



UECE

# Panorama da crise climática e ecológica e suas implicações

Prof. Dr. Alexandre Araújo Costa

Universidade Estadual do Ceará (UECE)

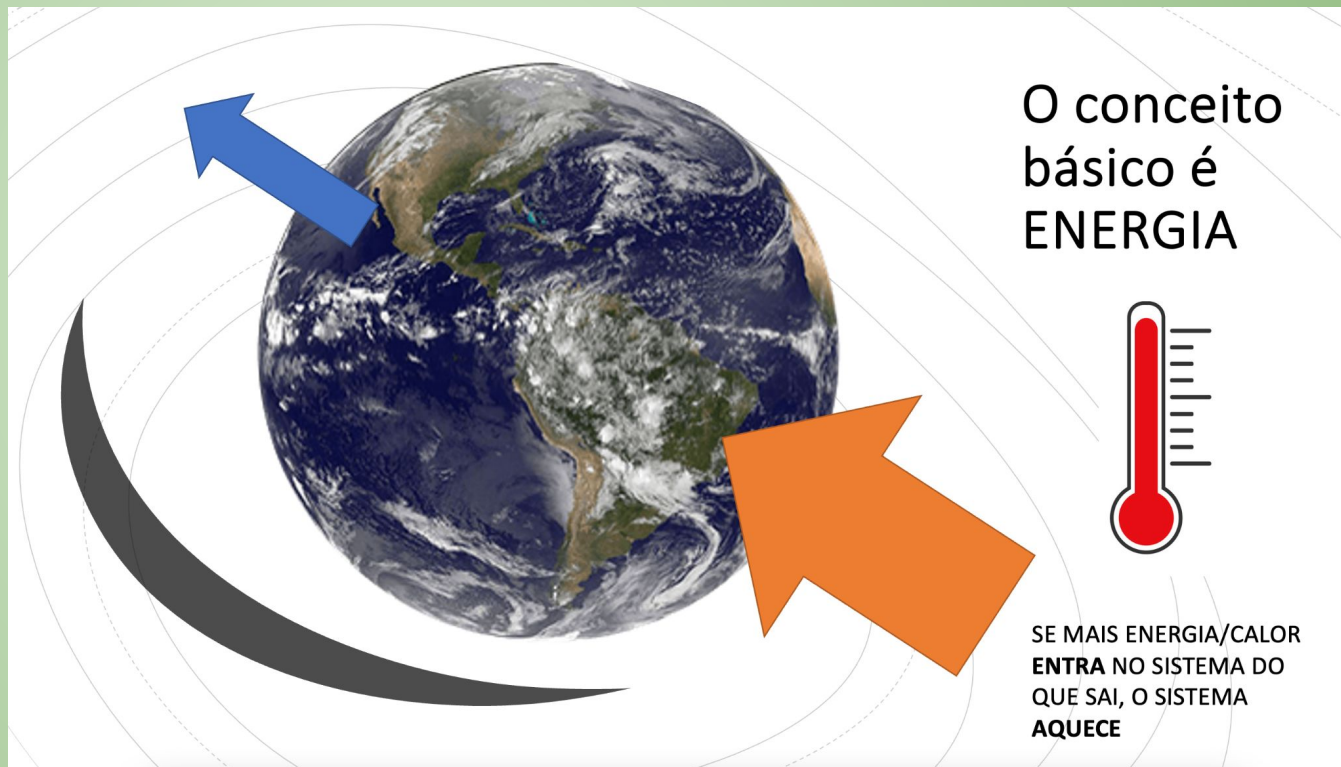


UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

Três fatores podem influenciar esse balanço de energia:

- O total de radiação solar incidente (Constante Solar)
- A fração/porcentagem dessa radiação que é refletida para o espaço (Albedo)
- A intensidade do Efeito Estufa

# Bases Científicas

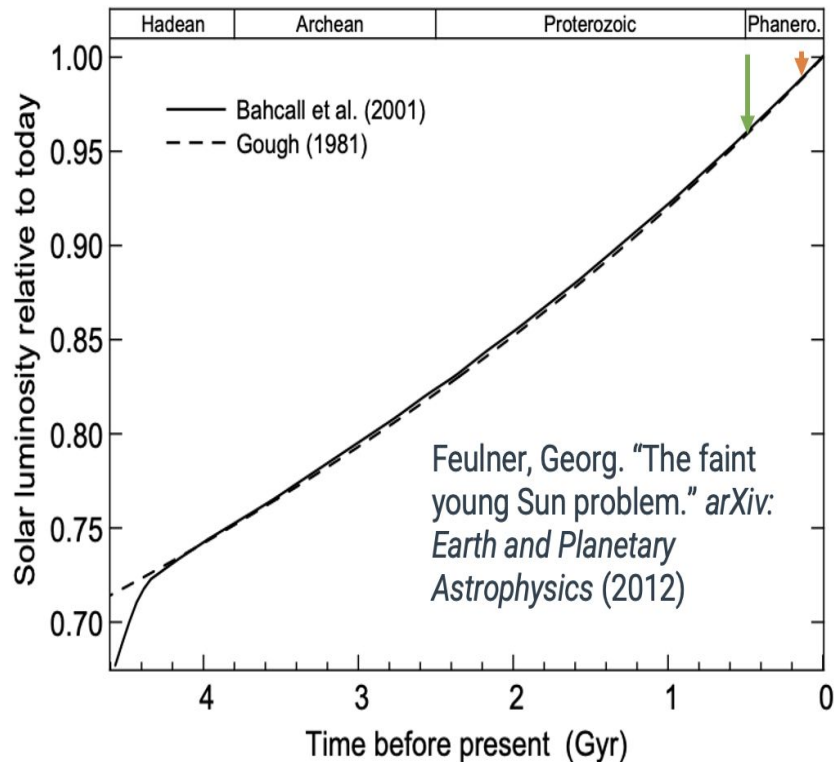




UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

# Bases Científicas

O fluxo de radiação solar incidente flutua ligeiramente ao longo dos anos (incluindo um ciclo bem conhecido de ~11 anos), mas do ponto de vista do longo prazo, varia muito lentamente!



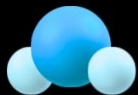
Menos de 0.5% em toda a Era Cenozóica (66 milhões de anos)





UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

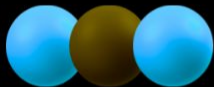
# Bases Científicas



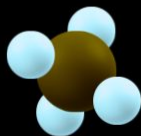
**Vapor d'água ( $\text{H}_2\text{O}$ )**



**Ozônio ( $\text{O}_3$ )**



**Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ )**



**Metano ( $\text{CH}_4$ )**



**Óxido Nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ )**

Possuem curto tempo de vida na atmosfera

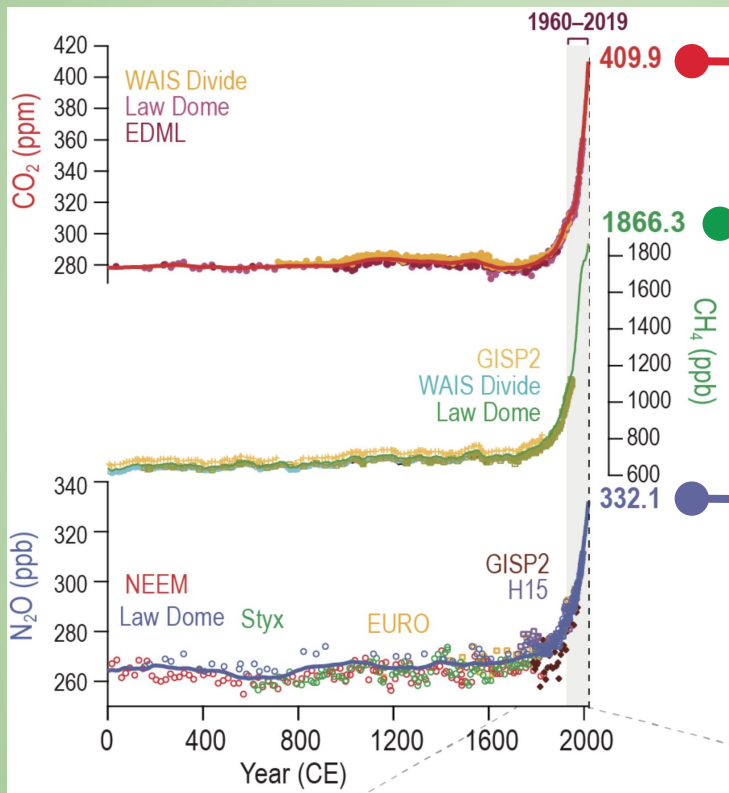
Possuem médio a longo/muito longo tempo de vida na atmosfera

Caso suas emissões cresçam, os gases de efeito estufa de vida mais longa tendem a se acumular na atmosfera



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

# Bases Científicas



Valor atualizado (média global de 2024):

**422,1 ppm**

51% acima dos valores  
pré-industriais

Valor atualizado (média global de 2024):

**1897 ppb**

179% acima dos  
valores pré-industriais

Valor atualizado (média global de 2024):

**337,9 ppm**

25% acima dos valores  
pré-industriais

Como as  
concentrações de  
gases de efeito  
estufa evoluíram  
nos últimos  
~2000 anos?

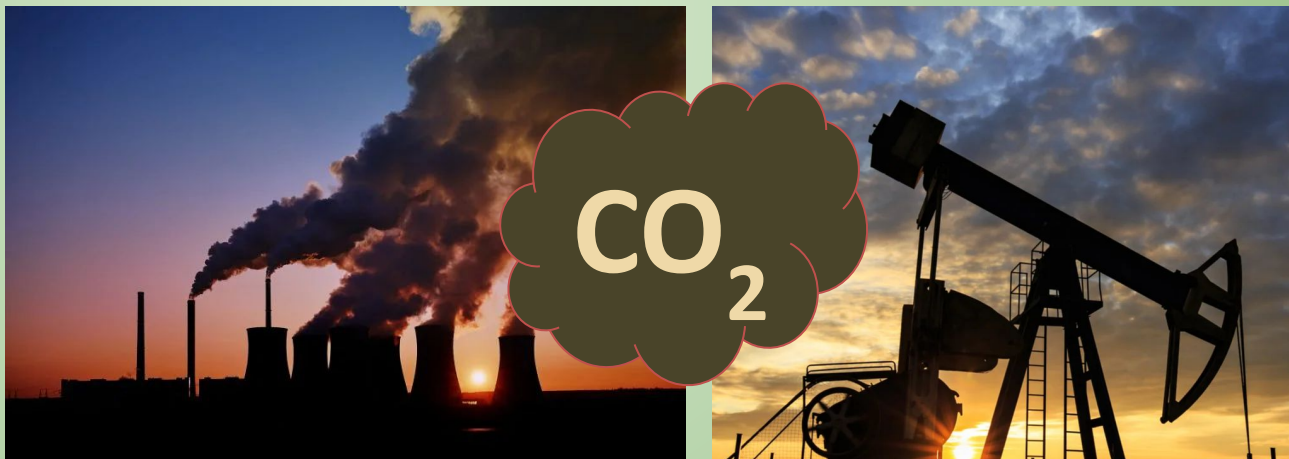


UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

# Bases Científicas

## Queima de Combustíveis Fósseis (carvão, petróleo, gás fóssil)

De onde vêm as emissões que explicam o aumento da concentração desses gases na atmosfera?



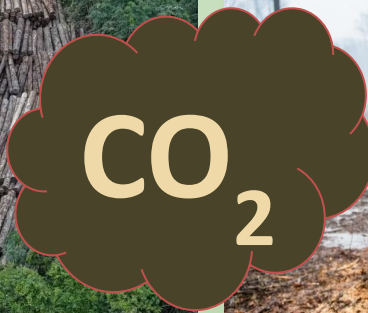


UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

# Bases Científicas

## Mudança no Uso da Terra (Desmatamento)

De onde vêm as emissões que explicam o aumento da concentração desses gases na atmosfera?





UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

# Bases Científicas

## Agropecuária (fermentação entérica, resíduos, fertilizantes)

De onde vêm as emissões que explicam o aumento da concentração desses gases na atmosfera?





UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

# Bases Científicas

## Operações de petróleo e gás (emissões fugitivas), Resíduos

De onde vêm as  
emissões que  
explicam o aumento  
da concentração  
desses gases na  
atmosfera?





UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

# Bases Científicas

## Processos industriais (produção de cimento, gases de refrigeração etc.)

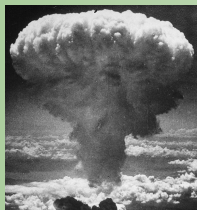
De onde vêm as emissões que explicam o aumento da concentração desses gases na atmosfera?





UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

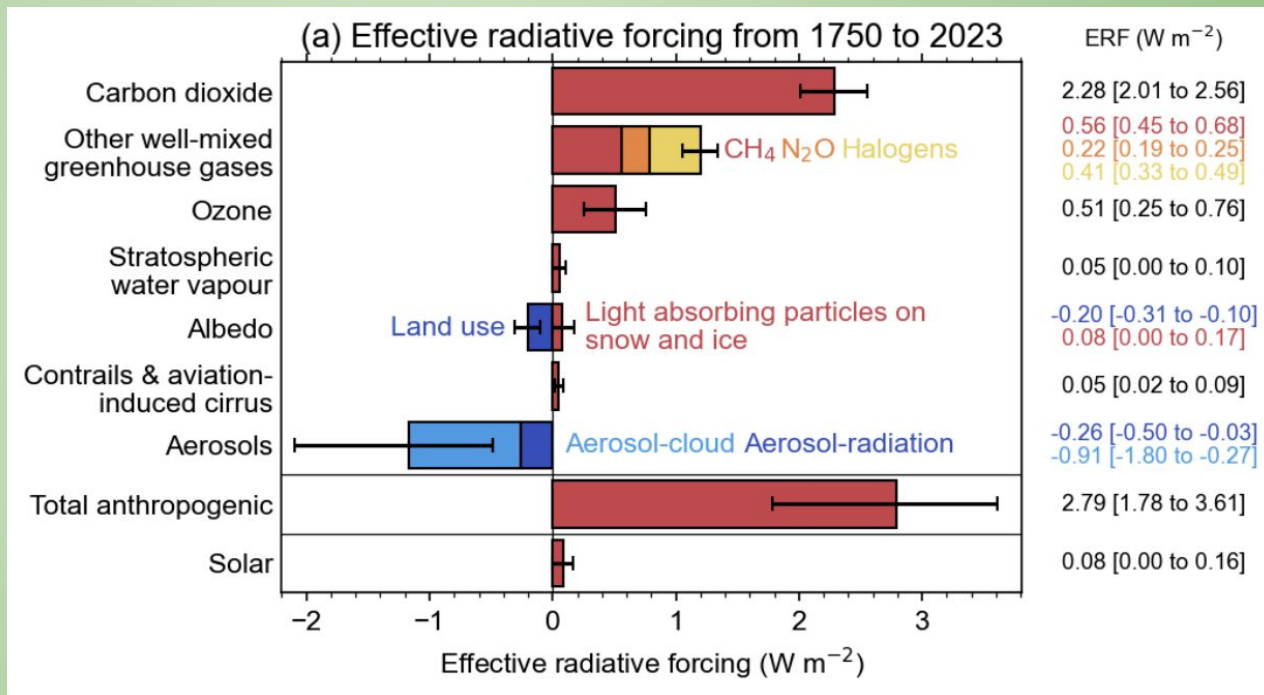
23x



a cada segundo!

Qual a contribuição desses gases e outros fatores para o desequilíbrio energético do planeta? (Forçamento Radiativo)

# Bases Científicas





UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

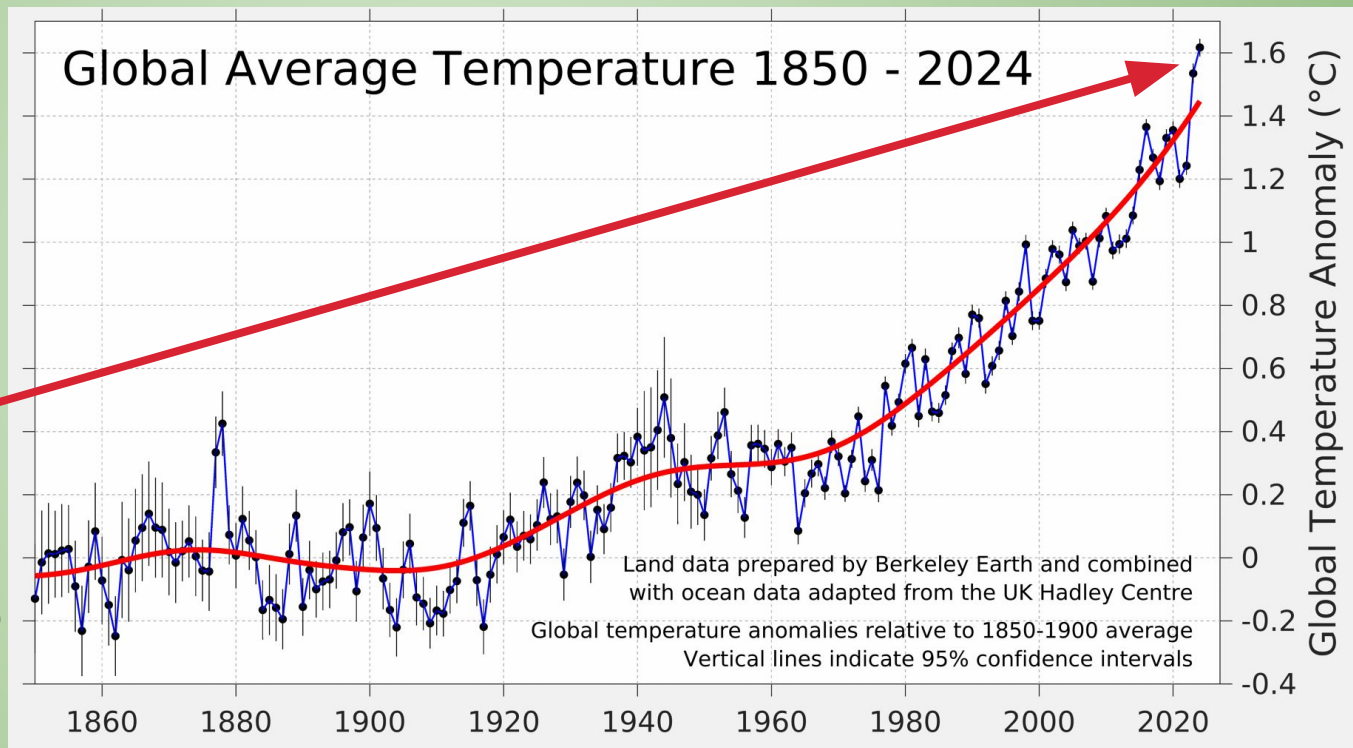
## Bases Científicas

A anomalia na temperatura  
média global chegou a

**1,62°C**

acima dos patamares  
pré-industriais

A consequência imediata  
desse desequilíbrio  
energético é o Aquecimento  
Global, que tem batido  
recordes sucessivos



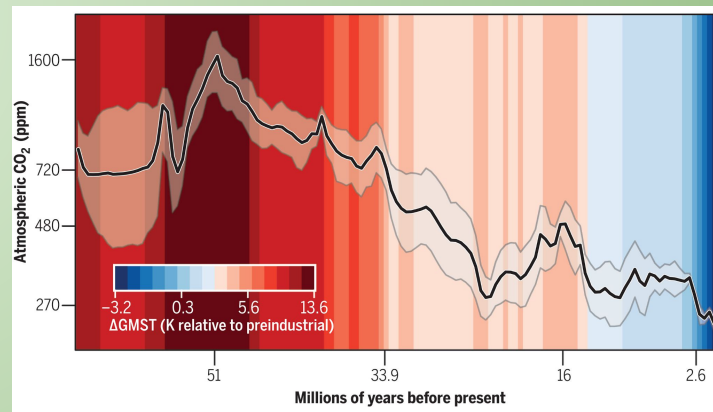


**Testemunhos de gelo mostram que as concentrações atuais são muito maiores do que qualquer valor ocorrido nos últimos 800 mil anos**



A  
concentração  
de CO<sub>2</sub> e o  
aquecimento  
são inéditos  
em diversas  
escalas

**Ultrapassamos o chamado Período Quente do Plioceno Médio (~3,3 milhões de anos atrás), quando o mundo era 3°C mais quente, com oceanos 20m acima dos níveis atuais e sem gelo permanente no HN. A última vez em que valores sistematicamente mais elevados de concentração de CO<sub>2</sub> ocorreram se deu no Mioceno Médio (~16 milhões de anos atrás).**

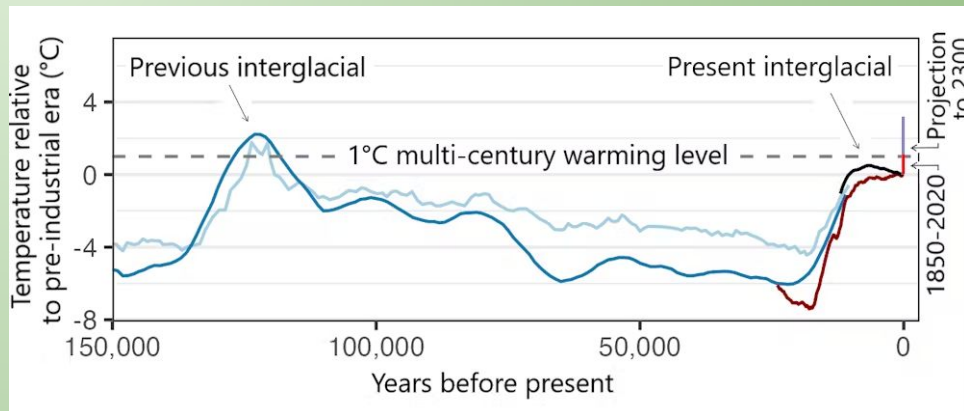
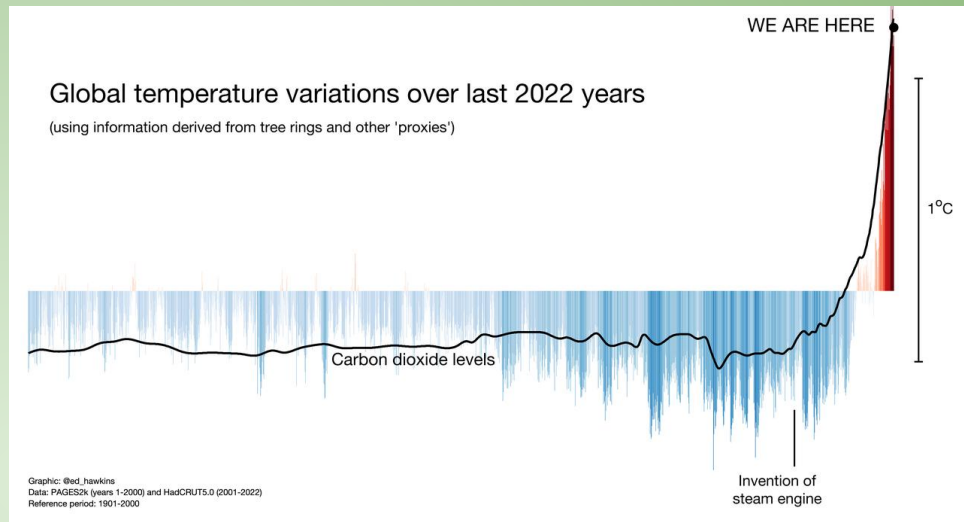




UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

**As temperaturas atuais  
estão  
significativamente  
acima daquelas que  
ocorreram nos últimos  
dois milênios e  
ultrapassaram a faixa  
de todo a época  
geológica conhecida  
como Holoceno  
(iniciada há ~11700  
anos). Estamos em vias  
de igualar ou até  
superar as maiores  
temperaturas dos  
últimos 125 mil anos.**

**A  
concentração  
de CO<sub>2</sub> e o  
aquecimento  
são inéditos  
em diversas  
escalas**





UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

A velocidade de aquecimento dos  
últimos 100 anos é cerca de

# 12 vezes

maior que a taxa de  
aquecimento associada ao fim  
da mais recente era glacial

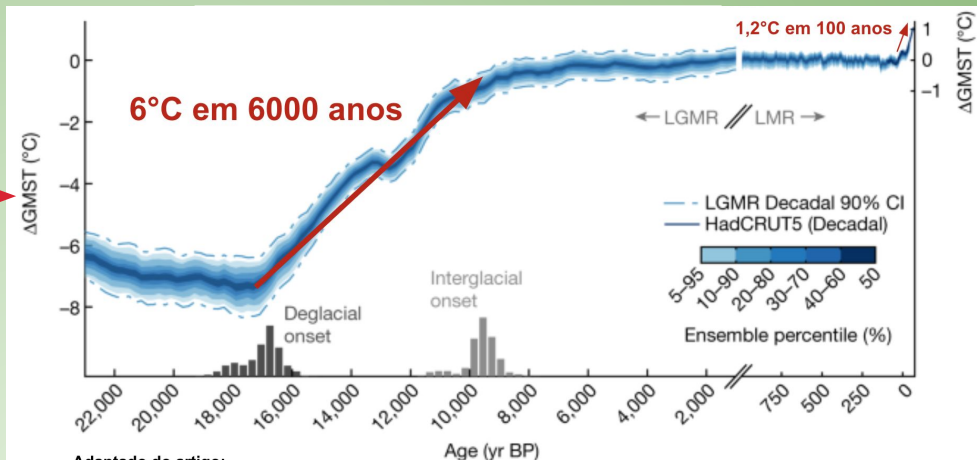
A velocidade de aquecimento  
atual (séc. XXI) é cerca de

# 23 vezes

maior que a taxa de  
aquecimento associada ao fim  
da mais recente era glacial

Taxas de aquecimento:  
1901-1950: +0,9°C/século  
1951-2000: +1,1°C/século  
1961-2010: +1,6°C/século  
1971-2020: +1,9°C/século  
2001-2023: +2,3°C/século

Não se trata apenas da  
magnitude do  
aquecimento. A velocidade  
do processo é  
provavelmente inédita nos  
últimos 66 milhões de anos

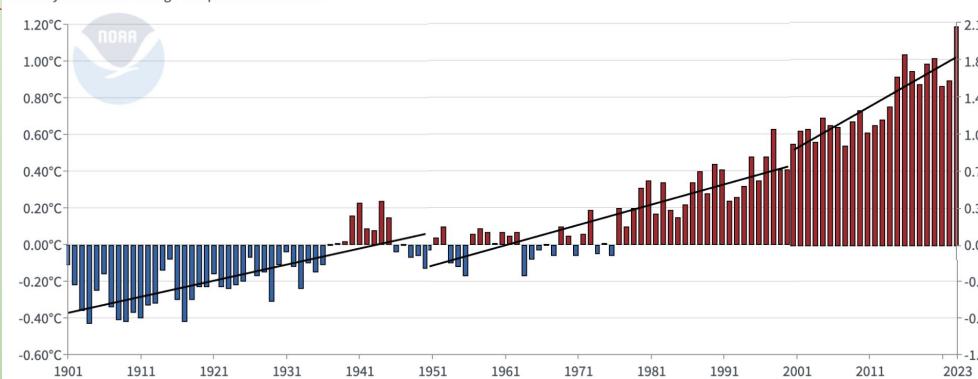


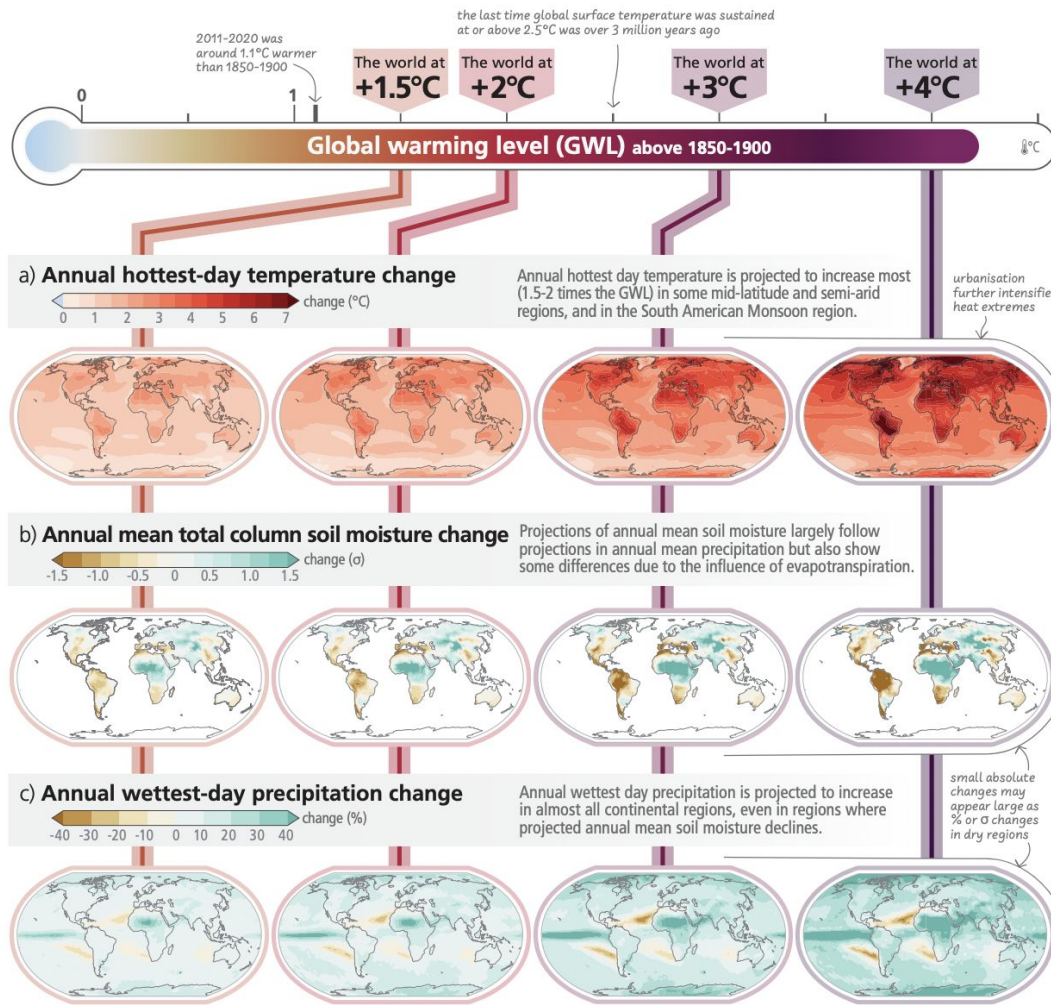
Adaptado do artigo:

Osman, M.B., Tierney, J.E., Zhu, J. et al. Globally resolved surface temperatures since the Last Glacial Maximum. Nature 599, 239–244 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03984-4>

### Global Land and Ocean

January-December Average Temperature Anomalies



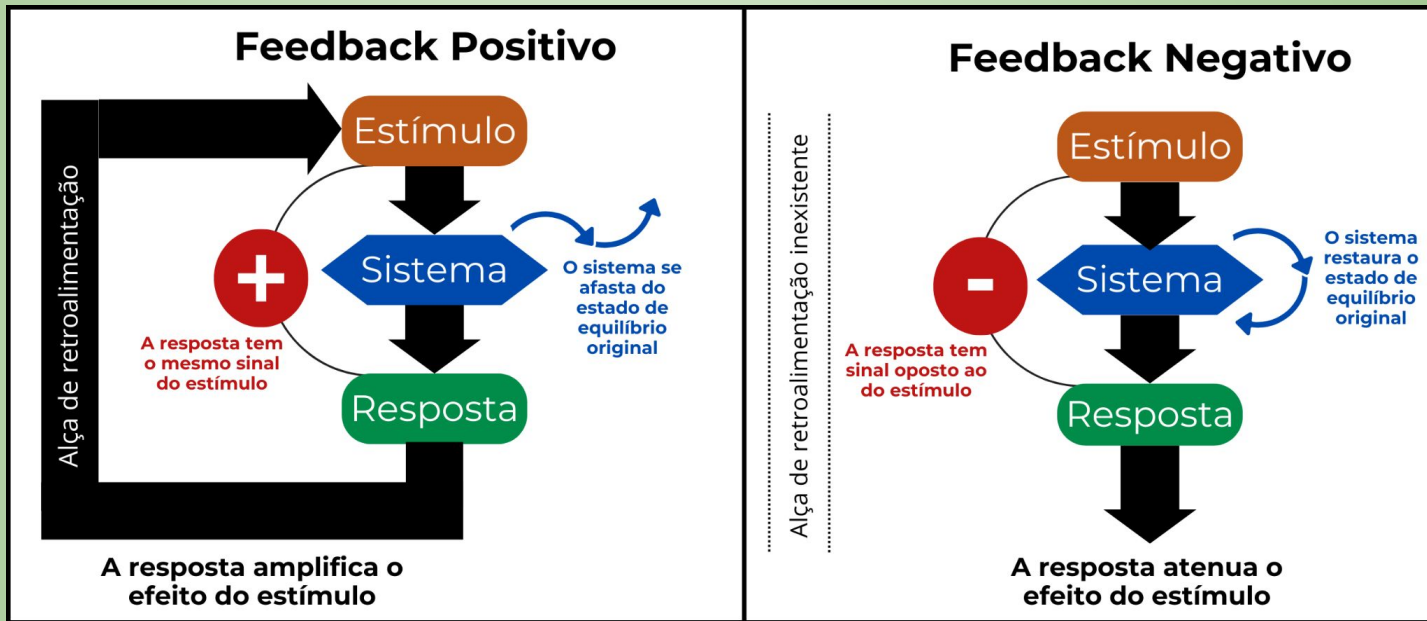


O Aquecimento de 1,5°C já nos traz sérias consequências (eventos extremos), mas a cada décimo de grau que o planeta aquecer, a tendência é a sua intensificação exponencial



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

# Retroalimentações (*Feedbacks*)





UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

# Retroalimentações (*Feedbacks*)



Gelo-albedo



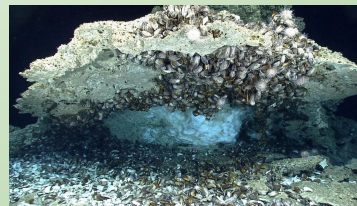
Permafrost



Solo



Vapor d'água



Clatratos

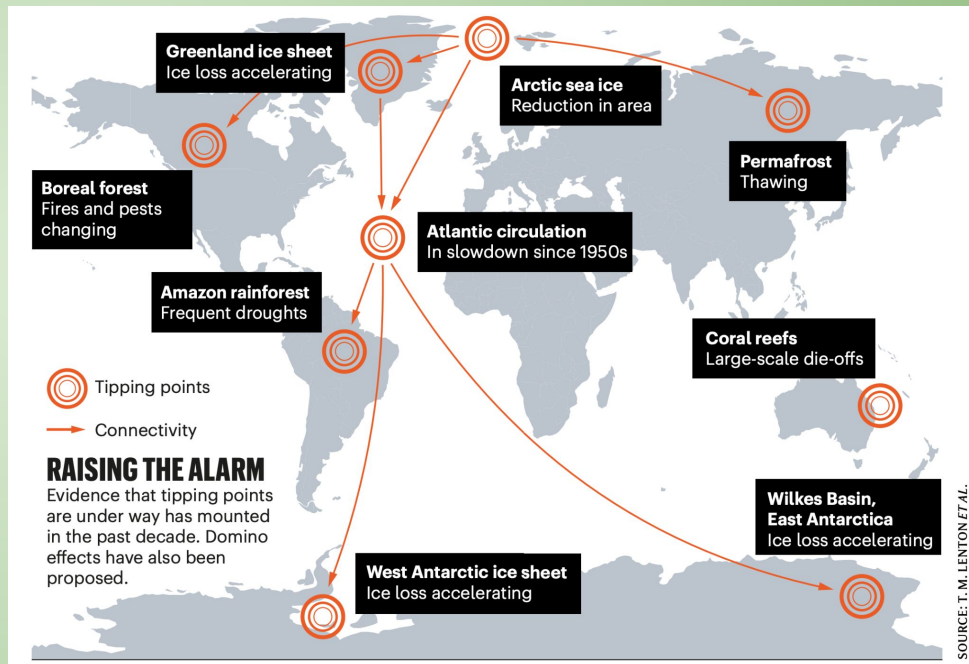


Vegetação



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

# Pontos de Não-Retorno

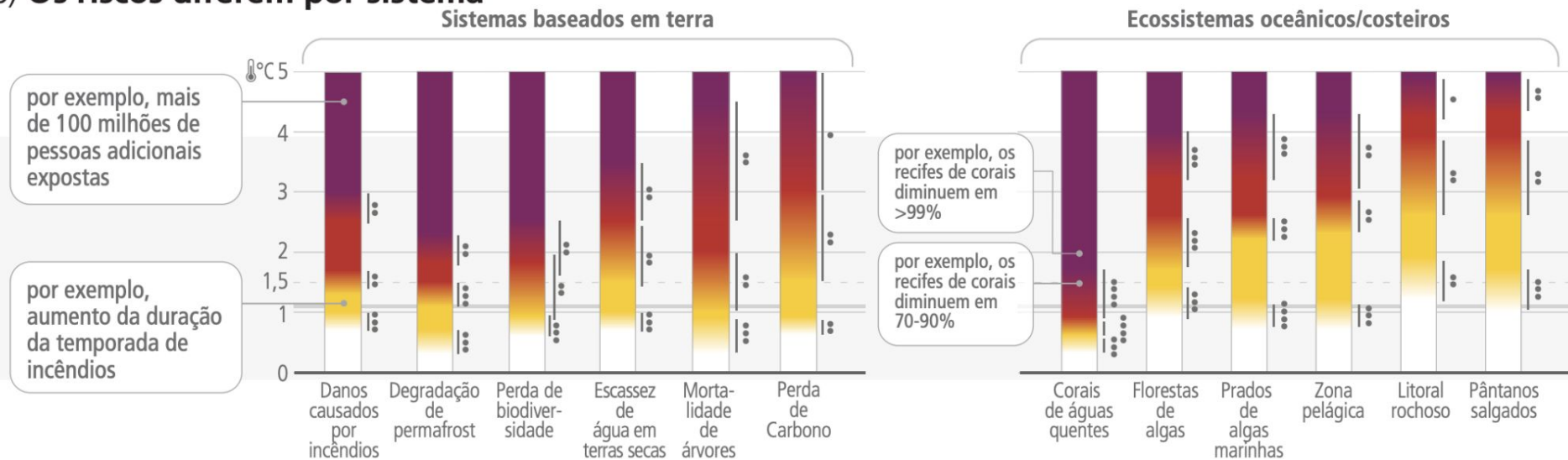




UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

# Impactos

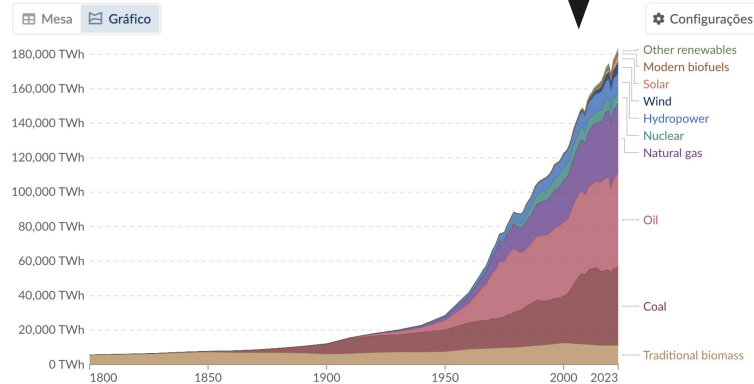
## b) Os riscos diferem por sistema



## Data Centers para IA

### Consumo global de energia primária por fonte

A energia primária é baseada no método de substituição e medida em terawatts-hora.



**Redução da Demanda de Energia Global**

# Sistema Energético



**Encerramento da Exploração e Uso de Combustíveis Fósseis**



**Matriz 100% renovável via transição justa**



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

# Sistema Alimentar



**Desmatamento zero e reflorestamento**



**Incentivo a Dieta "Plant-Based"**



**Agroecologia**



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

# Falsas Soluções

Individualização da mitigação

Mercado e Compensações de Carbono

Captura de Carbono (DAC, CCS, BECCS)

Intervenção Climática/Geoengenharia Solar



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

- Implementação de telhados verdes, parques urbanos e corredores verdes para reduzir o efeito de ilhas de calor.
- Ampliação de áreas permeáveis para melhorar a drenagem e reduzir inundações.
- Sistemas de captação e reutilização de água da chuva.
- Modernização de redes de esgoto e drenagem para lidar com eventos extremos de chuva.
- 
- Zoneamento de áreas de risco e redução de vulnerabilidade.
- Construção de infraestruturas resistentes a eventos climáticos extremos.

**Limites para Adaptação**





UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

# A Questão da Justiça Climática

As responsabilidades são  
desiguais:  
Norte Global vs Sul Global,  
ricos vs pobres

Os impactos são desiguais:  
nacionalidade, classe, etnia,  
gênero, geração



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

Em 2019, os 1% super-ricos  
foram responsáveis por

**16%**

das emissões globais de carbono,  
que é o mesmo que as emissões dos 66%  
mais pobres da humanidade (5 mil  
milhões de pessoas)

Apenas 100 empresas são  
responsáveis por 71% das  
emissões globais, diz estudo

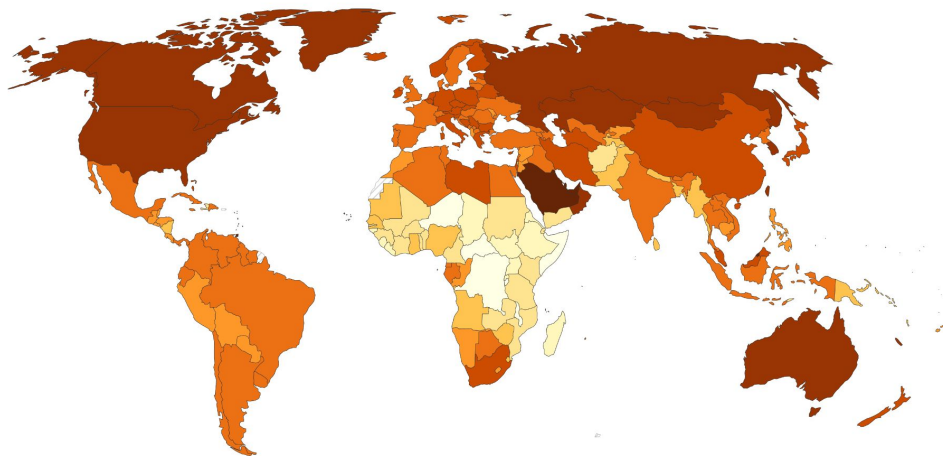
Um número relativamente pequeno de  
produtores de combustíveis fósseis e os seus  
investidores podem ter a chave para enfrentar  
as alterações climáticas

# A Questão da Justiça Climática

## Per capita CO<sub>2</sub> emissions, 2023

Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions from fossil fuels and industry<sup>1</sup>. Land-use change is not included.

Our World  
in Data



Data source: Global Carbon Budget (2024); Population based on various sources (2024)

OurWorldinData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

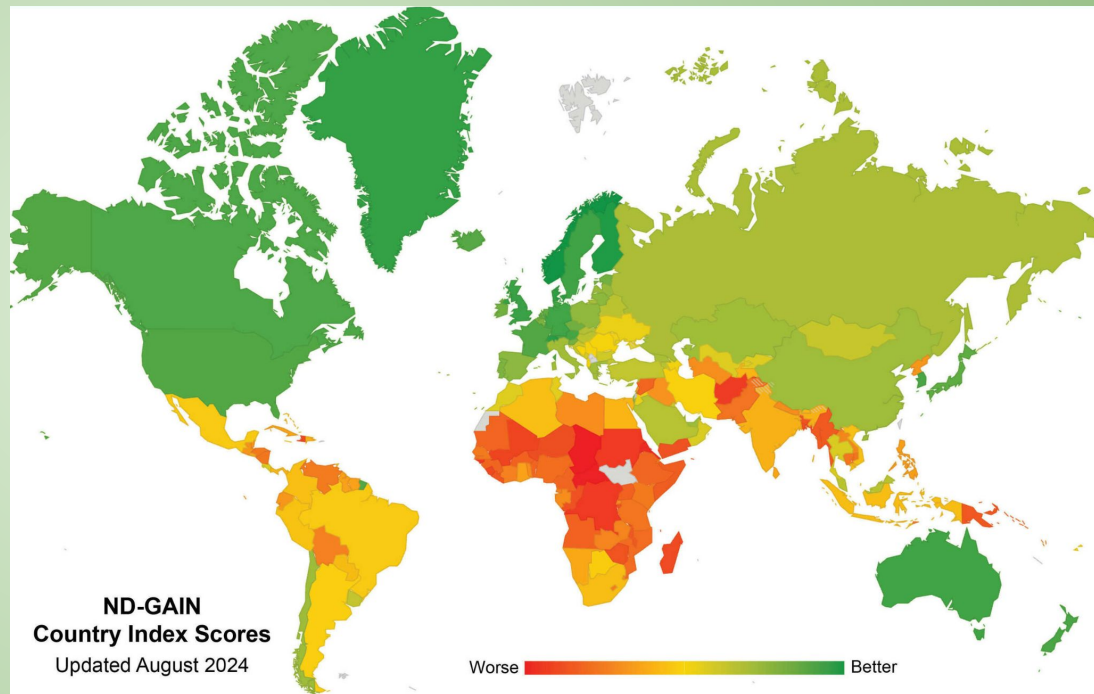


UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

# A Questão da Justiça Climática

Mais de 91 por cento das mortes causadas por desastres climáticos nos últimos 50 anos ocorreram em países em desenvolvimento

O número de mortos por enchentes é 7 vezes maior nos países mais desiguais em comparação aos países mais igualitários.

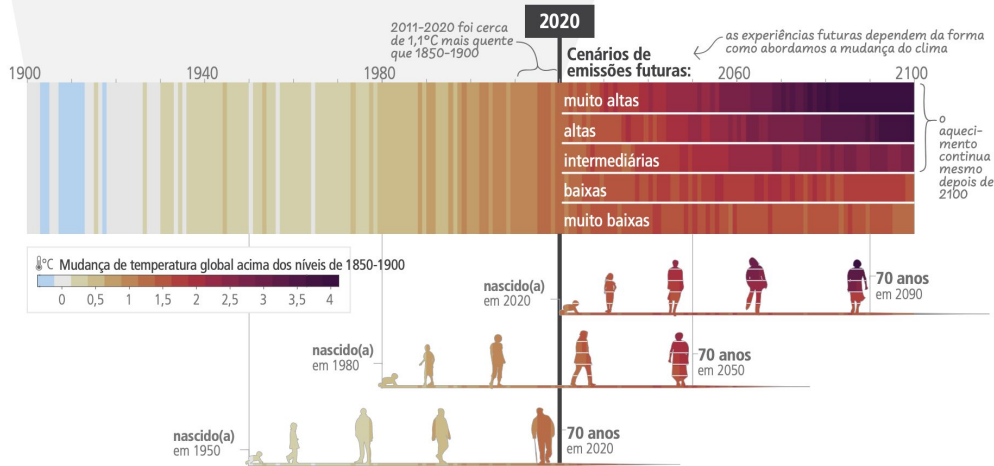




UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

# A Questão da Justiça Climática: o Recorte Geracional

c) Até que ponto as gerações atuais e futuras viverão em um mundo mais quente e diferente depende das escolhas feitas agora e no curto prazo



## Number of Climate Disasters to Triple for New Generation

Frequency of climate disasters experienced in a lifetime for a person born in 2020 compared to one born in 1960



All climate disasters  
~3 times as many

Based on NDC scenario (following Paris Agreement) of 2.7 °C/4.9 °F warming until 2100  
Source: Thiery et al. Intergenerational Inequities in Exposure to Climate Change. Science (2021) via media reports



statista



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

# A Questão da Justiça Climática: o Recorte Geracional



Sobre outra Greta...

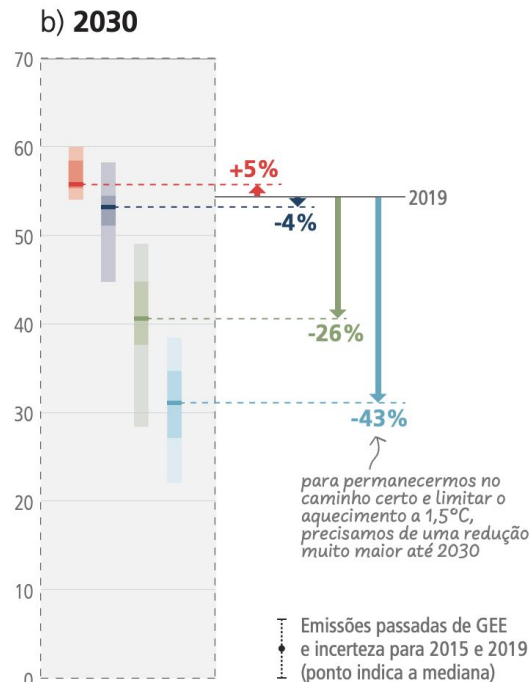
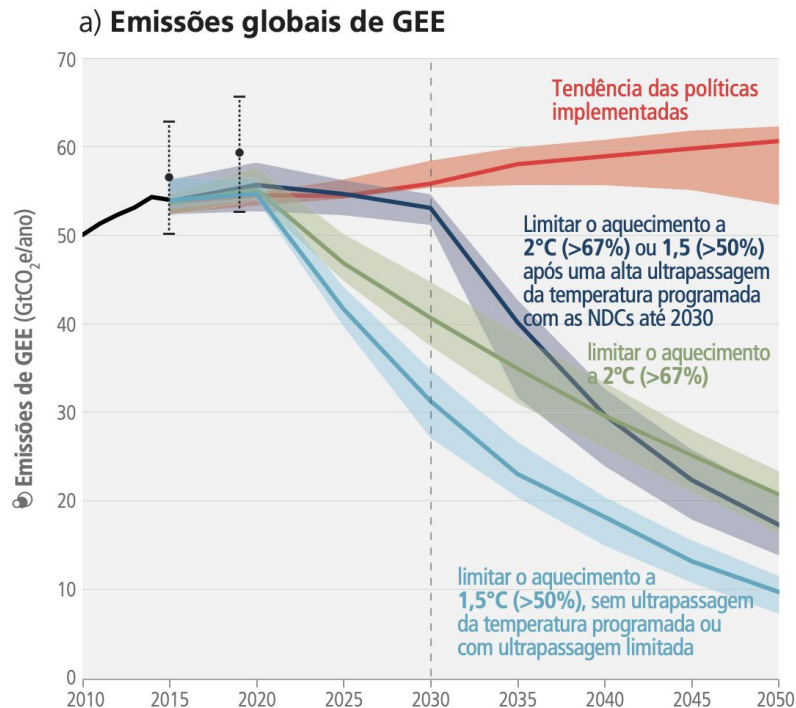




UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

As ações até  
agora são  
totalmente  
insuficientes!

As emissões globais projetadas de GEE das NDCs anunciadas antes da COP26 tornariam provável que o aquecimento excedesse 1,5°C e também dificultariam, após 2030, a limitação do aquecimento a menos de 2°C



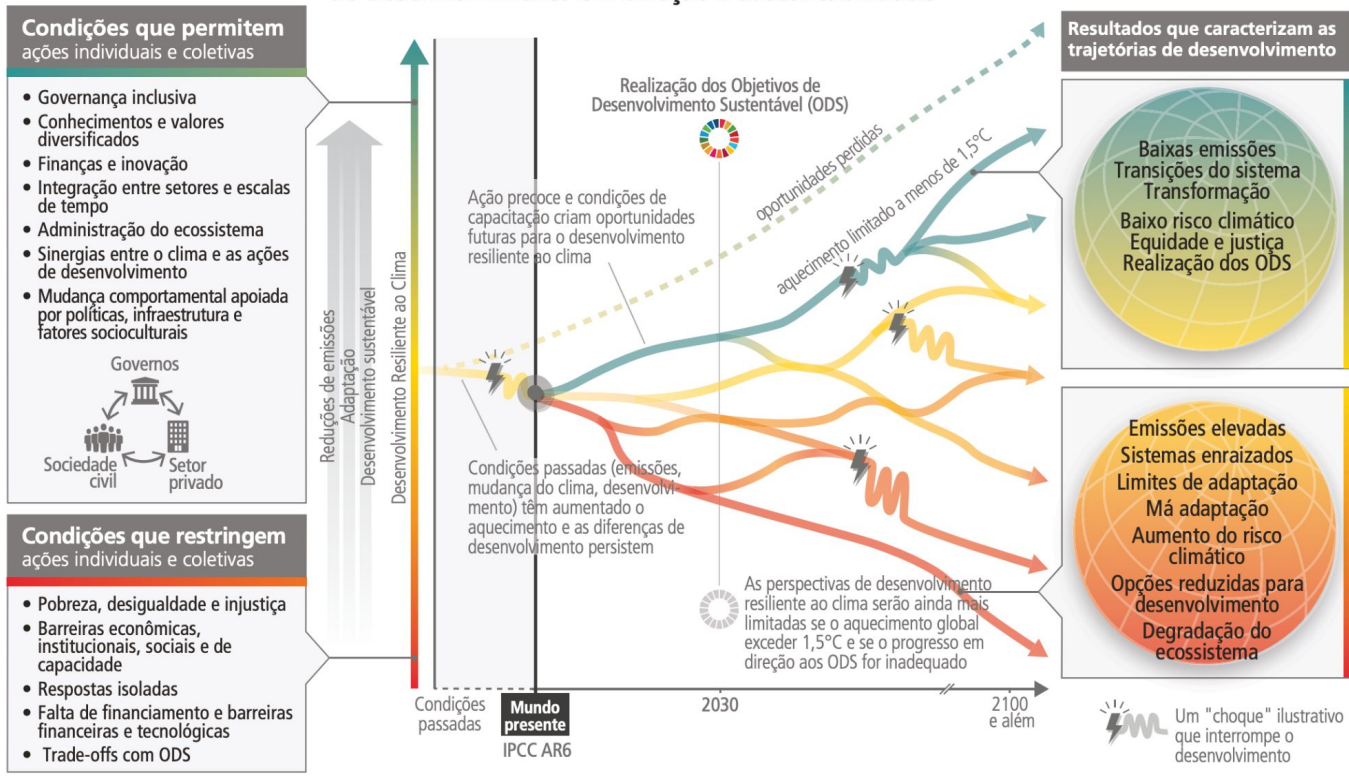


UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

Estamos em  
Emergência  
Climática!

## Há uma janela de oportunidade que se estreita rapidamente para permitir um desenvolvimento resiliente ao clima

Múltiplas escolhas e ações que interajam entre si podem mudar as trajetórias do desenvolvimento em direção à sustentabilidade





UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DO CEARÁ

Para Saber Mais [www.youtube.com/@oqvf](https://www.youtube.com/@oqvf)



**O Que Você Faria se Soubesse o Que Eu Sei?**

@oqvf · 18,4 mil inscritos · 110 vídeos

A frase que dá nome a este canal (assim como a nosso blog e fanpage) foi proferida por ...mais

[oquevocefariasesoubesse.blogspot.com](https://oquevocefariasesoubesse.blogspot.com) e mais 4 links



[Início](#) [Vídeos](#) [Ao vivo](#) [Playlists](#) [Posts](#) [Q](#)

