

Mudanças climáticas: conceito, possíveis causas e consequências, uma abordagem analítica sobre a realidade climática.

Dr. Alexandre Magno



**GOVERNO
DA PARAÍBA**



***Aquecimento Global,
uma nova reflexão.***

Dr. Alexandre Magno

Onde há ciência, há dúvida...



O que são as mudanças climáticas?

As mudanças climáticas são transformações a longo prazo nos padrões do clima. Antrópicas ou naturais? (Fonte: ONU)

O que é o aquecimento global?

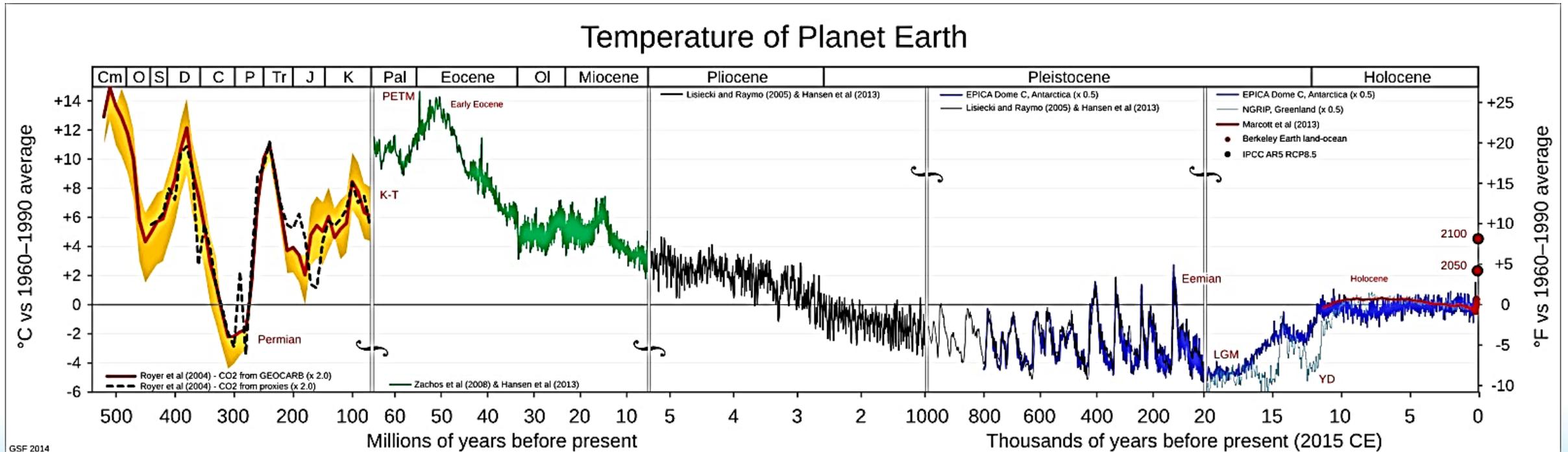
Aquecimento global é o aumento da temperatura média dos oceanos e da camada de ar próxima à superfície da Terra que pode ser consequência de causas naturais e atividades humanas. Isto se deve principalmente ao aumento das emissões de gases na atmosfera que causam o efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono (CO₂) (Fonte: WWF-Brasil - World Wildlife Fund - Fundo Mundial da Natureza).

O que é aquecimento urbano?

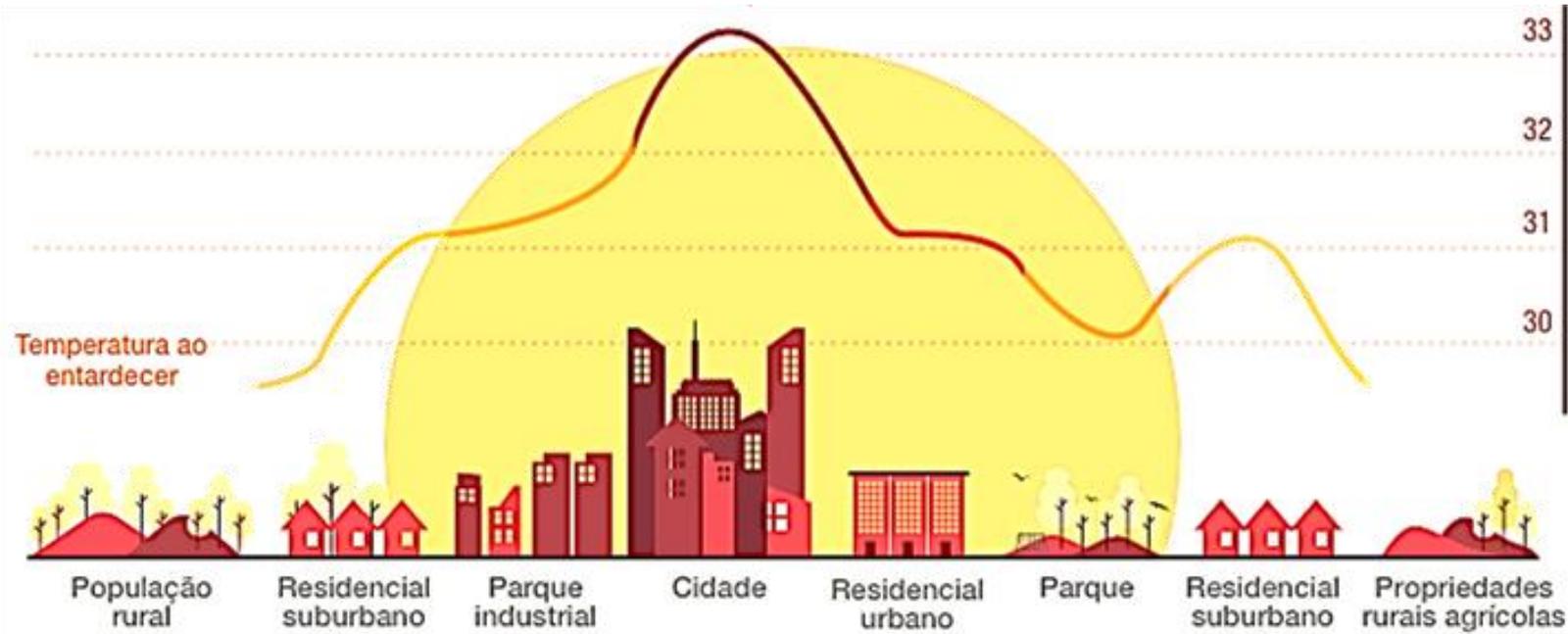
É o aquecimento anômalo das cidades provocados pelo efeito da urbanização. A urbanização não é um fenômeno climático e seu efeito sobre o clima local é principalmente a retenção de calor e impacto antrópico que causa mudanças nas condições climáticas locais.

O que são ciclos da atmosfera ou ciclos globais?

São ciclos que possibilitam que os elementos interajam com o meio ambiente e com os seres vivos, ou seja, garantem que o elemento flua pela atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera. Os principais ciclos biogeoquímicos encontrados na natureza são o ciclo da água, do carbono, do oxigênio e do nitrogênio.



Ilha de calor – Consequência do progresso / problema crônico das cidades



Fonte: World Meteorological Organization (WMO) y Urban Land Institute.



Ilha de calor – Consequência do progresso

Consequências gerais

- Aumento da temperatura local;
- Aumento das precipitações torrenciais e locais;
- Alterações na biota local;
- Gradativo aumento do desconforto ambiental e tentativa de adaptação artificial;
- Aumento dos problemas psicológicos de dendrofobia;



A demanda da água

O aquecimento global ou as necessidades do progresso?

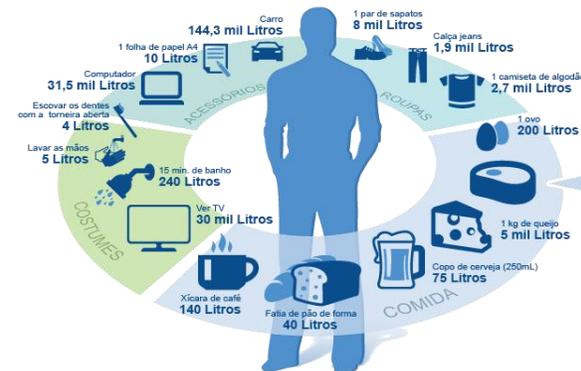
Quem usa mais água?



Cada brasileiro consome em média **5,559 mil Litros de água por dia**

Esta conta é feita somando toda a água utilizada, direta e indiretamente, para a produção de bens de consumo, e também nas atividades cotidianas

Pegada Hídrica média brasileira



Cálculo da Água Virtual envolvida na produção de carne bovina.

Até o abate para consumo, um boi de três anos gasta em média:



3,069 milhões Litros de água

+ 24 mil Litros de água bebida

+ 7 mil Litros de água para serviço

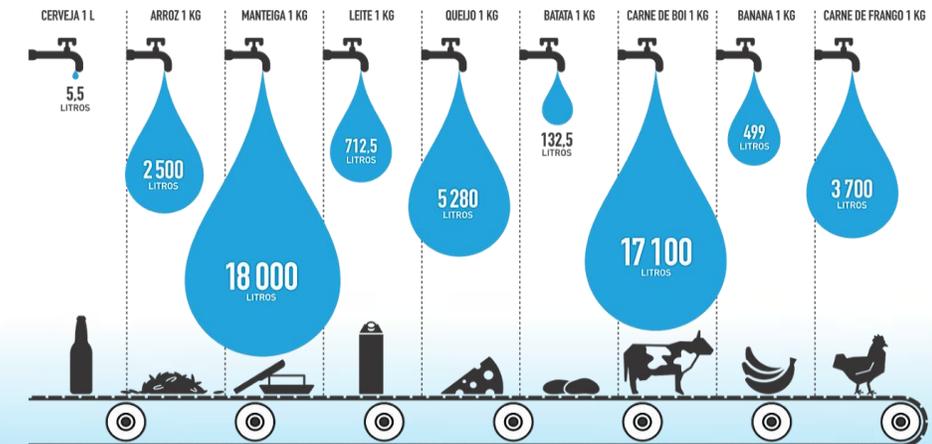
= **3,1 milhões de Litros** de água usada

1 kg de carne consome **15,5 mil Litros de Água**

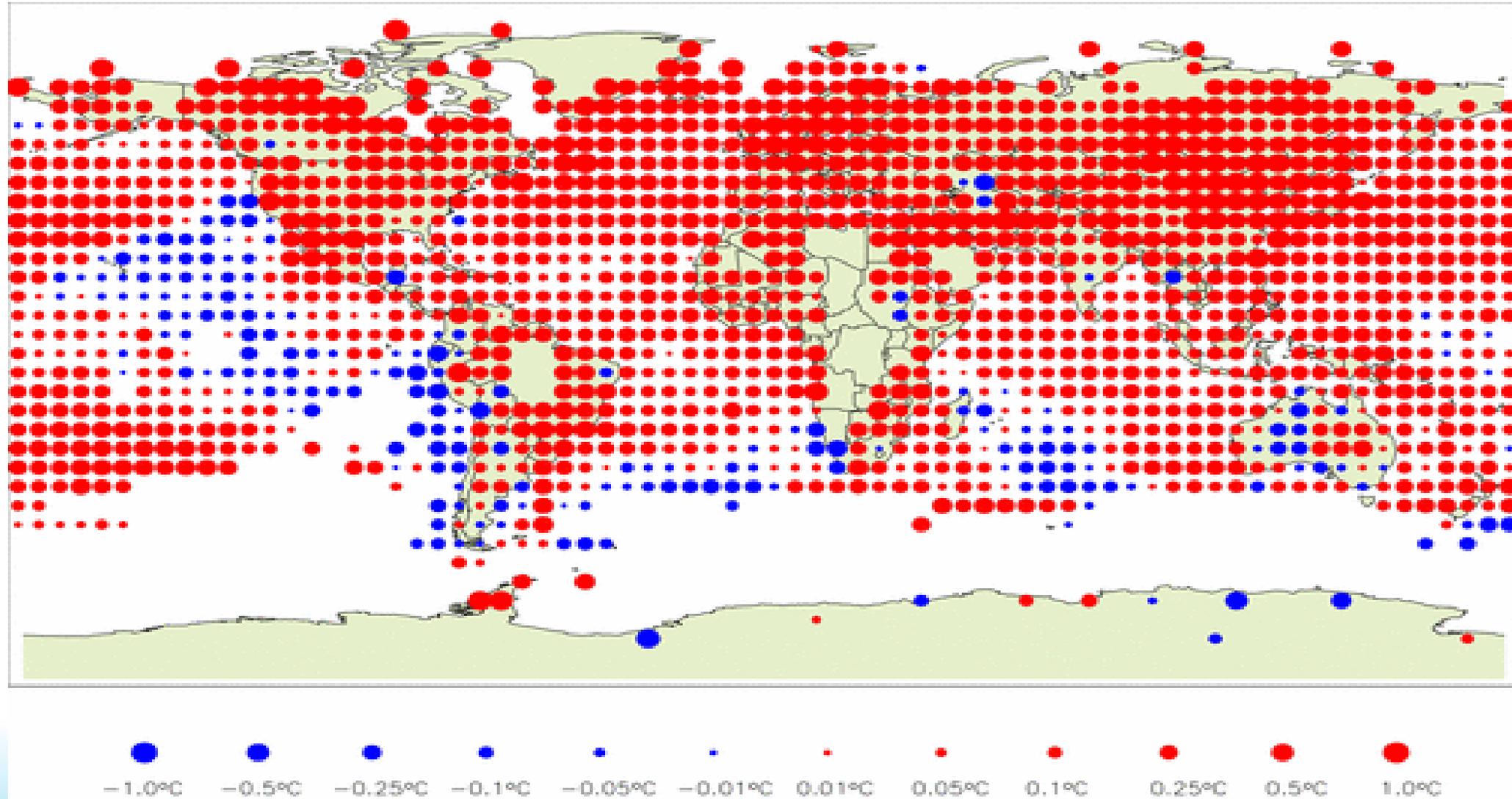
Fontes: Revista Exame.com | Revista Superintensasarte Water Footprint Network: Pegada hídrica brasileira: 2,028 milhões de litros por ano per capita

A ÁGUA QUE VOCÊ NÃO VÊ

Você consome sem perceber. Veja o quanto de água potável é necessário para produzir itens do seu cotidiano

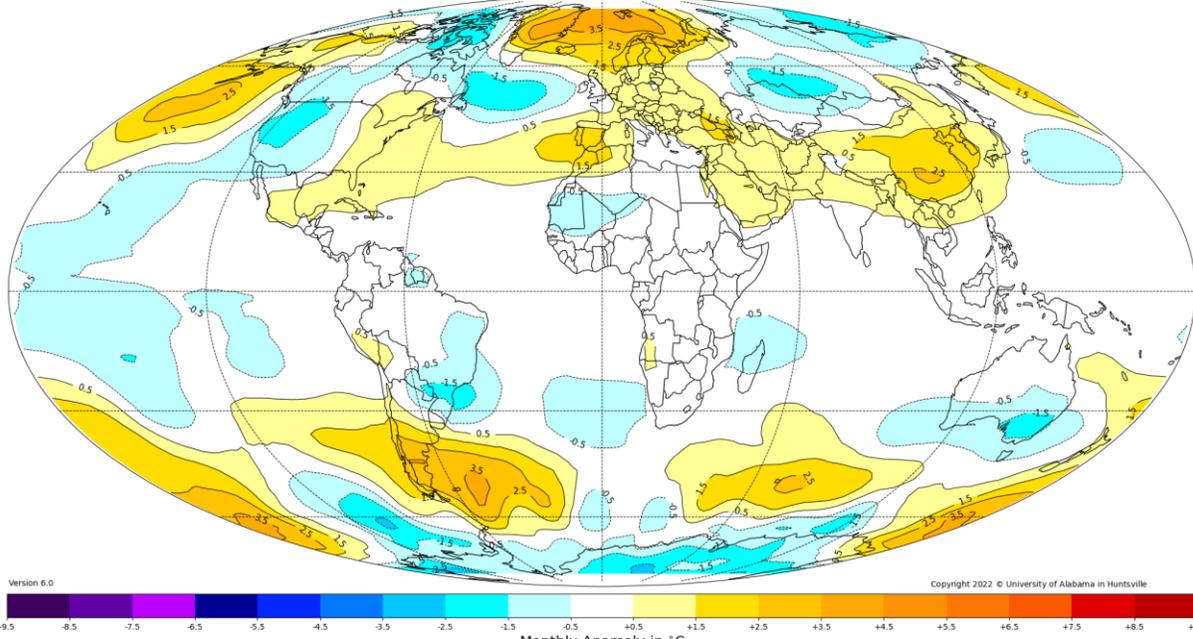


Aquecimento global???



Trends in annual land air temperature and SST anomalies in HadCRUT2v, 1979–2003. [Provided by Tom Peterson, NOAA/NCDC]. (IPCC 2007)

NOVEMBER 2022
LAYER = LT LOWER TROPOSPHERE

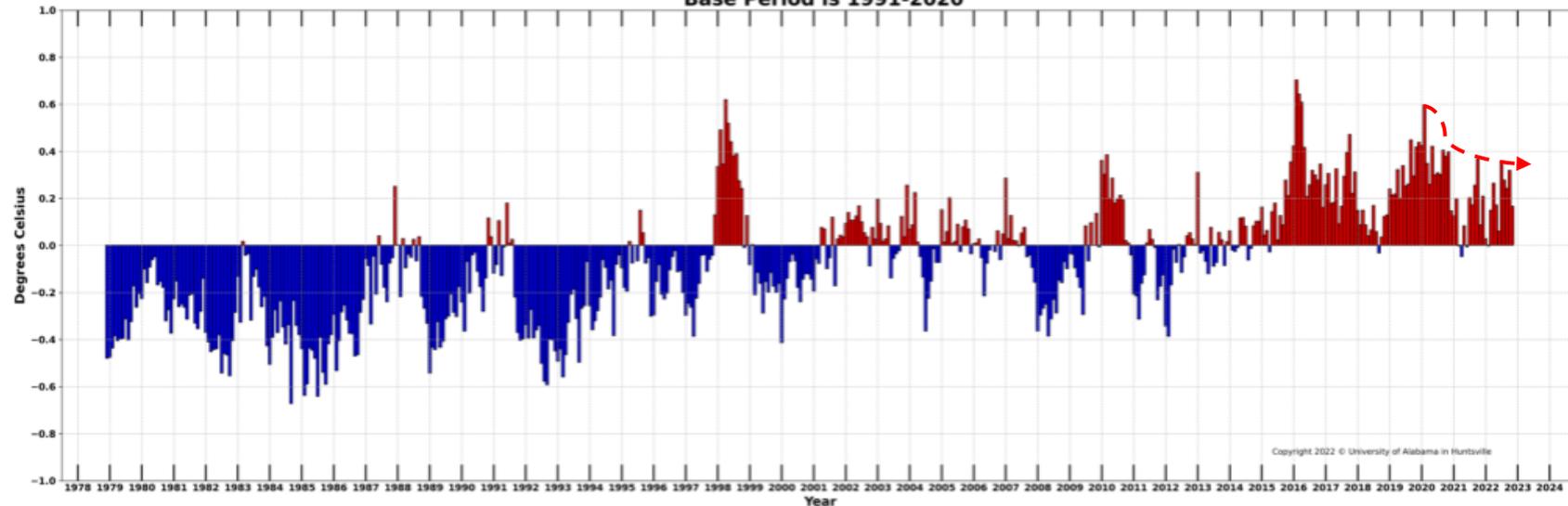


Broken lines outline areas that were cooler than seasonal norms; solid lines outline areas that were warmer than seasonal norms. Each contour represents 1.0 degree Celsius, starting at -0.5 and +0.5 degrees C. Base Period is 1991-2020

AQUECIMENTO GLOBAL???

EARTH SYSTEM SCIENCE CENTER
THE UNIVERSITY OF ALABAMA IN HUNTSVILLE

Monthly Global Lower Troposphere v6.0 Anomaly
Base Period is 1991-2020



December 1978 to November 2022

Climatologia oficial no Brasil - INMET

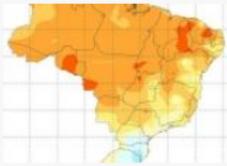
Instituto Nacional de Meteorologia

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO



Tempo ▾ Clima ▾ Dados Meteorológicos ▾ Satélites Risco de Incêndio Previsão Numérica ▾ Sisdagro ▾ Publicações ▾ Sobre ▾ Informações ▾

| NORMAIS CLIMATOLÓGICAS

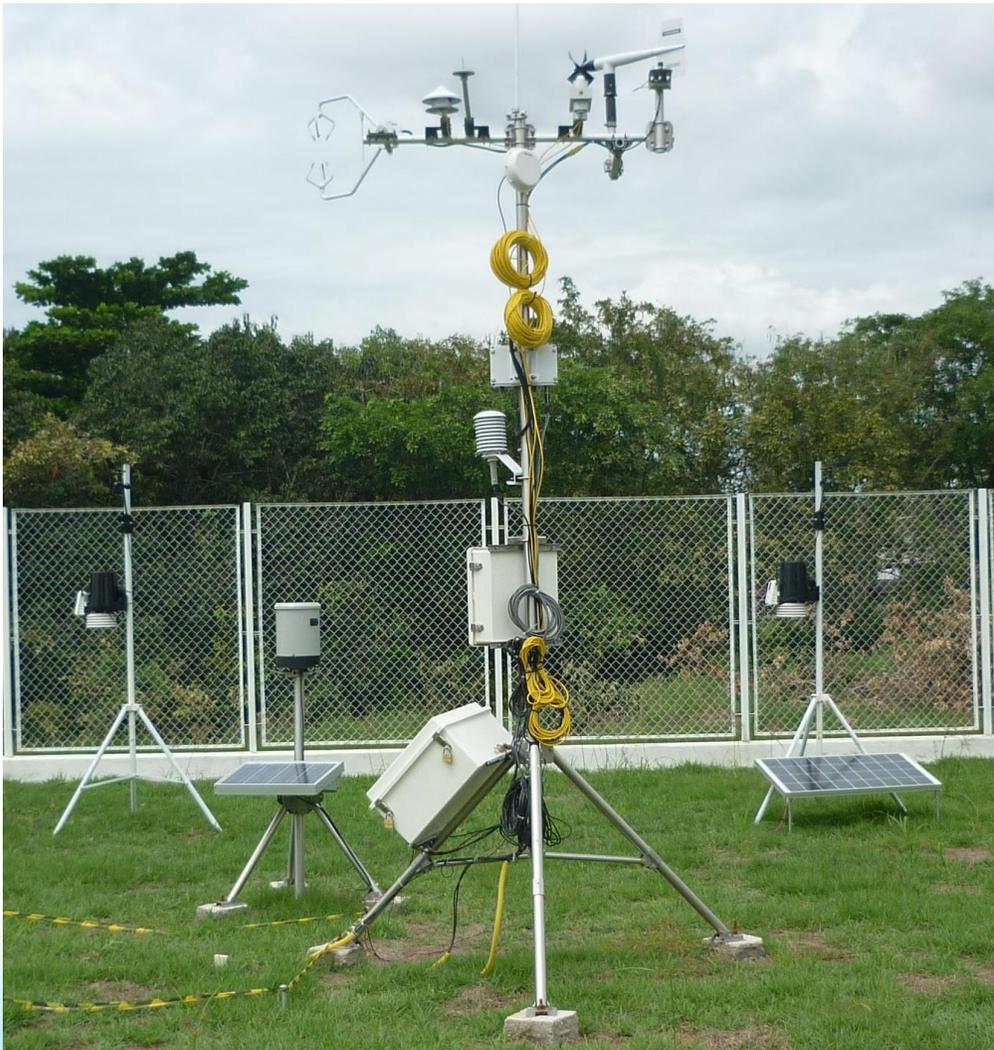


Descrição: Mapas referentes a valores mensais e anuais das normais climatológicas dos principais parâmetros meteorológicos, para os períodos 1961-1990, 1981-2010 e 1991-2020. As "Normais Climatológicas" são obtidas pelo cálculo das médias de parâmetros meteorológicos, obedecendo a critérios recomendados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM).

- **1901-1930:** primeira normal climatológica;
- **1931-1960:** segunda normal climatológica;
- **1961-1990:** terceira normal climatológica;
- **1991-2020:** quarta normal climatológica;

- **Atenção:** Sempre que afirmamos que determinado dia, mês, estação ou ano foi seco ou úmido, quente ou frio, temos que comparar com a média climatológica do local.

ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS

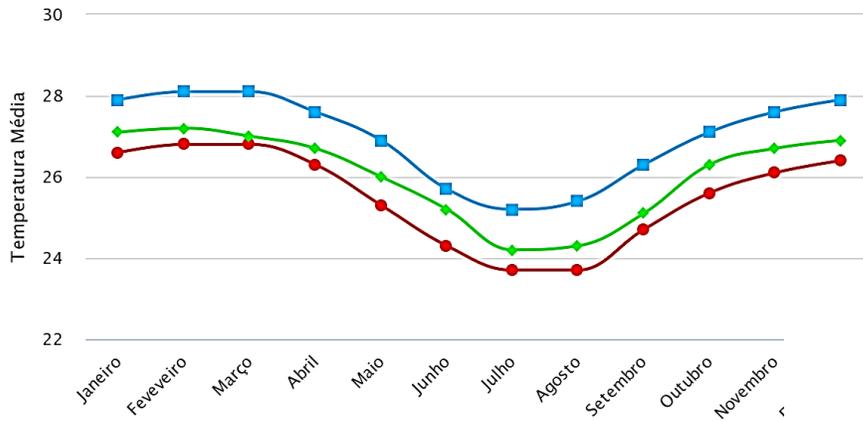


NORMAIS CLIMATOLÓGICAS – INMET

Temperatura média do ar

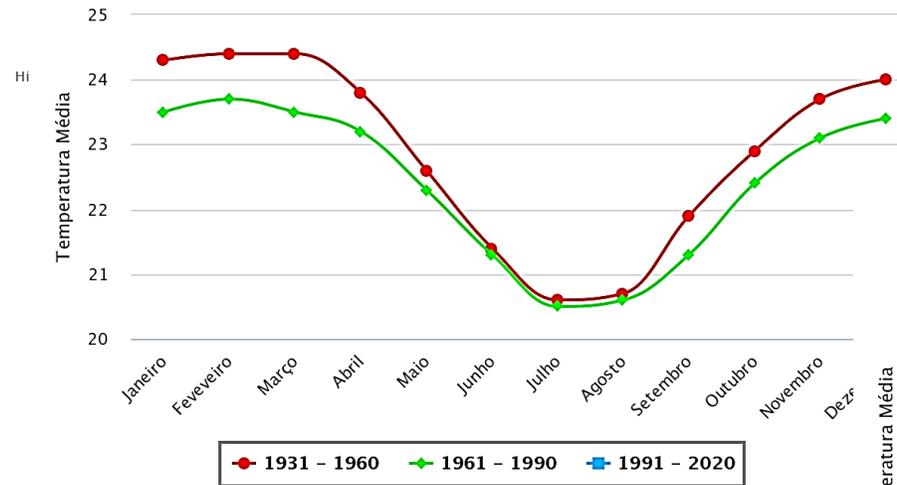
Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

Gráfico Comparativo Temperatura Média (°C) || Estação: JOAO PESSOA (82798)



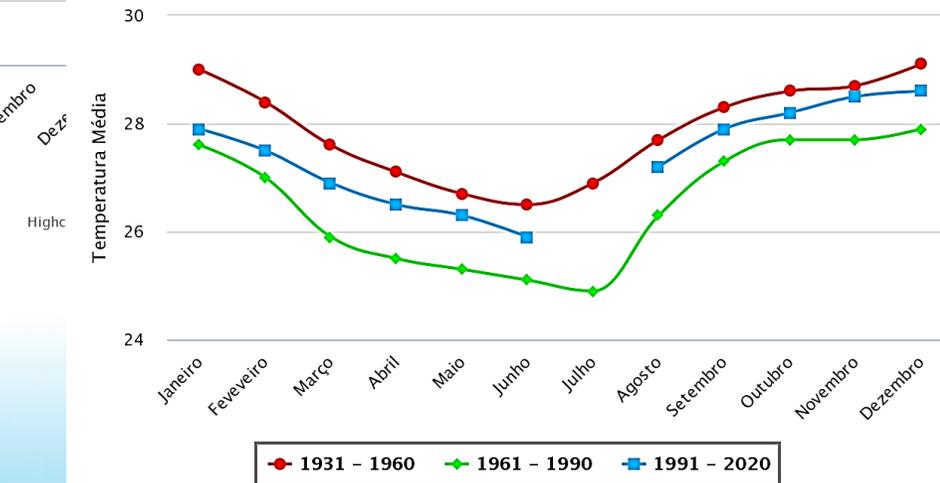
Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

Gráfico Comparativo Temperatura Média (°C) || Estação: CAMPINA GRANDE (82795)



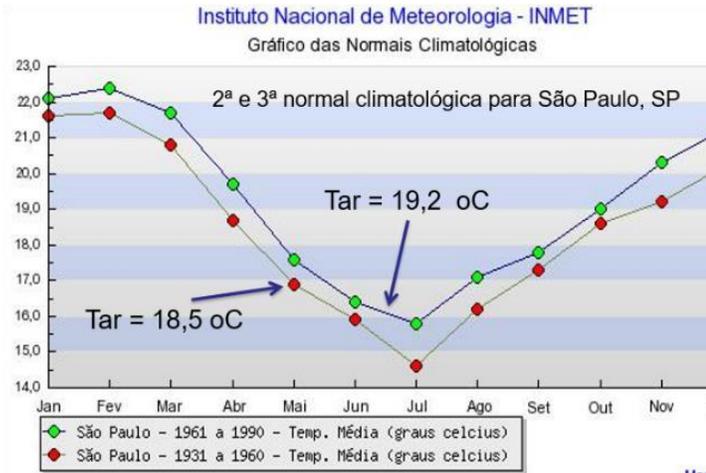
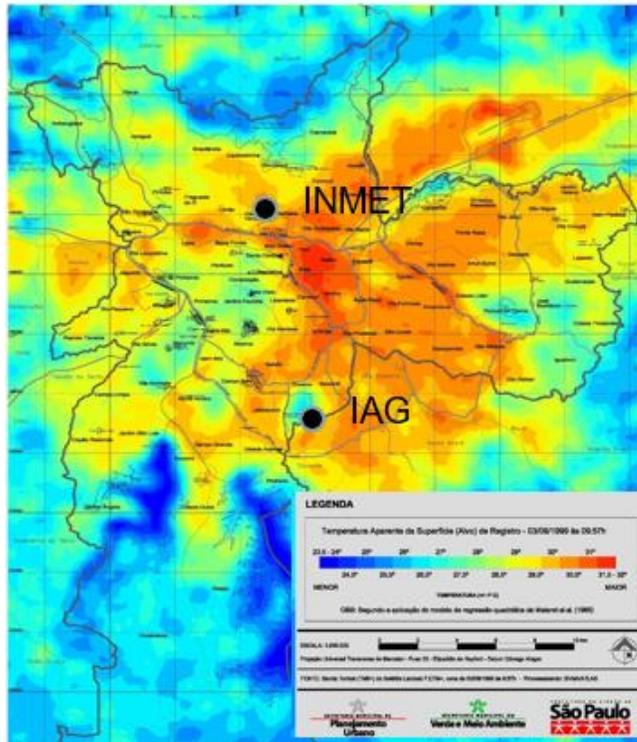
Instituto Nacional de Meteorologia – INMET

Gráfico Comparativo Temperatura Média (°C) || Estação: QUIXERAMOBIM (82586)



Normais meteorológicas e médias históricas

Qual a causa para a elevação da temperatura do ar na Cidade de São Paulo??
 Interação de escala global e/ou local. Clima Urbano? Aquecimento Global?



TEMPERATURA MÉDIA DO AR

A temperatura média diária, do período 1945 a 1974, foi calculada através de três métodos:

<< MÉTODO 1 >>

É o método adotado pelo INMET denominado de média compensada, onde a temperatura média diária (T_1) é dada por:

$T_1 = (t_9 + 2.(t_{21}) + t_{máx} + t_{mín}) \div 5$, onde:

t_9 = Temperatura do ar às 9 horas (°C) / t_{21} = Temperatura do ar às 21 horas (°C)

$t_{máx}$ = Temperatura máxima do ar (°C) / $t_{mín}$ = Temperatura mínima do ar (°C)

<< MÉTODO 2 >>

A temperatura média diária (T_2) é dada pela média aritmética dos três horários de leitura (9 h, 15 h e 21 h), ou seja:

$T_2 = (t_9 + t_{15} + t_{21}) \div 3$, onde:

t_9 = Temperatura do ar às 9 horas (°C) / t_{15} = Temperatura do ar às 15 horas (°C) / t_{21} = Temperatura do ar às 21 horas (°C)

<< MÉTODO 3 >>

A temperatura média diária (T_3) é dada pela média aritmética das temperaturas máximas e mínimas, ou seja:

$T_3 = (t_{máx} + t_{mín}) \div 2$. onde:

$t_{máx}$ = Temperatura máxima diária (°C) / $t_{mín}$ = Temperatura mínima diária (°C)

MÉTODO ATUAL – UTILIZADO EM ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS

<< MÉTODO 4 >>

A temperatura média diária (T_4) é dada pela média aritmética das temperaturas médias horária

$T_4 = \sum_1^{24} T_{média\ horária}$

TEMPERATURA MÉDIA DO AR

MUDANÇAS NOS CÁLCULOS DA TEMPERATURA MÉDIA DIÁRIA DO AR: REPERCUSSÕES NAS TEMPERATURAS MENSAIS E ANUAIS

Marcos José de Oliveira, Francisco Vecchia / Centro de Recursos Hídricos e Ecologia Aplicada, Departamento de Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos/USP.

$$T_{M-m} = \frac{1}{2}(T_M + T_m)$$

Segundo a OMM (WMO, 2009); dados da estação conv. (term. de máximas e mínimas)

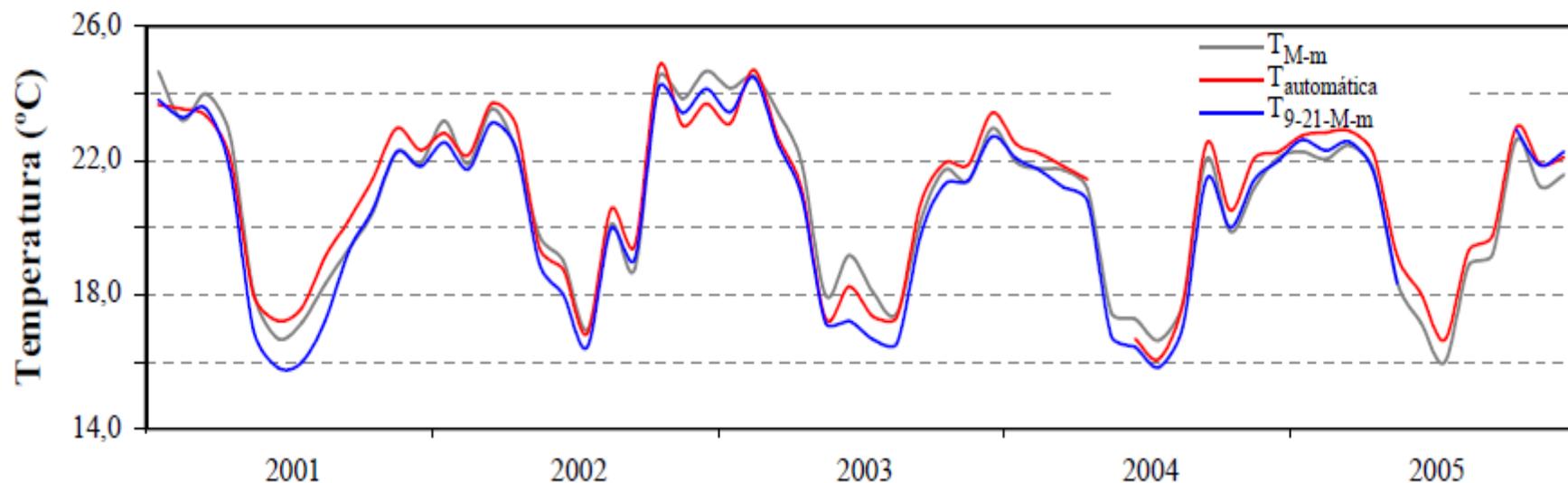
$$T_{9-21-M-m} = \frac{1}{5}(T_9 + 2T_{21} + T_M + T_m)$$

Segundo normais climatológicas brasileiras (BRASIL, 1992) a partir de 1938; dados est. conv. (term. de máx. e mín. e termógrafo)

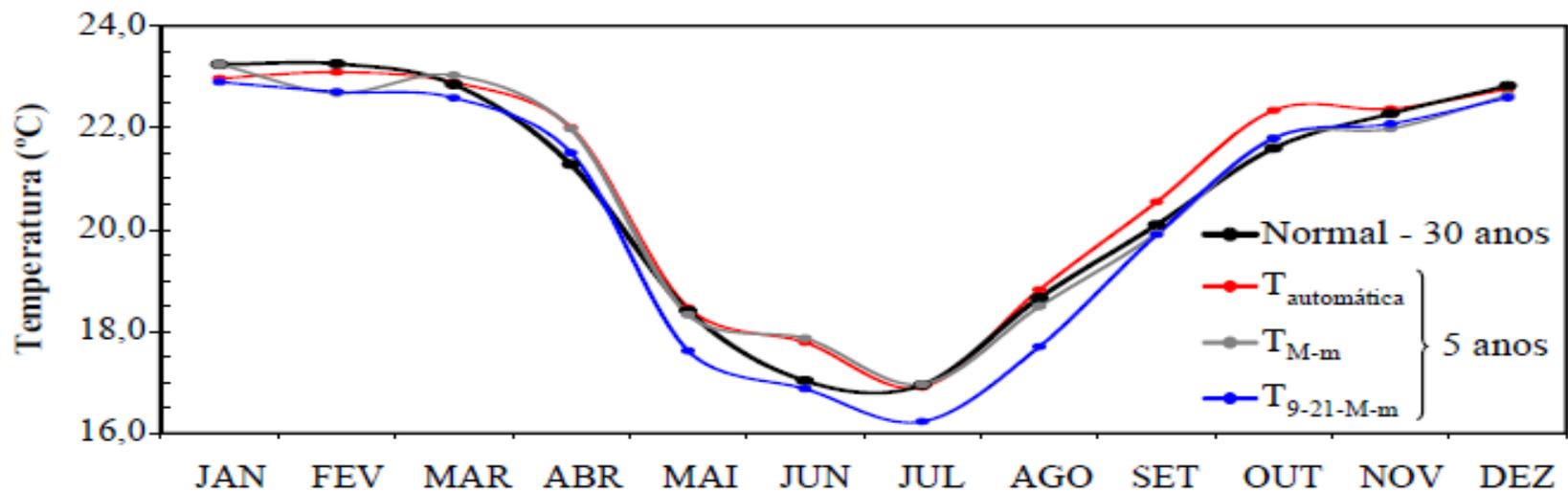
$$T_V = T_{automática} = \frac{1}{48}(T_{00:30} + T_{01:00} + \dots + T_{23:30} + T_{24:00})$$

Temperatura verdadeira segundo OMM (WMO, 2009); dados da estação automática

RESULTADOS



Variações mensais das temperaturas.



Variações mensal das médias de 5 anos das temperaturas.

- ◆ **As temperaturas médias obtidas pelas máximas e mínimas (TM-m) possuem menos correlação com as temperaturas verdadeiras do que as obtidas com leituras adicionais as 9 e 21h (T9-21-M-m).** Entretanto, analisando os valores médios de 5 anos, o valor de TM-m se apresenta mais próximo da temperatura verdadeira (Tautomática).
- ◆ **De um modo geral, as temperaturas obtidas de modo convencional se apresentaram mais baixas que a temperatura verdadeira. Este aspecto merece atenção.** Os instrumentos convencionais têm sido recentemente substituídos por instrumentos automáticos. Tomando as estações convencionais como referência histórica, as temperaturas das estações convencionais não estão “mais frias” (menores) do que as da estação automática, mas sim a estação automática que está calculando temperaturas “mais quentes” (maiores) que os instrumentos convencionais. Sob essa perspectiva, levanta-se a discussão de quanto esta mudança pode incorporar uma heterogeneidade indesejável, que no caso produz UM AQUECIMENTO ARTIFICIAL
- ◆ **No contexto da discussão de aquecimento global, em que de acordo com o IPCC o aumento da temperatura média global foi de cerca de 0,6 °C no último século, o uso de diferentes fórmulas, nas séries de 5 anos aqui analisadas, implicou em diferenças de 0,2 a 0,6 °C em somente 05 anos.** Esta série, representativa por um período reduzido, é indicativa de que mudanças de instrumentação e o uso diferentes cálculos da temperatura média diária podem ter afetado os resultados de tendência de aquecimento das temperaturas na Terra.

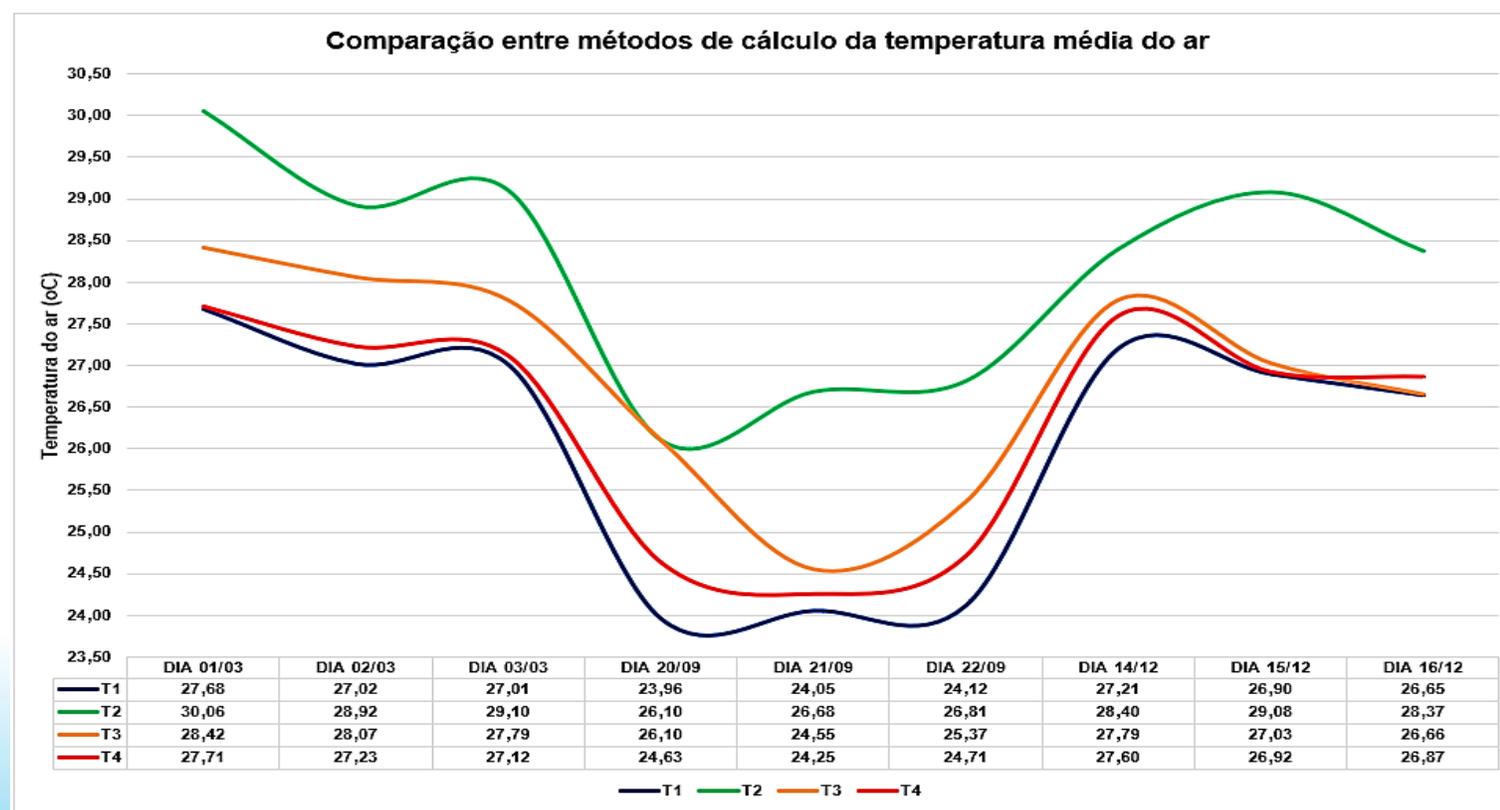
TEMPERATURA AR - RESULTADOS COMPARATIVOS

ESTAÇÃO METEOROLÓGICA SANTA RITA



GOVERNO
DA PARAÍBA

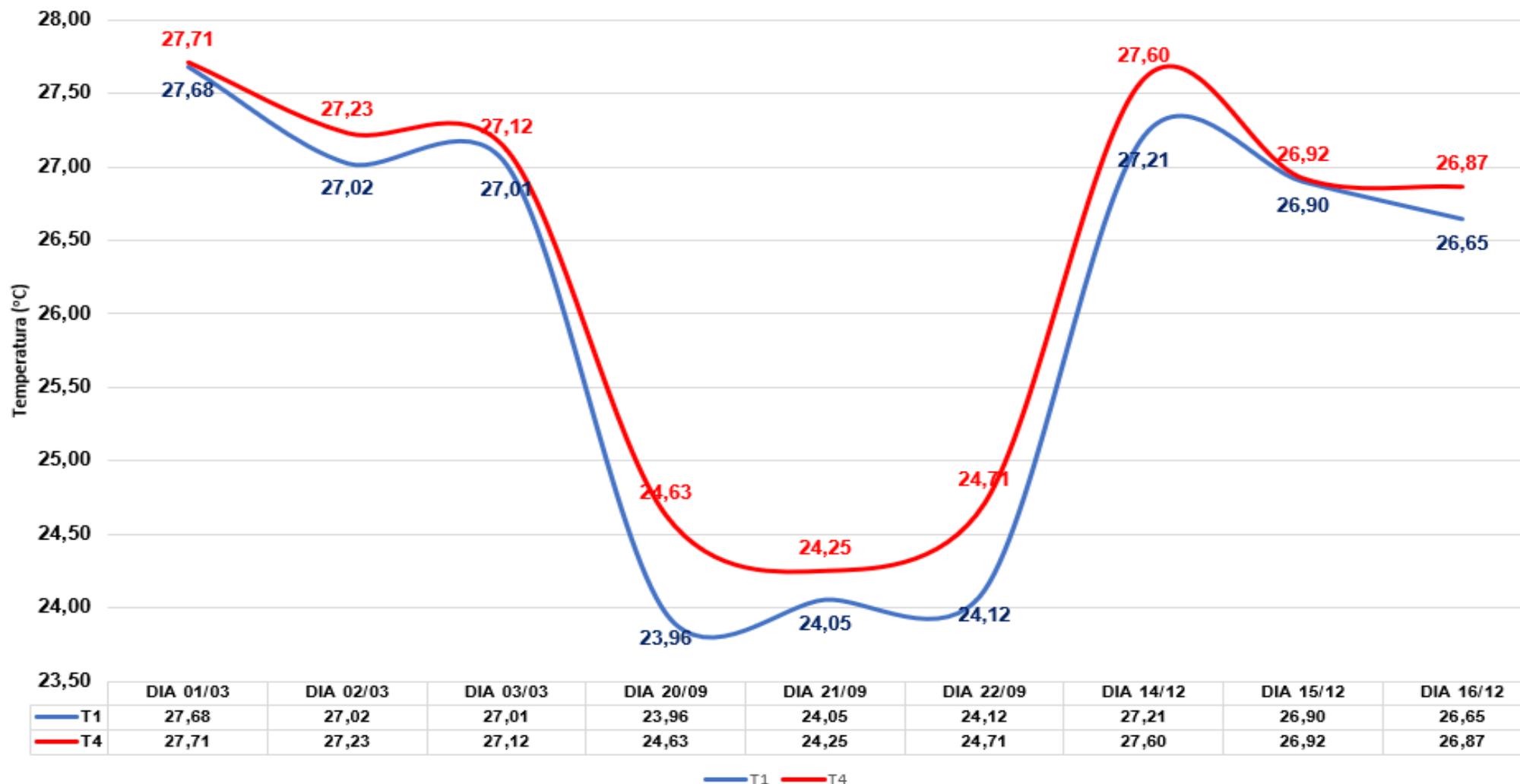
$T_1 = (t_9 + 2.(t_{21}) + t_{\text{máx}} + t_{\text{mín}}) \div 5$	MÉTODO	DIA 01/03	DIA 02/03	DIA 03/03	DIA 20/09	DIA 21/09	DIA 22/09	DIA 14/12	DIA 15/12	DIA 16/12
T1=	T1	27,68	27,02	27,01	23,96	24,05	24,12	27,21	26,90	26,65
$T_2 = (t_9 + t_{15} + t_{21}) \div 3,$										
T2=	T2	30,06	28,92	29,10	26,10	26,68	26,81	28,40	29,08	28,37
$T_3 = (t_{\text{máx}} + t_{\text{mín}}) \div 2$										
T3=	T3	28,42	28,07	27,79	26,10	24,55	25,37	27,79	27,03	26,66
$T_4 = \text{Somatório}/24$										
T4=	T4	27,71	27,23	27,12	24,63	24,25	24,71	27,60	26,92	26,87



TEMPERATURA AR - RESULTADOS COMPARATIVOS

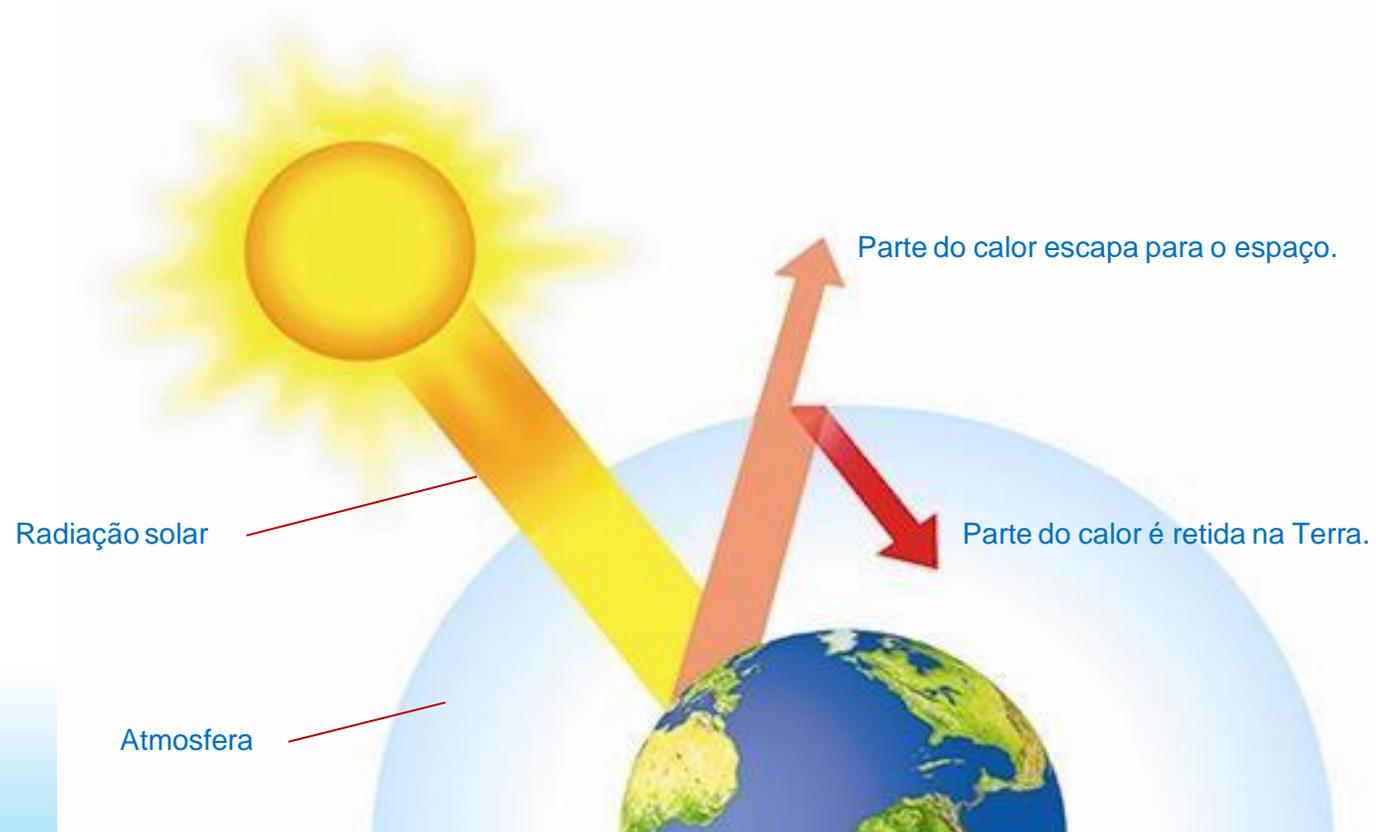
ESTAÇÃO METEOROLÓGICA SANTA RITA

Comparação entre métodos de cálculo da temperatura média do ar
T1 - método OMM estações convencionais X T4 - método OMM estações automáticas



Efeito estufa

- Os raios do Sol atravessam facilmente a atmosfera e aquecem o planeta.
- Parte desse calor é refletido e escapa para o espaço.
- Porém, parte do calor é reabsorvido pela atmosfera por gases como o gás carbônico e o metano, sendo novamente enviado para a Terra e, dessa forma, a temperatura média do planeta permanece estável.



Efeito Estufa

A concentração de gás carbônico na atmosfera vem aumentando ao longo dos anos devido ao aumento das emissões no planeta.

↑ Quantidade de gás carbônico emitido.

↓ Quantidade de gás carbônico absorvido na fotossíntese.

Com isso, ocorre a intensificação do efeito estufa e, conseqüentemente, a **elevação da temperatura média do planeta.**



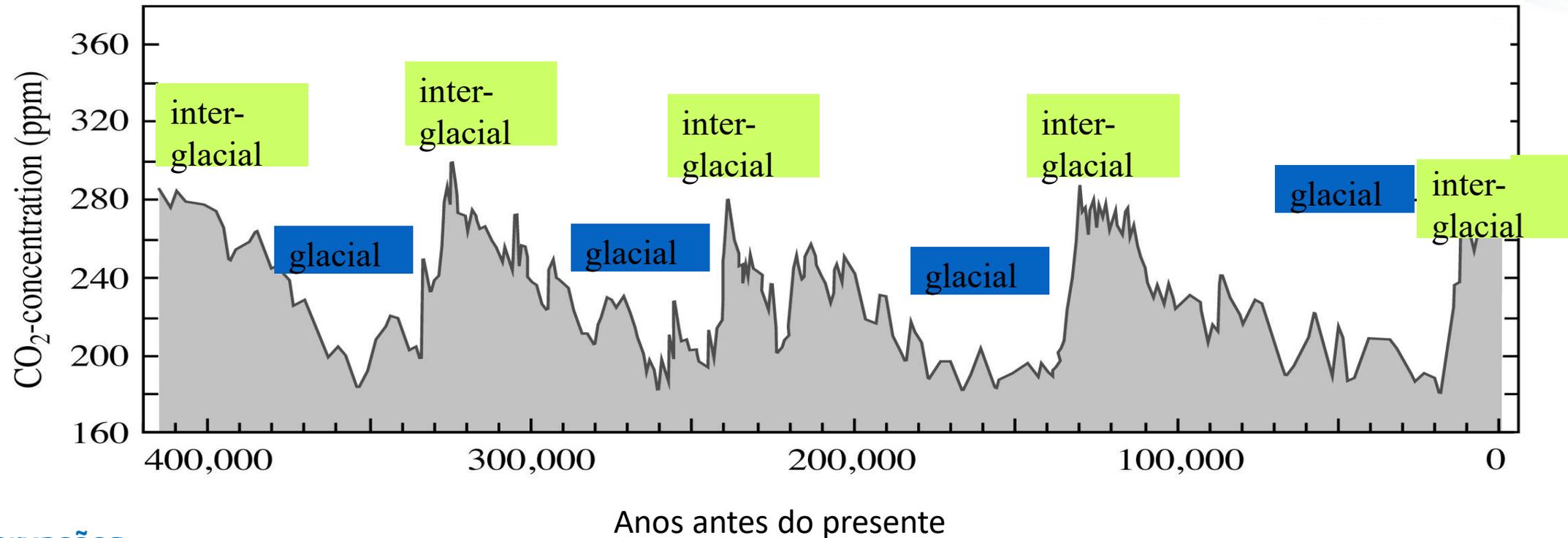
Aquecimento global



Usina termelétrica em Candiota (RS), 2014.

O CO₂ na atmosfera

As concentrações de CO₂ acompanham as mudanças climáticas da terra

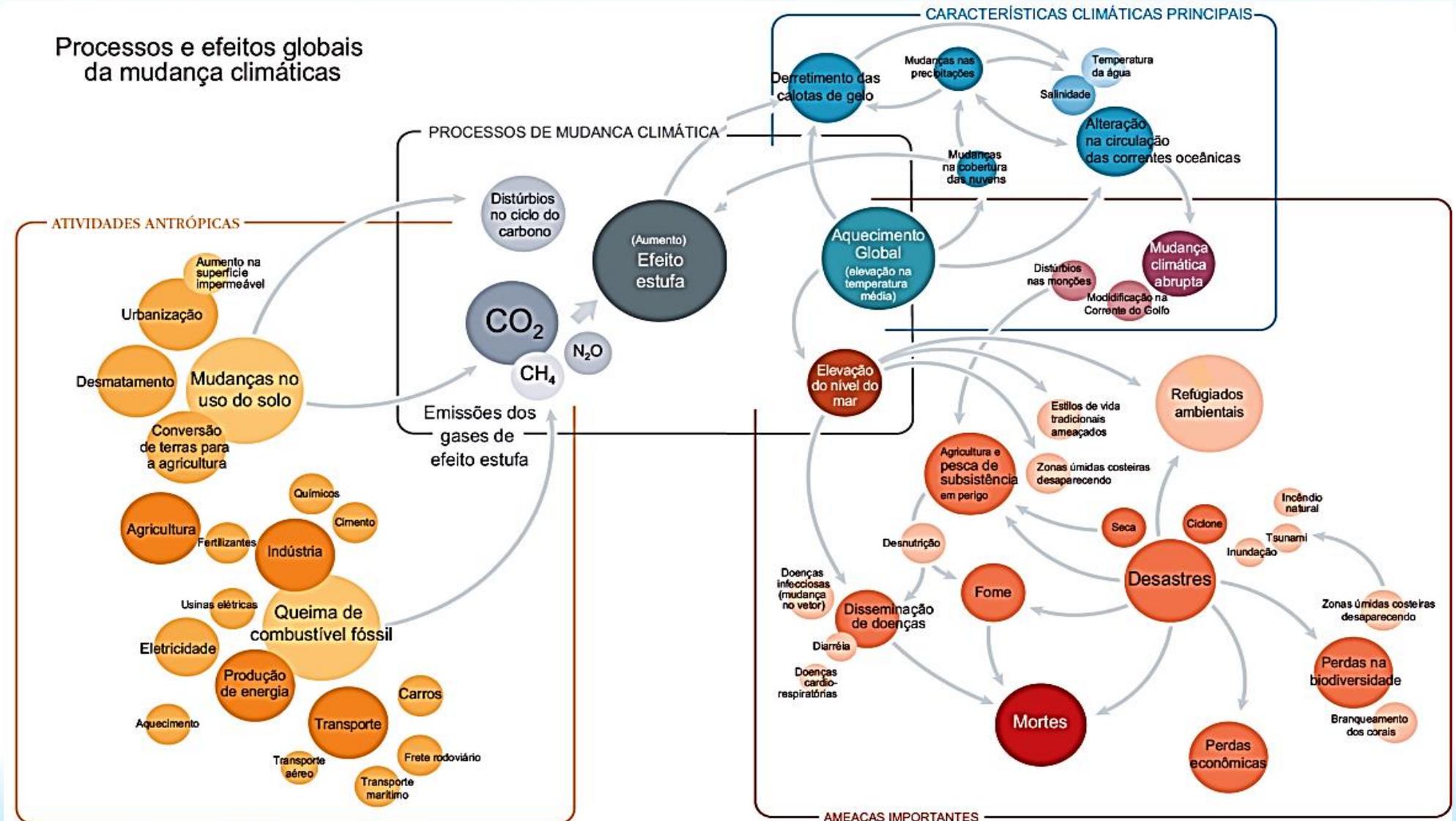


Observações:

- Os **oceanos são grandes depósitos de gás carbônico** e realizam uma troca constante de carbono com a atmosfera.
- A concentração do carbono na atmosfera é a menor, pois a **maior parte está nos oceanos e na crosta terrestre**.
- A vida nos oceanos consome grandes quantidades de CO₂, uma vez que **baixas temperaturas no oceano aumentam a absorção do CO₂ atmosférico**, enquanto **temperaturas mais altas podem causar a emissão de CO₂**.
- O **Efeito Estufa** é uma causa do ciclo do carbono, uma forma que a Terra tem para manter sua temperatura constante.

Composição atmosférica

O Efeito Estufa

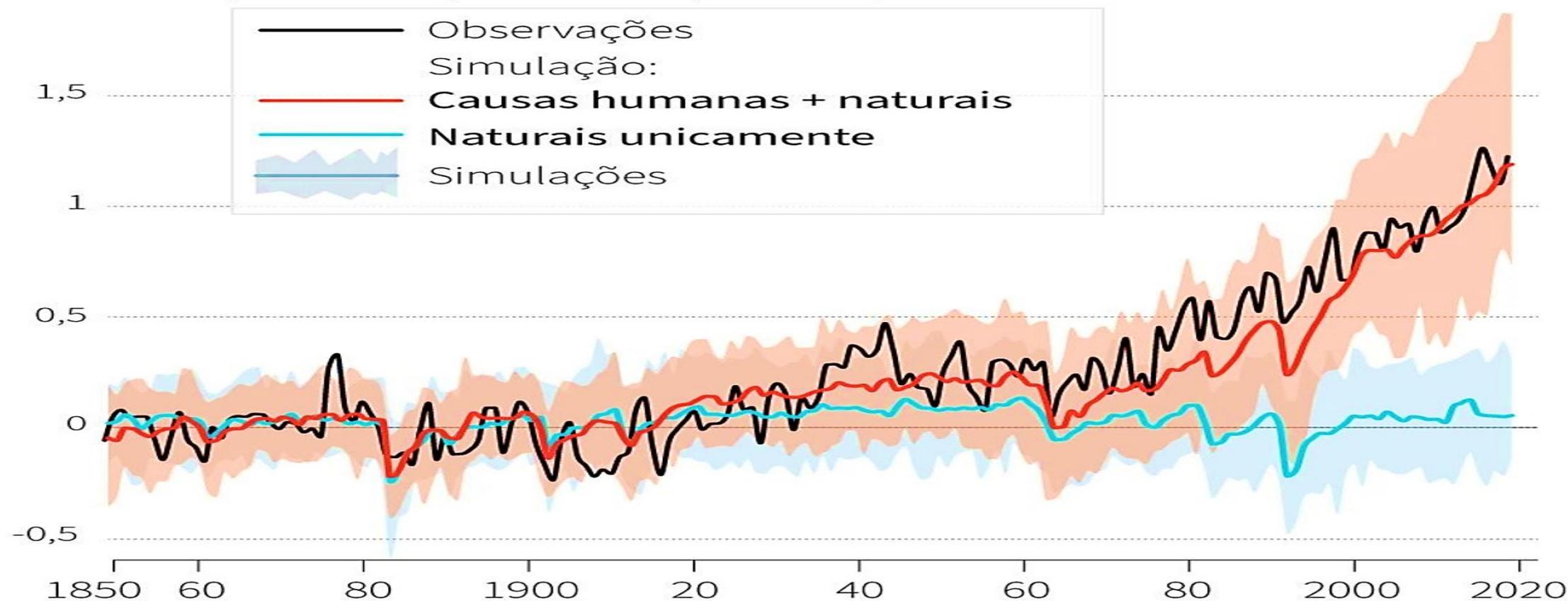


A HUMANIDADE, RESPONSÁVEL PELO AQUECIMENTO

COP 26

O aumento observado das temperaturas se reproduz em simulações que incluem os efeitos da atividade humana

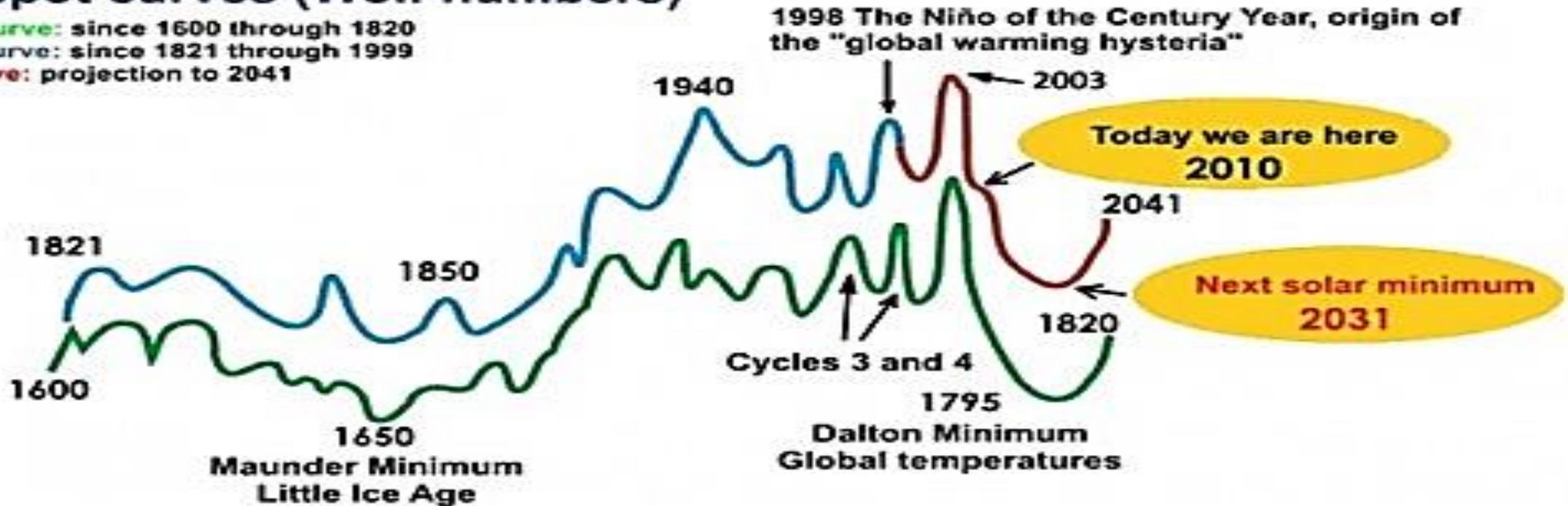
+2 °C em relação aos níveis pré-industriais (1850 - 1900)



Aquecimento Global Mínimo de Maunder ou Dalton? ??

Sunspot curves (Wolf numbers)

Lower curve: since 1600 through 1820
Upper curve: since 1821 through 1999
Red curve: projection to 2041



Source: Timo Niroma <http://personal.eunet.fi/pp/tilmari/tilmari6.htm#chart>

A superfície do Sol tem estado relativamente limpa nos últimos anos, e isso preocupa vários cientistas que afirmam possa ter entrado em outro mínimo de Maunder ou Dalton, uma abstinência de manchas solares que durou 70 e 40 anos respectivamente, e que alguns ligaram à Pequena Idade do Gelo do século XVII e XVIII.

Variações de longa duração

Os ciclos de Milutin Milankovitch

Desenvolveu a teoria dos ciclos glaciais no começo do século XX.

-Mudanças na **órbita** do planeta



-Mudanças na **insolação** recebida pelo planeta

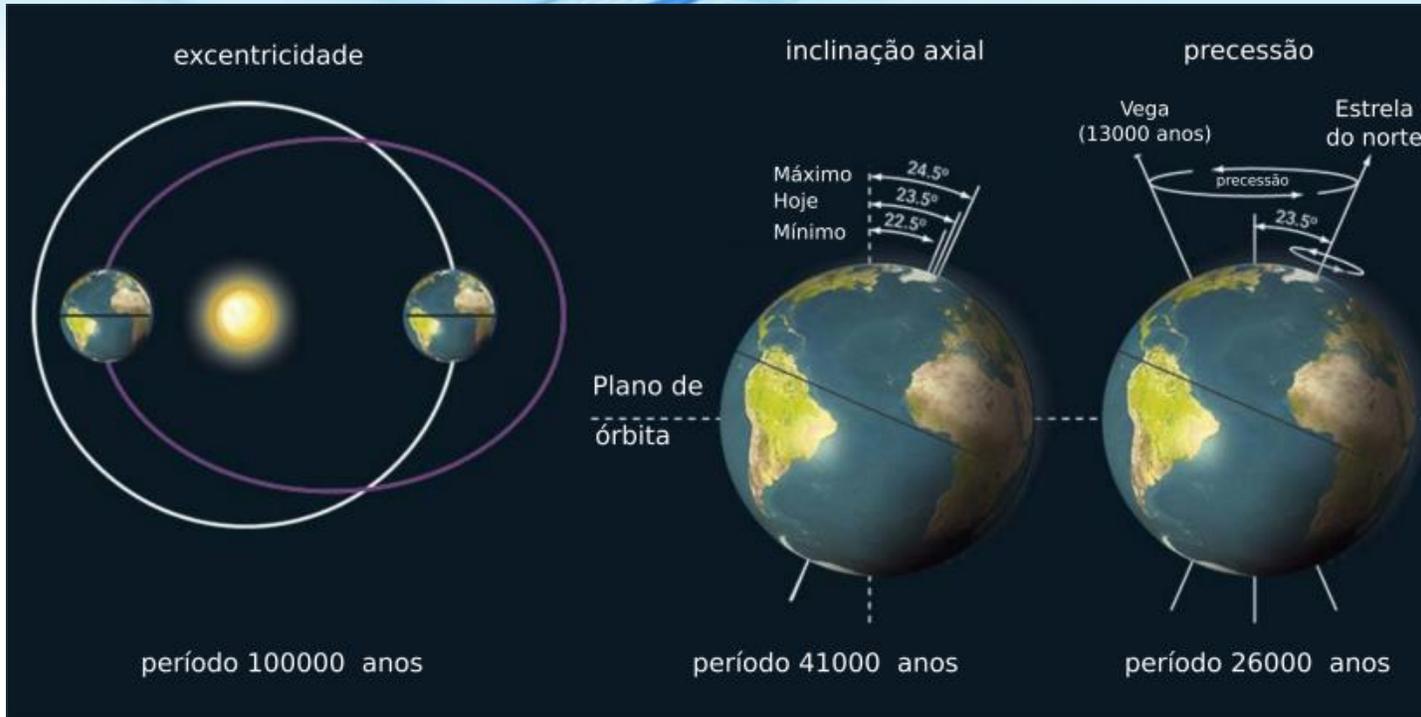


- Ciclos **glaciais e interglaciais**.



Milutin Milankovitch (1879-1958)





Variações orbitais

Mudanças na excentricidade orbital afetam a distância Terra-sol. Atualmente, existe uma diferença de apenas 3% (5 milhões de quilômetros) entre a aproximação mais próxima (periélio), que ocorre em ou próximo a 3 de janeiro, e a partida mais distante (afélio), que ocorre em torno de 4 de julho. **Essa diferença na distância equivale a um aumento de cerca de 6% na radiação solar recebida** (insolação) de julho a janeiro. **A forma da órbita da Terra muda de elíptica (alta excentricidade) para quase circular (baixa excentricidade) em um ciclo que cerca de 100.000 anos.**

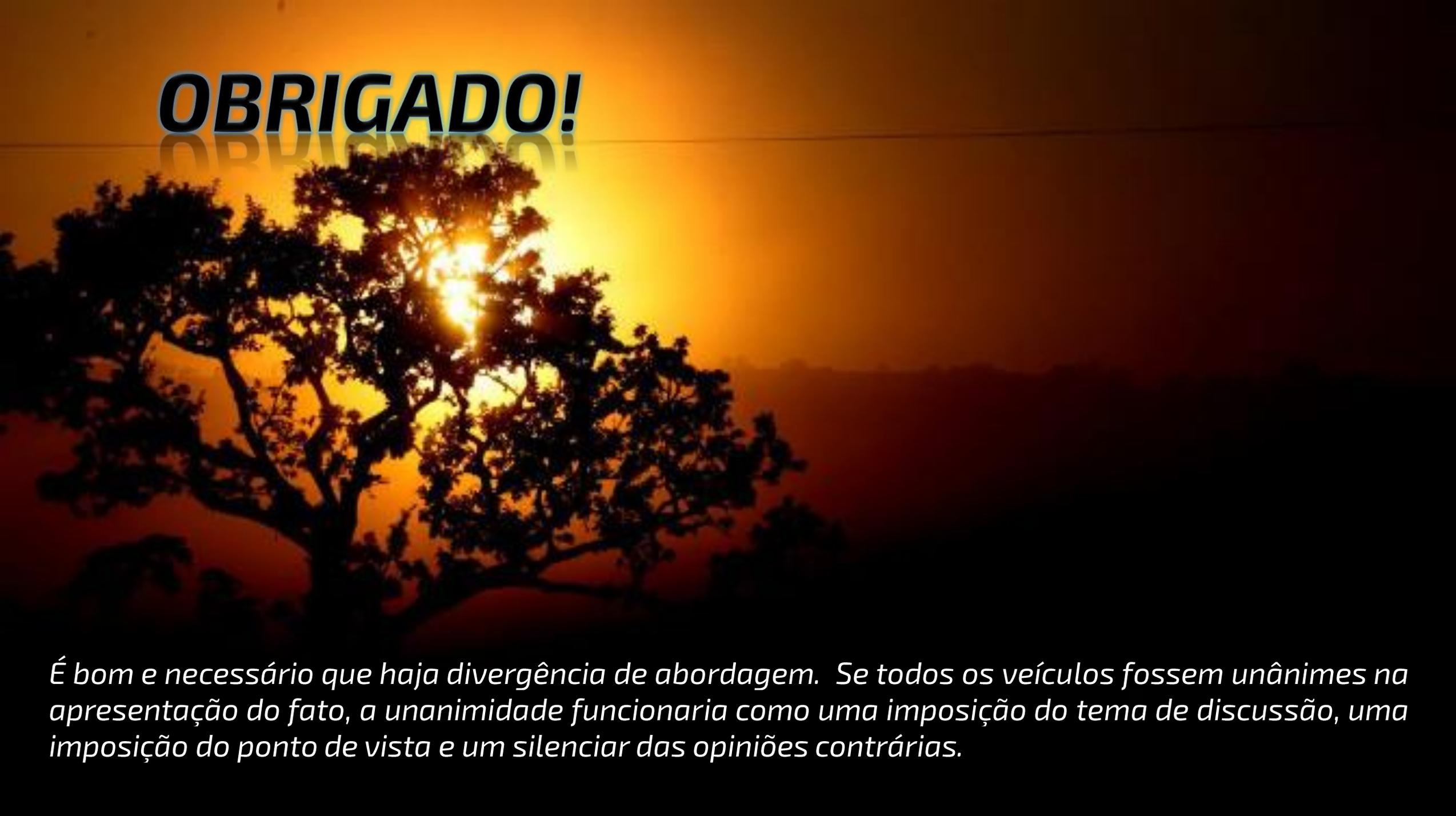
Obliquidade (alteração da inclinação axial)

À medida que a **inclinação axial aumenta, o contraste sazonal aumenta para que os invernos fiquem mais frios e os verões mais quentes em ambos os hemisférios.** Hoje, o eixo da Terra está inclinado 23,5 graus do plano de sua órbita ao redor do sol. Durante um **ciclo de cerca de 41.000 anos**, a inclinação do eixo varia entre 22,1 e 24,5 graus.

Precessão

Precessão é o **movimento circular do eixo de rotação da Terra.** Praticamente é um movimento de um pião que gira sobre o seu eixo, mas este eixo oscila ligeiramente. A precessão faz com que o polo norte (e sul) não aponte sempre para a mesma estrela ou constelação. Alterações na precessão axial alteram as datas de periélio e afélio e, **portanto, aumentam o contraste sazonal em um hemisfério e diminuem o contraste sazonal no outro hemisfério.** Um ciclo de **cerca de 26.000 anos.**

OBRIGADO!

A sunset scene with a large tree silhouette in the foreground and a bright sun in the background. The sun is low on the horizon, creating a warm, golden glow. The tree is dark against the bright sky. The overall mood is peaceful and grateful.

É bom e necessário que haja divergência de abordagem. Se todos os veículos fossem unânimes na apresentação do fato, a unanimidade funcionaria como uma imposição do tema de discussão, uma imposição do ponto de vista e um silenciar das opiniões contrárias.