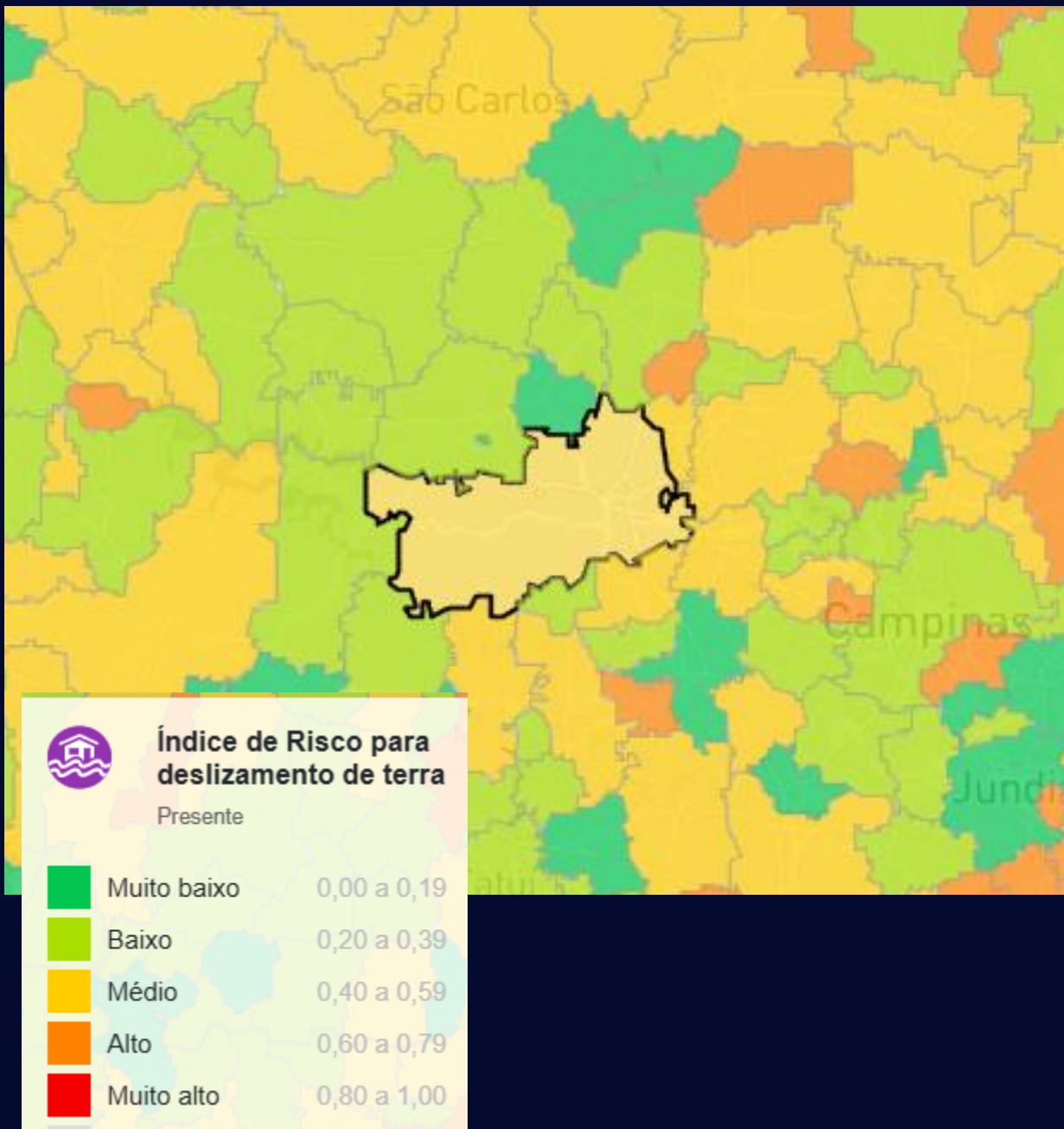
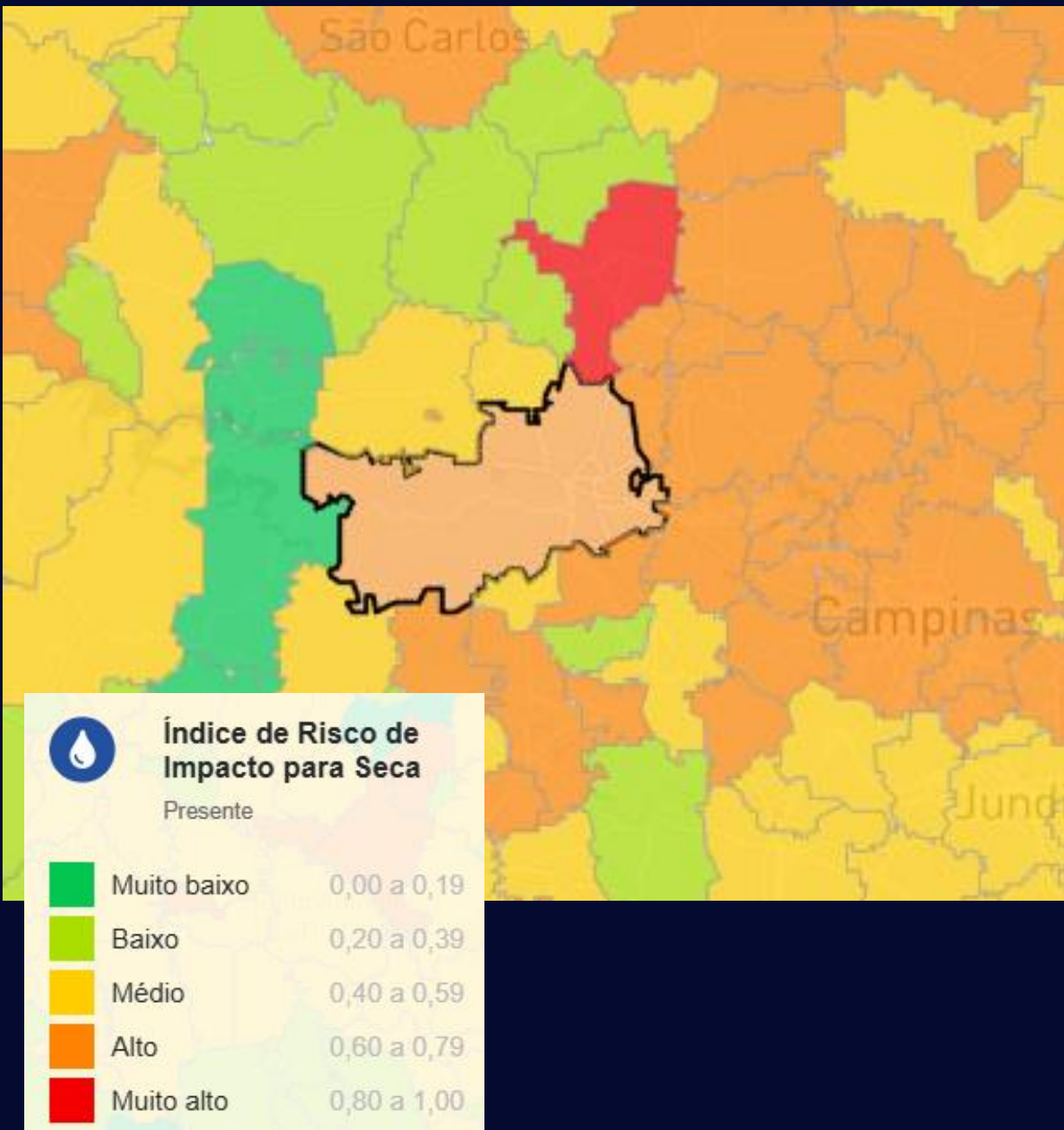
# PRINCIPAIS EMISSÕES BRASILEIRAS EM PIRACICABA



Incentivar sistemas agroflorestais e agricultura regenerativa.  
Expandir a compostagem e manejo sustentável de resíduos orgânicos.  
Promover o uso de energia renovável em projetos locais.



# ADAPTAÇÃO E PREPARAÇÃO PARA DESASTRES



Adaptação envolve estratégias e ações para lidar com os impactos das mudanças climáticas já em curso, reduzindo vulnerabilidades e aumentando a resiliência de pessoas, comunidades e ecossistemas. Preparação para desastres complementa essa abordagem ao implementar medidas que minimizem perdas humanas, econômicas e ambientais diante de eventos extremos.



# ADAPTAÇÃO E PREPARAÇÃO PARA DESASTRES



Alagamento na Avenida Independência, em Piracicaba — Foto: Alexandre Cruz

- Mapeamento de áreas de risco a inundações e erosões.
- Criação de corredores verdes conectando parques urbanos.
- Fortalecer sistemas de coleta e drenagem para evitar enchentes.
- Jardins de chuva
- Uso inteligente dos rios canalizados



# JUSTIÇA CLIMÁTICA



Reconhece que os impactos das mudanças climáticas não são distribuídos de maneira igualitária. Comunidades mais vulneráveis – como populações indígenas, quilombolas e moradores de periferias urbanas – sofrem desproporcionalmente, enquanto países e grupos com maior responsabilidade histórica têm mais recursos para se proteger.



- Apoiar projetos comunitários em bairros periféricos (ex.: hortas urbanas).
- Promover educação ambiental em comunidades vulneráveis.
- Incentivar políticas de habitação segura em áreas de risco.



# TRANSFORMAÇÃO ECOLÓGICA

Mudança estrutural nos modelos de desenvolvimento econômico e social para alinhar a sociedade a um futuro de baixo carbono. Trata-se de adotar práticas sustentáveis em setores produtivos, promover a economia circular e investir em inovação tecnológica verde.

- Energia limpa: Investir em fontes renováveis, como solar, eólica e hidrogênio verde.
- Bioeconomia: Estimular cadeias produtivas que valorizem produtos florestais não madeireiros e serviços ecossistêmicos.
- Transição justa: Apoiar trabalhadores e comunidades dependentes de atividades com altas emissões de GEE na migração para novos modelos econômicos.





# GOVERNANÇA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

Coordenação entre diferentes níveis de governo, setores da sociedade e comunidades para implementar políticas eficazes de enfrentamento da emergência climática. É crucial que as pessoas mais vulneráveis e expostas participem desse processo.

A educação ambiental é um instrumento essencial para **mobilizar** a sociedade e aumentar a **conscientização** sobre a crise climática.





# GOVERNANÇA E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

- Criar fóruns locais para participação comunitária em políticas ambientais.
- Desenvolver programas de educação ambiental em escolas municipais.
- Estabelecer parcerias público-privadas para financiar projetos climáticos.
- Envolver a comunidade de Piracicaba na discussão de propostas.
- Identificar projetos prioritários para implementação local.







**"o modo de influenciar as coisas  
é participar, não sair."**

Darren Woods, presidente e CEO da ExxonMobil para o  
presidente Donald Trump





Obrigad