

A photograph of a person sitting on the ground under a large, leafless tree in a dry, open landscape. The person is wearing a blue shirt and dark pants. The ground is sandy and rocky, and the sky is clear and blue.

Ciências do Ambiente

CA68A

Prof. Dr. Patricia Krecl

1ª avaliação ESCRITA

Dia: 13/10/2025

A prova inicia às 16:40 horas

Individual e sem material de consulta

Valor máximo: 10,0 pontos; peso: 0,40

Mistura de perguntas para desenvolver e de múltipla opção.

Conteúdo: todo o conteúdo ministrado até a aula do dia 06/10/2025 inclusive (lembrar aulas em vídeo 25/08/2025; 22/09/2025, 06/10/2025 >> Google drive UTFPR).

Problemas ambientais decorrentes de alterações dos ciclos biogeoquímicos

Alguns exemplos

- Eutrofização acelerada
- Aquecimento global
- Deposição ácida

Eutrofização

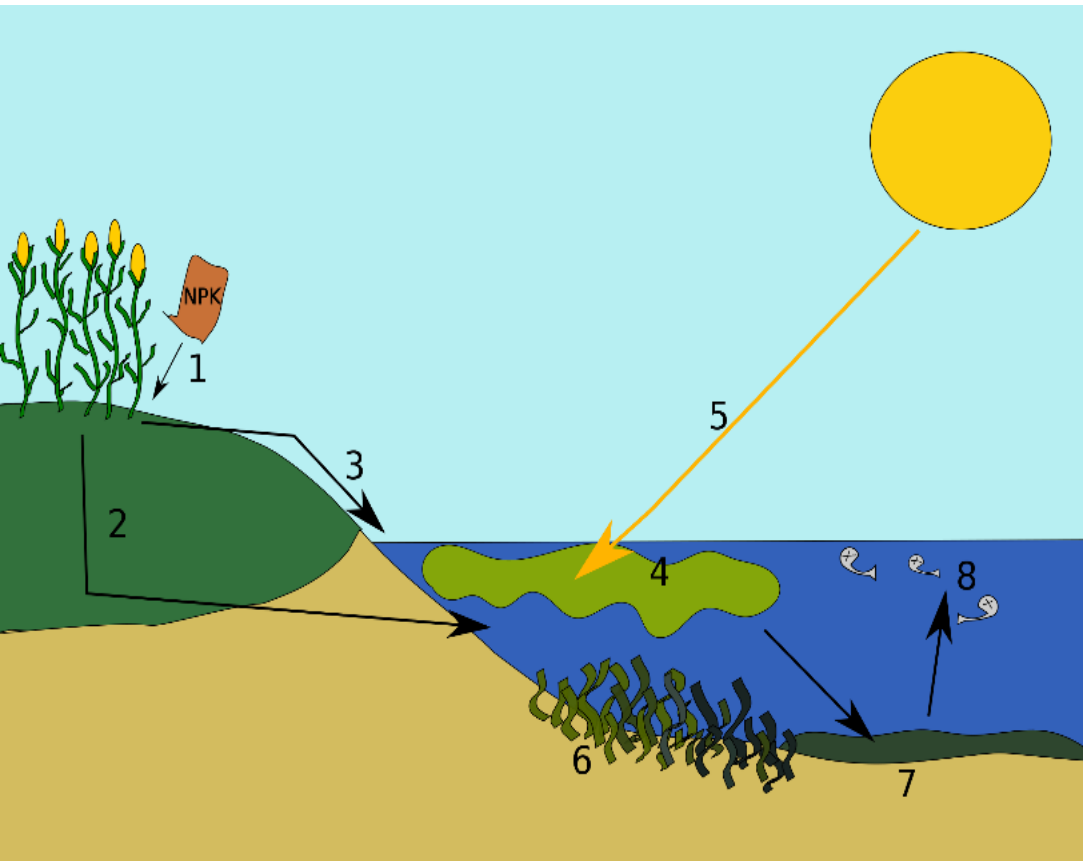
Processo de poluição de corpos de água (rios, lagos etc.) por excesso de nutrientes (geralmente fosfatos e nitratos)

- Eutrofização natural: ser um processo natural de maturação de um ecossistema lacustre
- Eutrofização acelerada: processo associado a intervenção humana

According to the survey of International Lake Environment committee (1988-1993)

- Asia Pacific: 54% of lakes are eutrophic;
- Europe: 53%
- Africa: 28%
- North America: 48%
- South America: 41%

Eutrofização



- 1: excesso de nutrientes no solo.
- 2 e 3: os nutrientes escoam para os corpos de água.
- 4: aumento de algas e cianobactérias. Reduzem a troca de gases entre a água e a atmosfera.
- 5: bloqueia de parte da radiação solar pelas algas
- 6: as plantas abaixo das algas não realizam fotossíntese e morrem.
- 7: as algas morrem e afundam, sendo decompostas por bactérias, que usam o oxigênio para respirar.
- 8: esgotamento do oxigênio dissolvido do corpo de água.

Eutrofização

Fonte antropogênicas de acúmulo de nutrientes

- Pesticidas
- Fertilizantes e adubos
- Esgoto sanitário (residencial e/ou industrial)



Eutrofização: impactos

Impactos sobre ecossistemas e qualidade da água

- Diminui a biodiversidade
- Altera as espécies de algas presentes no meio
- Altera as espécies de peixes pela diminuição do oxigênio dissolvido
- Altera sabor, odor e turbidez da água pela matéria orgânica em excesso
- Altera pH da água pela decomposição anaeróbia que ocorre no fundo da água (libera metano, gás sulfídrico, amônia, fósforo, manganês)

Impactos sobre uso de recursos hídricos

- Uso como manancial: o excesso de algas obstrui os filtros das estações de tratamento, dificulta o controle de pH, sabor/odor
- Aumento de algas azuis ligado com aumento de distúrbios gastrintestinais
- Prejudica o uso recreacional
- Prejudica a irrigação por obstrução das bombas (algas)
- Perda de valor comercial das propriedades localizadas nas margens

Deposição ácida

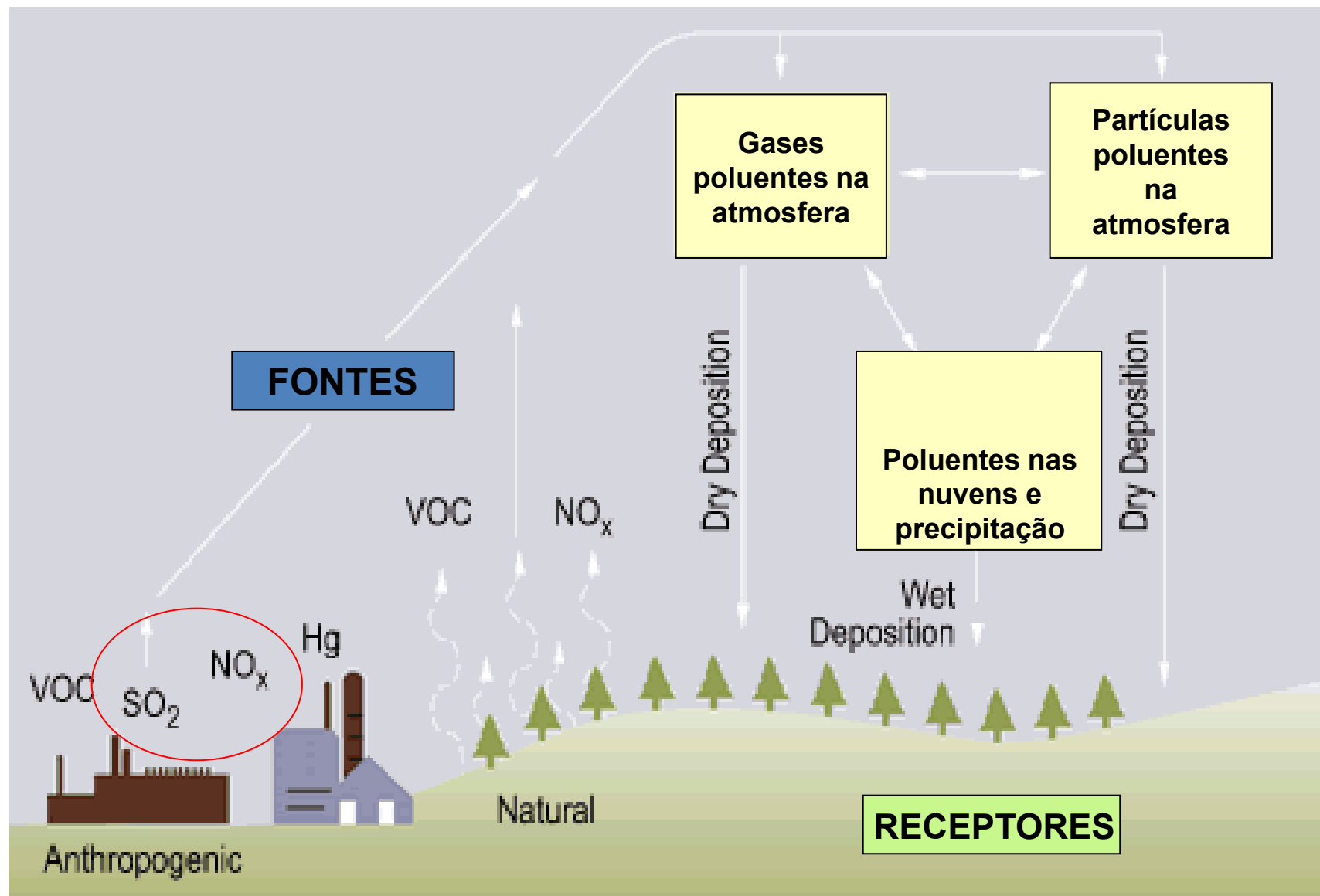
Definição: Quando o ácido sulfúrico (H_2SO_4), ácido nítrico (HNO_3) ou ácido clorídrico (HCl) emitidos ou gerados no ar se depositam nos solos, lagos, fazendas, florestas ou construções.

Os precursores químicos da deposição ácida são o dióxido de enxofre (SO_2) e óxidos de nitrogênio (NO_x), que tem origem natural (erupções vulcânicas e vegetação em decomposição) e humana (queima de combustíveis fósseis).

Por que é poluição de escala regional?

Quando SO_2 e NO_x são emitidos para a atmosfera, os ventos dominantes carregam essas substâncias através das fronteiras estaduais e nacionais, às vezes ao longo de centenas de km.

Deposição ácida (escala regional)



Definição de pH

Potencial hidrogeniônico (pH) refere-se à concentração molar de cátions hidrônio presentes numa solução aquosa.

$$\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$$

Indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa.

Definição de pH

Alguns valores comuns de pH

Substância	pH
Ácido de bateria	< 1,0
Suco gástrico	1,0 - 3,0
Sumo de limão	2,2 - 2,4
Refrigerante tipo cola	2,5
Vinagre	2,4-3,4
Sumo de laranja ou maçã	3,5
Cervejas	4,0 - 5,0
Café	5,0
Chá	5,5
Chuva ácida	< 5,6
Saliva pacientes com câncer (cancro)	4,5 - 5,7
Leite	6,3 - 6,6
Água pura	7,0
Saliva humana	6,5 - 7,5
Sangue humano	7,35 - 7,45
Água do mar	8,0
Sabonete de mão	9,0 - 10,0
Amoníaco	11,5
"Água sanitária"	12,5
Hidróxido de sódio (soda cáustica)	13,5

SOLUÇÃO ÁCIDA



SOLUÇÃO NEUTRA

SOLUÇÃO ALCALINA

Mapa global de pH da precipitação

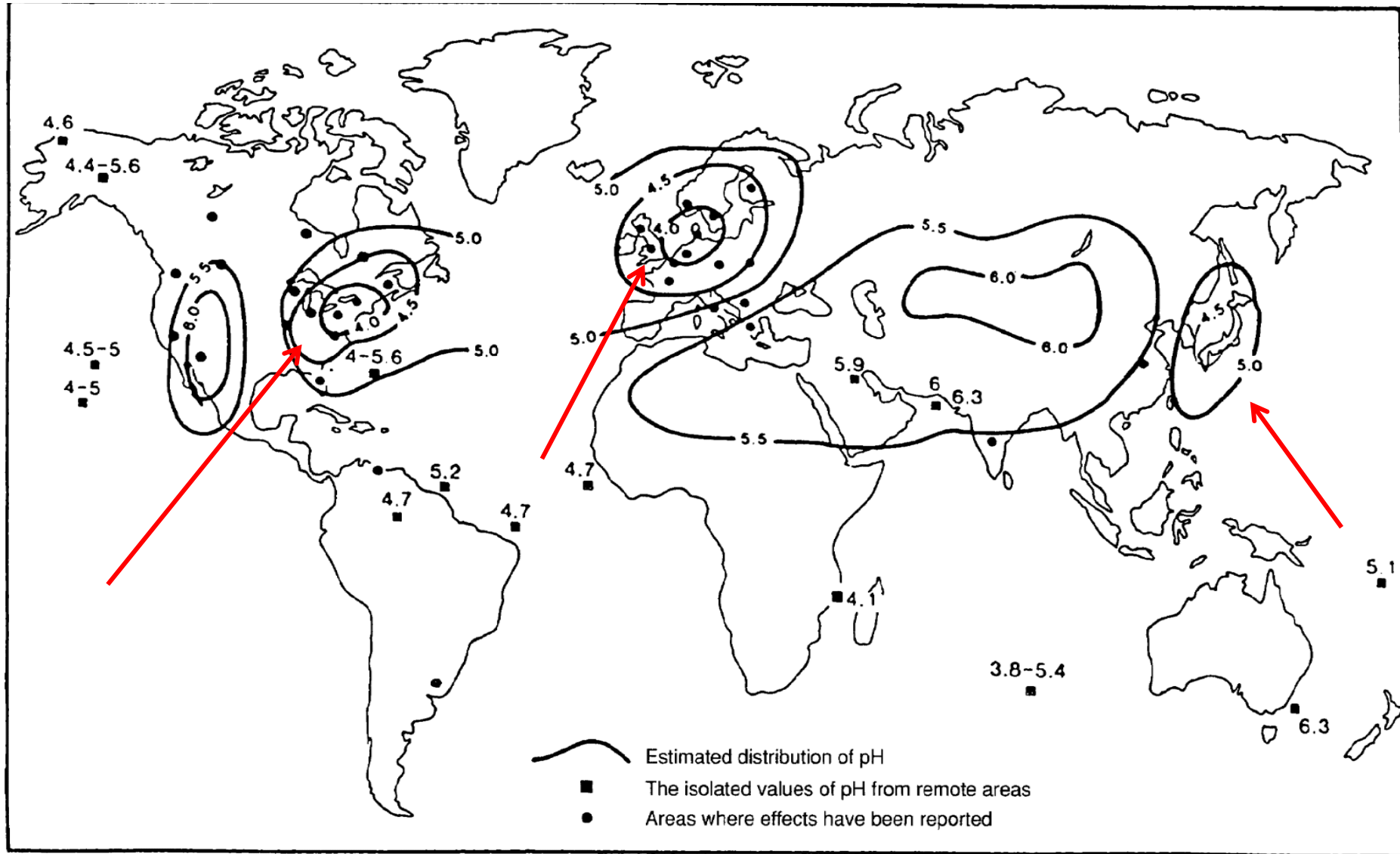
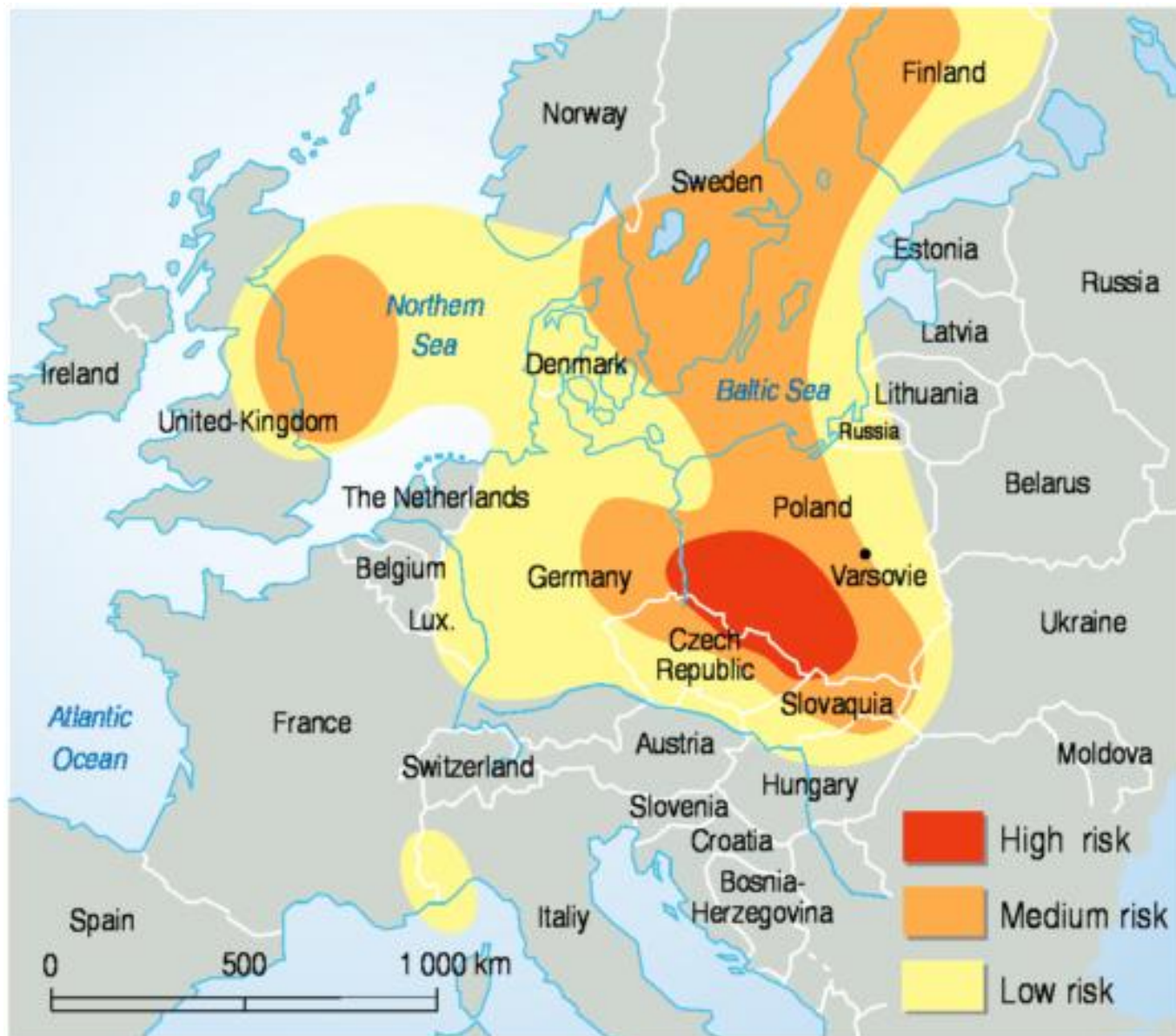
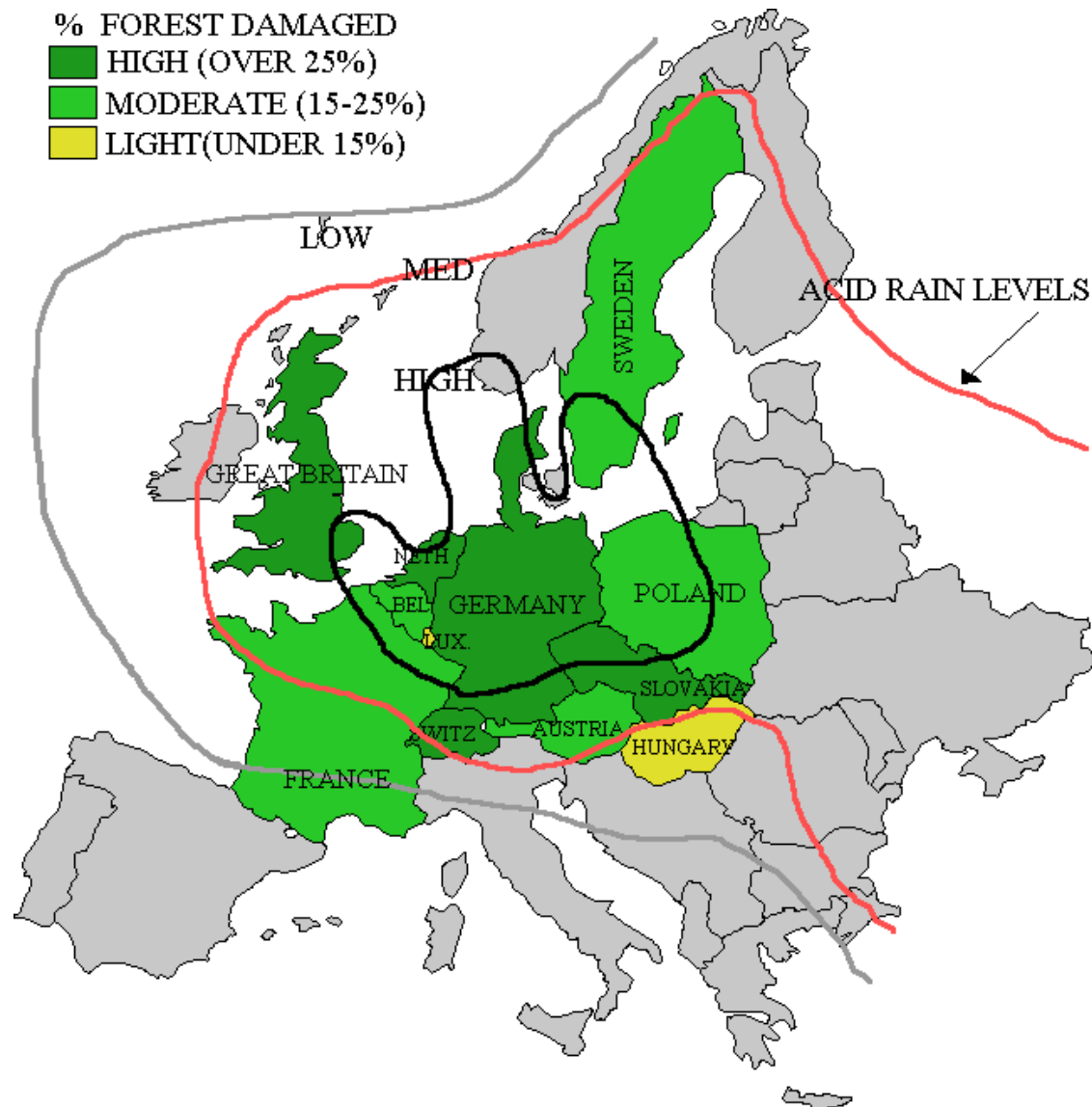


FIGURE 20.19 Map of the global pattern of precipitation acidity as determined by the Background Air Pollution Monitoring Program of the World Meteorological Organization (after Whelpdale and Miller, 1989).

Poluição transfronteiriça: Europa - Deposição ácida



Poluição transfronteiriça: Europa - Deposição ácida












Efeitos de deposição ácida

- Contribui para doenças respiratórias (asma, bronquite)
- Danificação das florestas, principalmente as situadas a grande altitude. Diminuição da folhagem; manchas amarelas; maior produção de pinhas, morte das pontas



Efeitos de deposição ácida

- Impacto adverso sobre as massas de água doce, matando plâncton, peixes e anfíbios.

Critical pH Levels for Aquatic Organisms		
Animal		Critical pH Level
Snails		6
Clams		6
Bass		5.5
Crayfish		5.5
Mayfly		5.5
Trout		5
Salamanders		5
Perch		4.5
Frogs		4

Snails: Caramujos

Clams: Amêijoas

Bass: Ronalo

Crayfish: Lagostim

Mayfly: Efeméridas

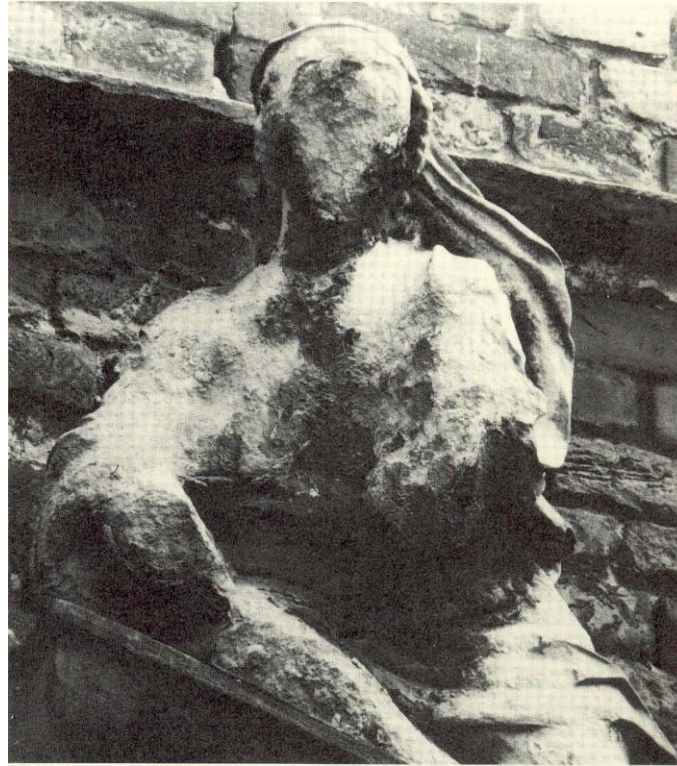
Trout: Truta

Efeitos de deposição ácida

- Acidificação dos solos: perdas na agricultura
- Corrosão das turbinas usadas para gerar energia elétrica
- Diminuição da visibilidade (partículas sulfato e nitrato)

Efeitos de deposição ácida

- Destruição de obras civis e monumentos.



Herten Castle in Ruhr district of Germany. Sculpted 1702; photo1: 1908, photo2: 1969)

Anomalia térmica

Diferença da temperatura do ar para um momento determinado e a temperatura média do ar de um período de referência.

$$\Delta T = T - \bar{T}_{ref}$$

Exemplo:

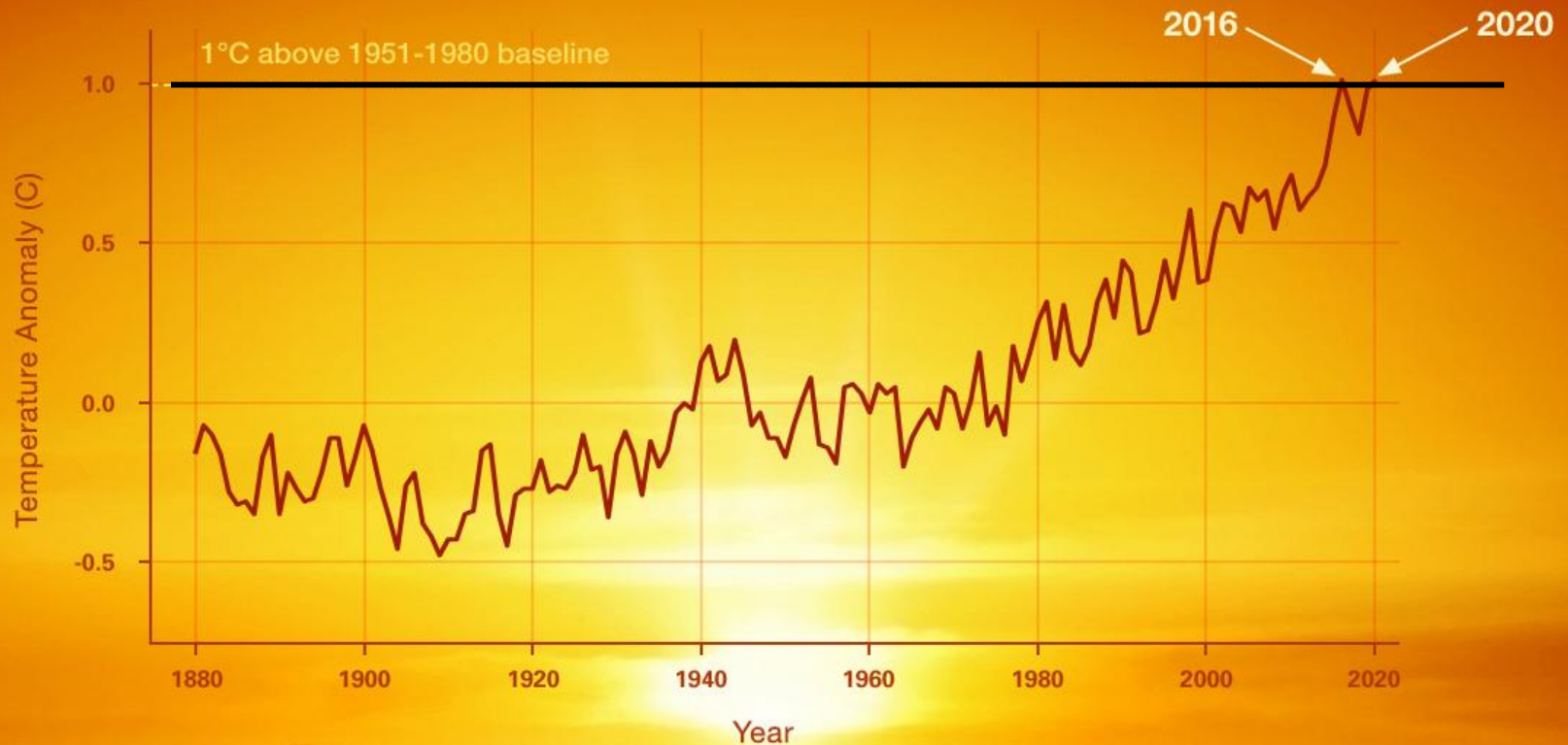
$T = 14,62^{\circ}\text{C}$, Temp. média anual do planeta para o ano 2010 ,

$T_{ref} = 14,0^{\circ}\text{C}$, Temp. média anual do planeta para o período (1951-1980)

$\Delta T = 0,62^{\circ}\text{C}$, Anomalia térmica do ano 2010

Aquecimento global

Anomalia da temperatura do ar próximo da superfície a escala global em relação às temperaturas médias do período (1951-1980)



Aquecimento global & mudanças climáticas

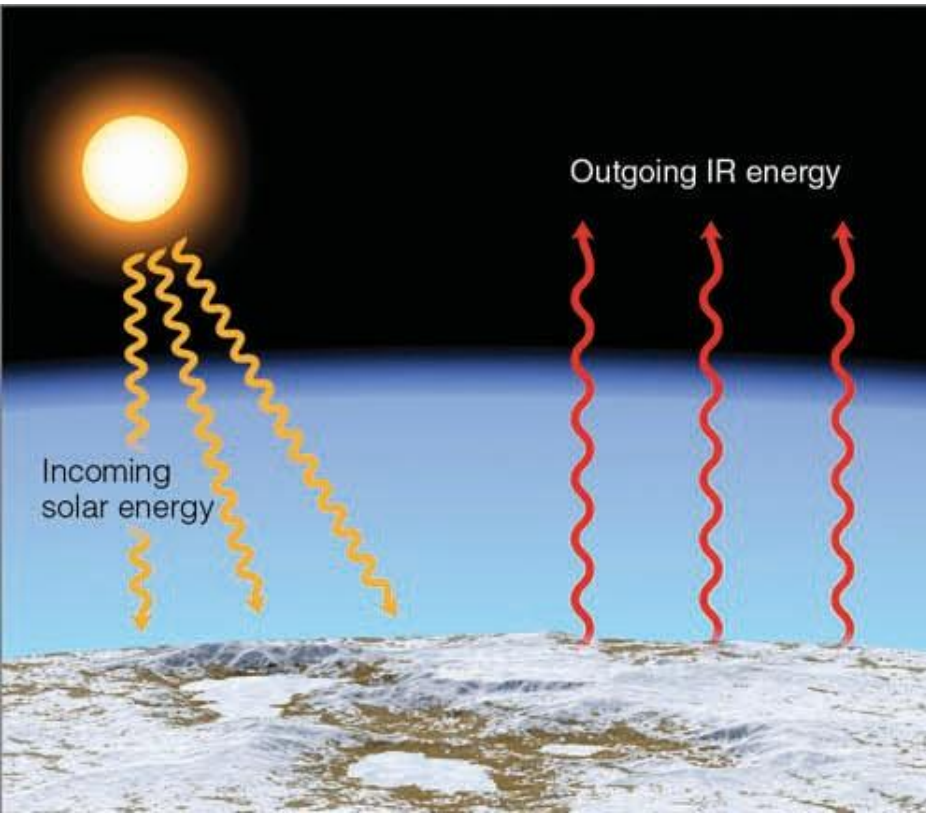
Aquecimento global: Aumento da temperatura do ar próximo da superfície devido ao aumento dos gases de efeito estufa (emitidos pela ação humana).

Mudanças climáticas: variação estatisticamente significativa das características do clima que persiste durante um período prolongado, tipicamente décadas ou mais. **As alterações podem ser de origem natural ou antrópica (IPCC)**

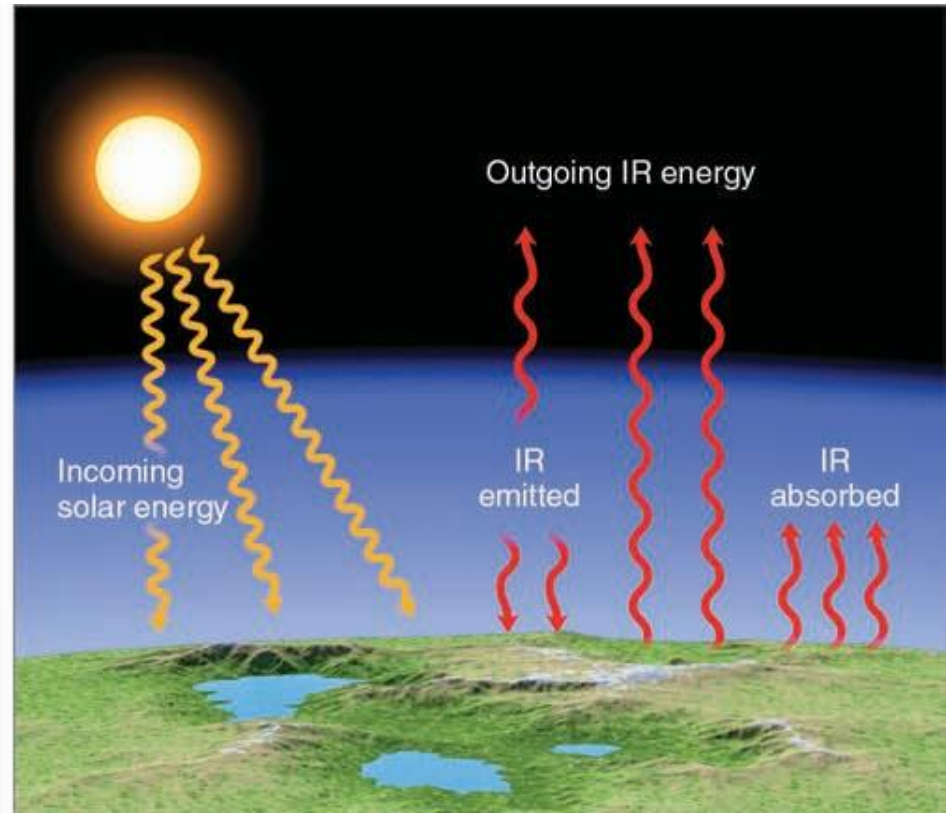
IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change

Efeito estufa natural

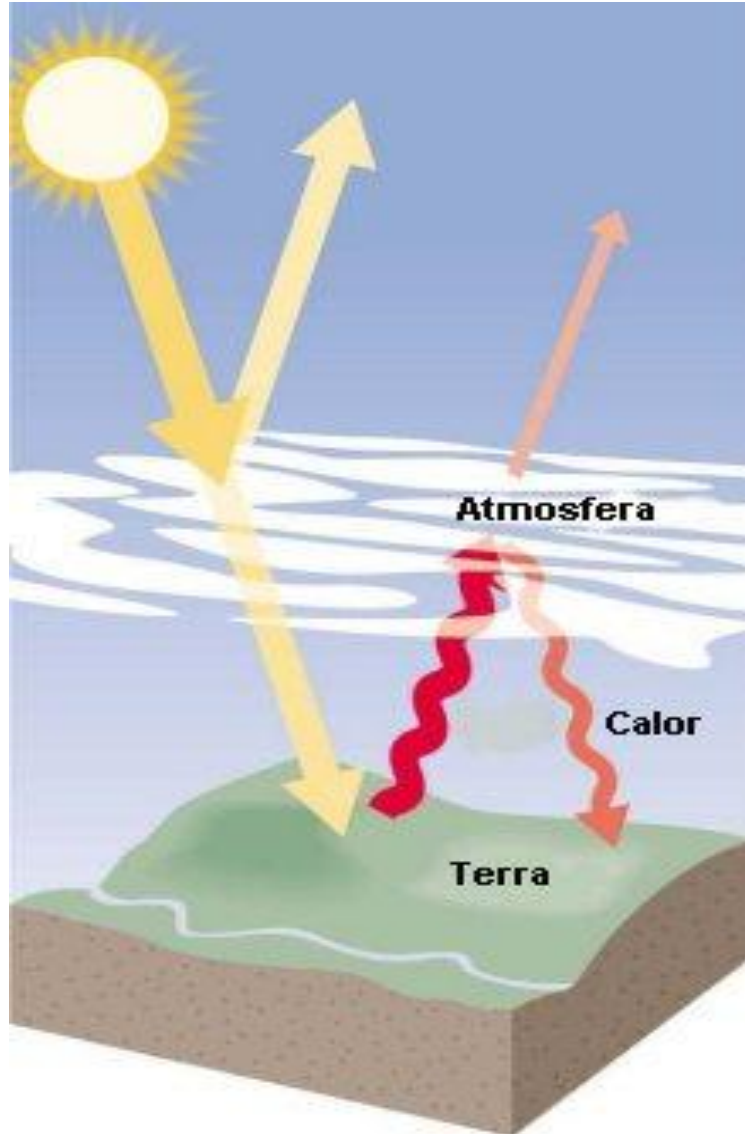
Atmosfera sem GEE
 $T = -18^{\circ}\text{C}$



Atmosfera com GEE
 $T = +15^{\circ}\text{C}$



Efeito estufa aumentado



1. A radiação solar atravessa facilmente a atmosfera.
2. Parte da radiação solar é reenviada ao espaço e parte é absorvida pela superfície da Terra.
3. Por sua vez, a Terra emite radiação no IV que é parcialmente absorvida pelos gases da atmosfera (vapor de água, CO_2 , O_3 , CH_4).
4. A atmosfera logo emite rad. IV em todas direções e parte vai atingindo a superfície aumentando a temperatura da superfície.

Efeito antrópico: A atividade humana aumenta as concentrações dos GEE. Maiores concentrações geram mais absorção da radiação terrestre e aumento da temperatura da superfície terrestre e por tanto, do ar
AQUECIMENTO DO PLANETA!

Principais gases de efeito estufa (GEE)

Gás	Principais fontes antrópicas	Tempo residência troposfera (anos)	Potencial aquecimento relativo
CO ₂	Queima combustível	100-120	1
CH ₄	Emissões da biosfera, queima combustível	12-18	23
N ₂ O	Queima combustível, fertilizantes, detritos animais	114-120	296
CFC	Refrigeradores, espumas plásticas	11-20	900-8.300
HCFC		9-390	470-2.000
HFC		15-390	130-12.700

Aquecimento do ar



Aquecimento dos oceanos



Redução placas de gelo



Derretimento das geleiras



Redução cobertura de neve



Aumento do nível oceanos



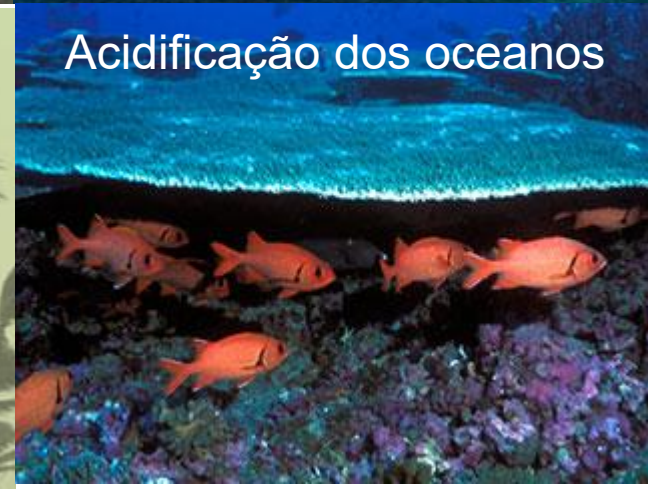
Derretimento gelo marinho no Ártico



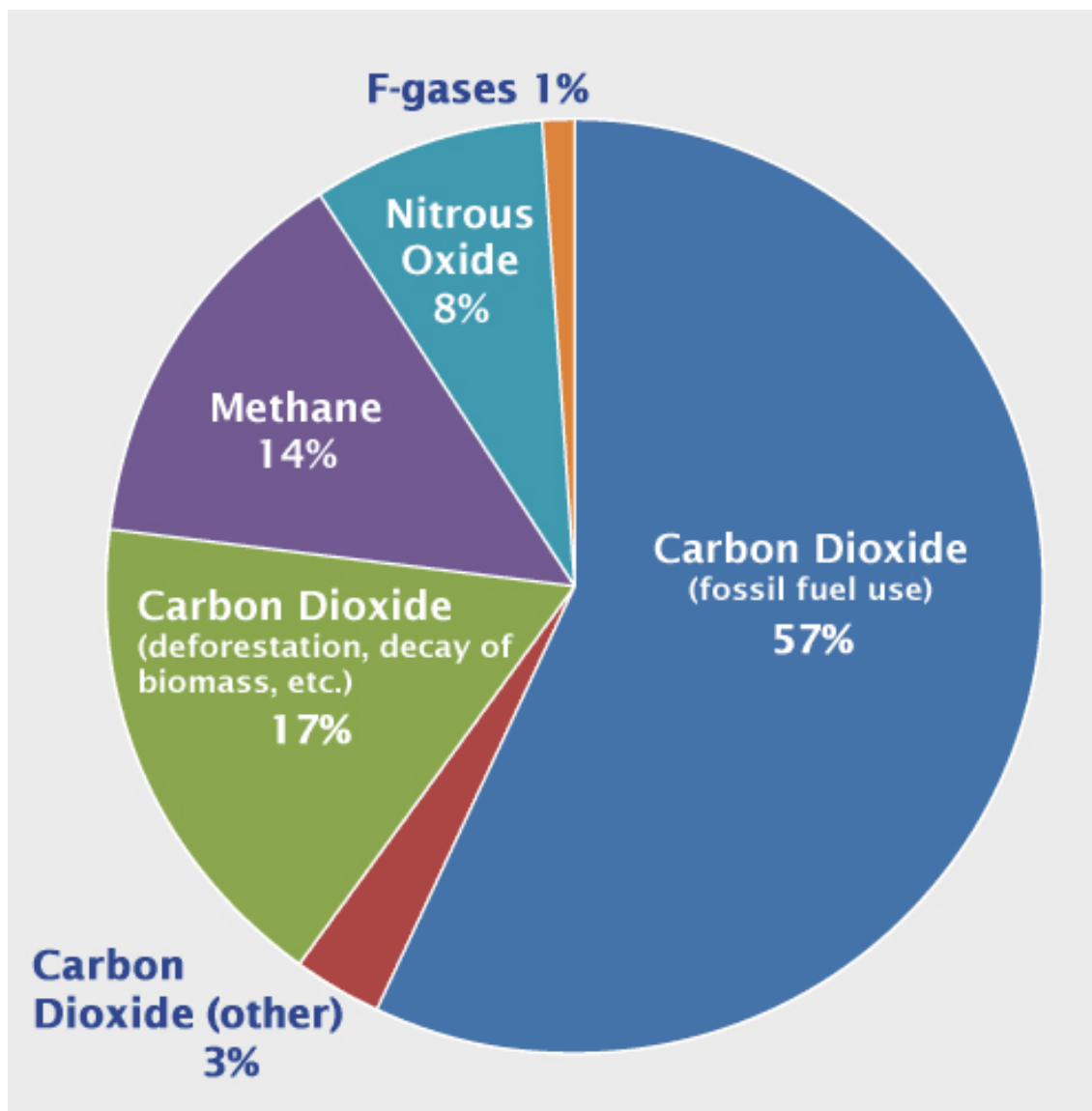
Eventos extremos



Acidificação dos oceanos



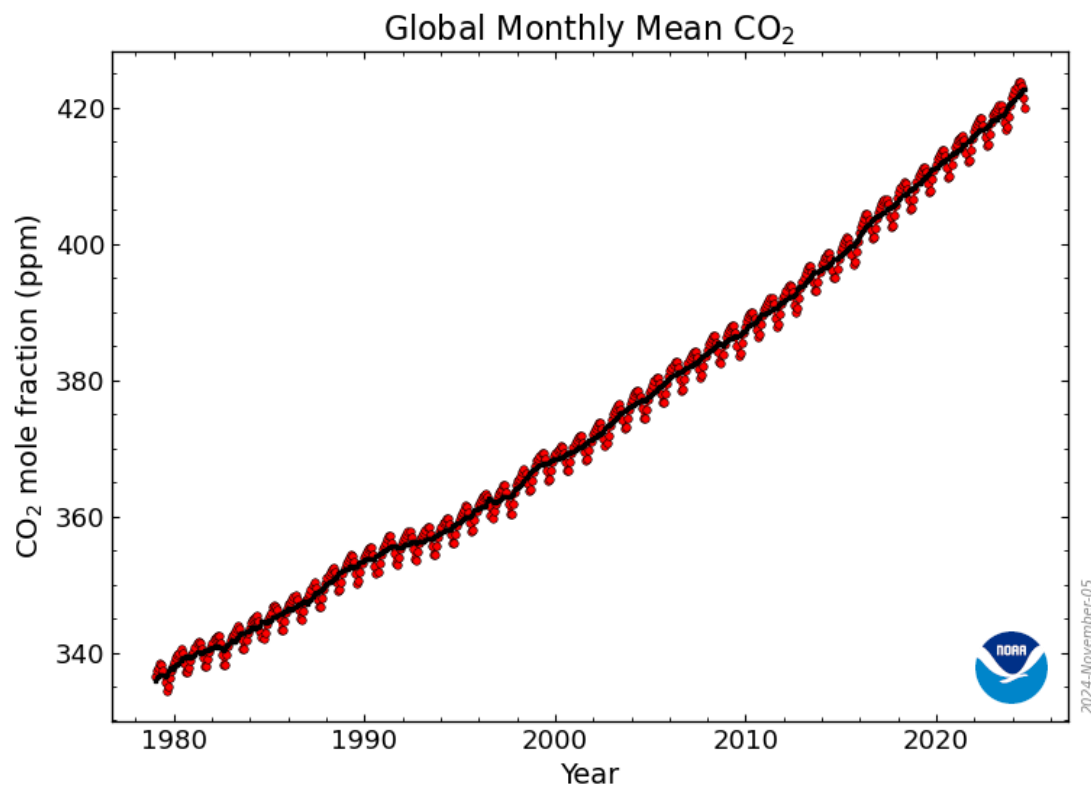
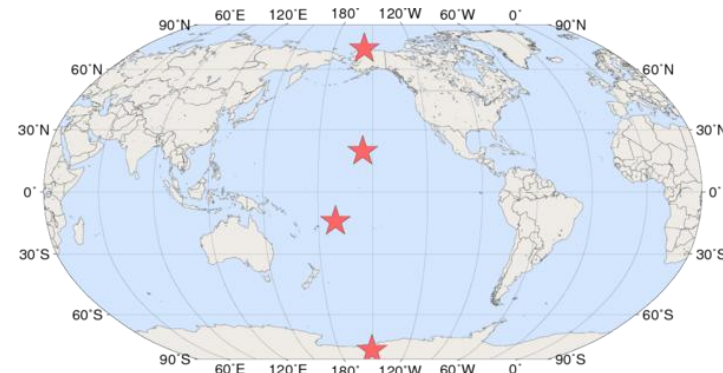
Contribuição relativa dos GEE ao aquecimento global



IPCC, 2007

Concentração de CO₂ na atmosfera

[1980-2024]



- Barrow, Alaska
- Mauna Loa, Hawaii
- American Samoa
- South Pole, Antarctica

August 2024: 419.92 ppm

August 2023: 416.72 ppm

Last updated: Nov 05, 2024

Concentração de CO₂ na atmosfera

Evolução temporal das concentrações de CO₂, com dados obtidos da análise de amostras atmosféricas contidas em núcleos de gelo e medições diretas mais recentes.



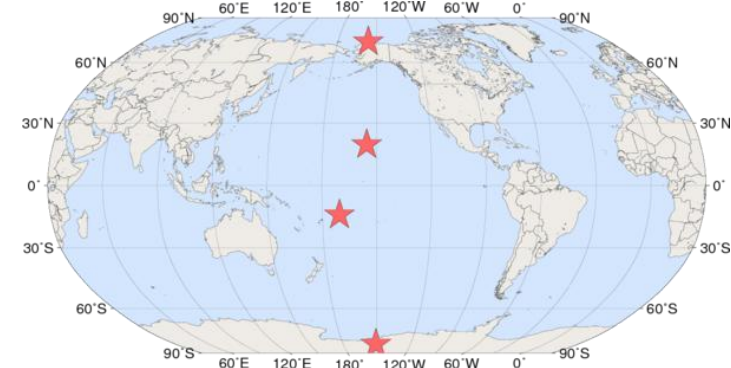
Ice cores

What an ancient ice core from Antarctica can tell us about our climate's past and future

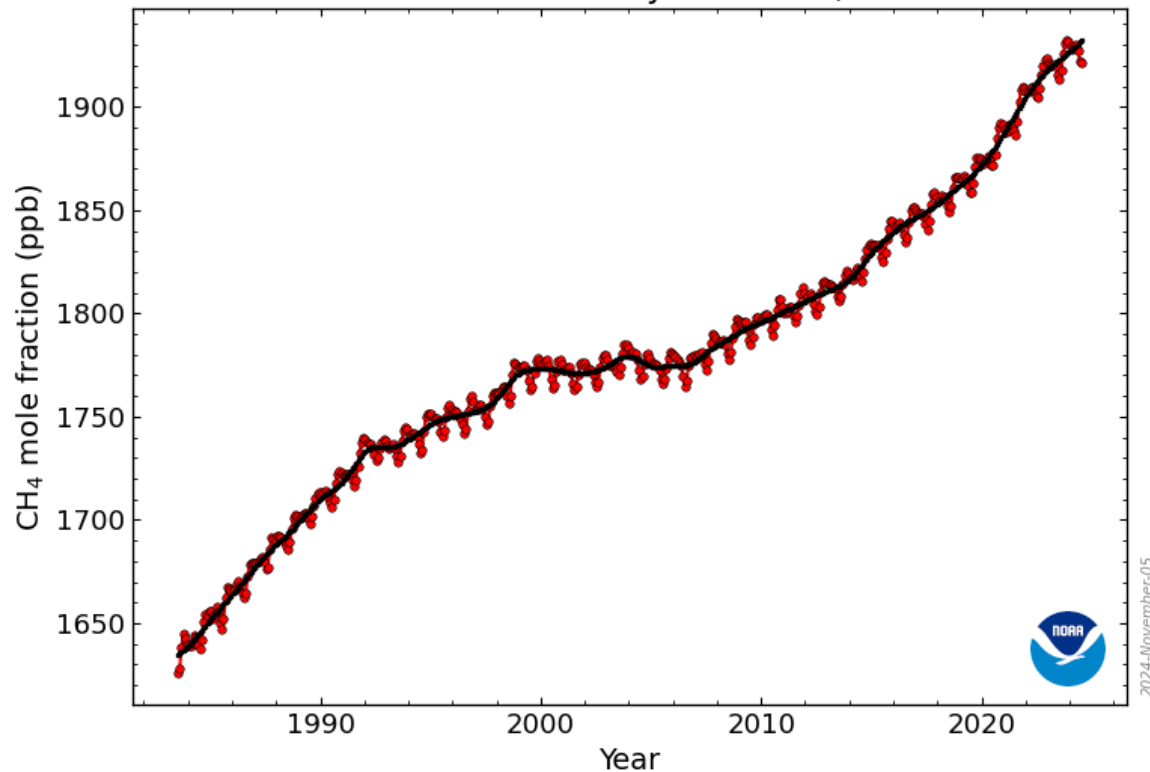
<https://www.youtube.com/watch?v=KUbvibnLh3I>

Concentração de CH₄ na atmosfera

[1983-2024]



Global Monthly Mean CH₄



- Barrow, Alaska
- Mauna Loa, Hawaii
- American Samoa
- South Pole, Antarctica

July 2024: 1921.33 ppb

July 2023: 1913.60 ppb

Last updated: Nov 05, 2024

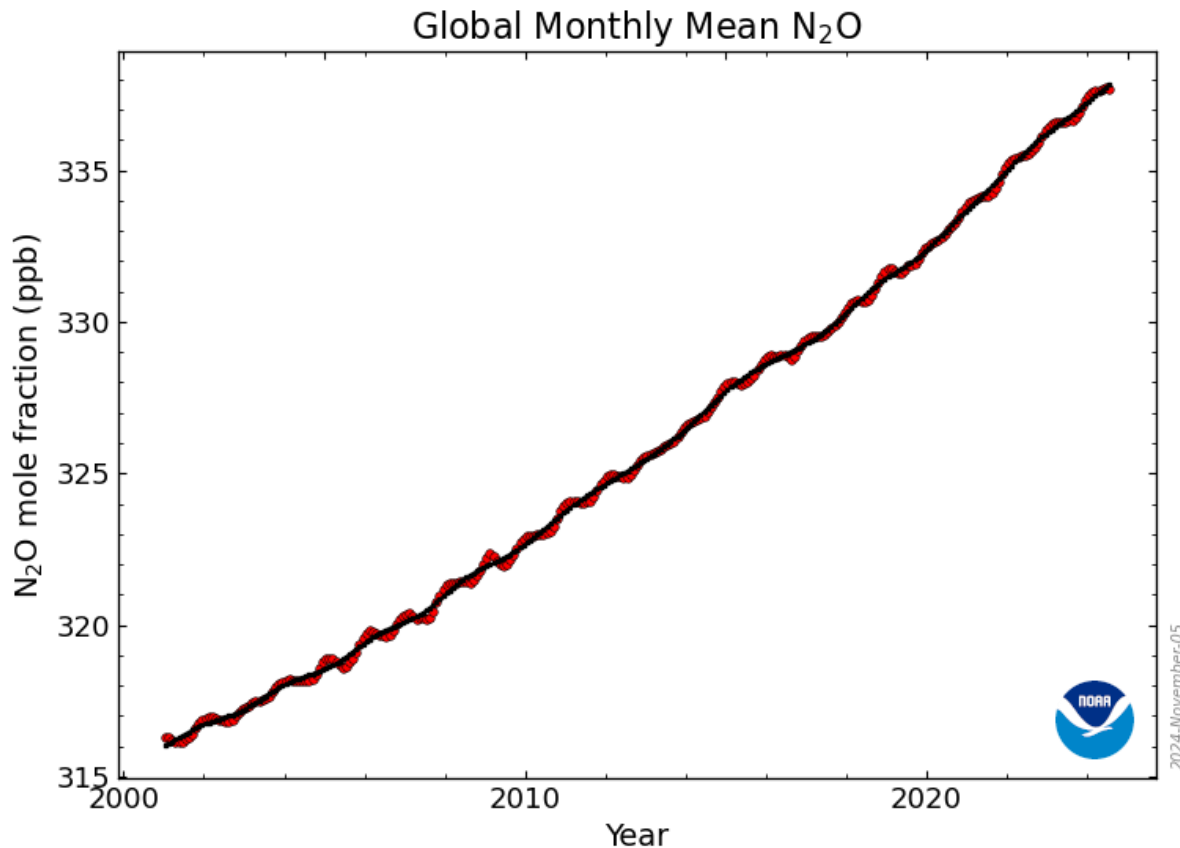
Concentração de N₂O na atmosfera

[2001-2024]

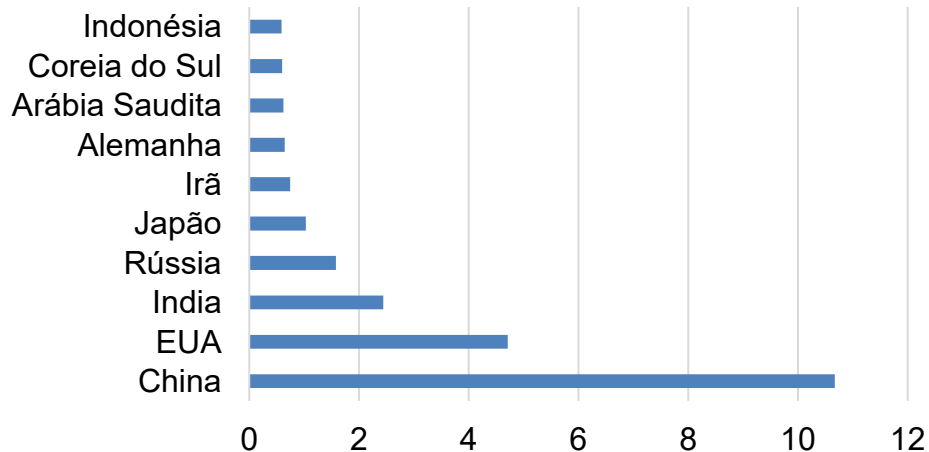
July 2024: 337.68 ppb

July 2023: 336.63 ppb

Last updated: Nov 05, 2024

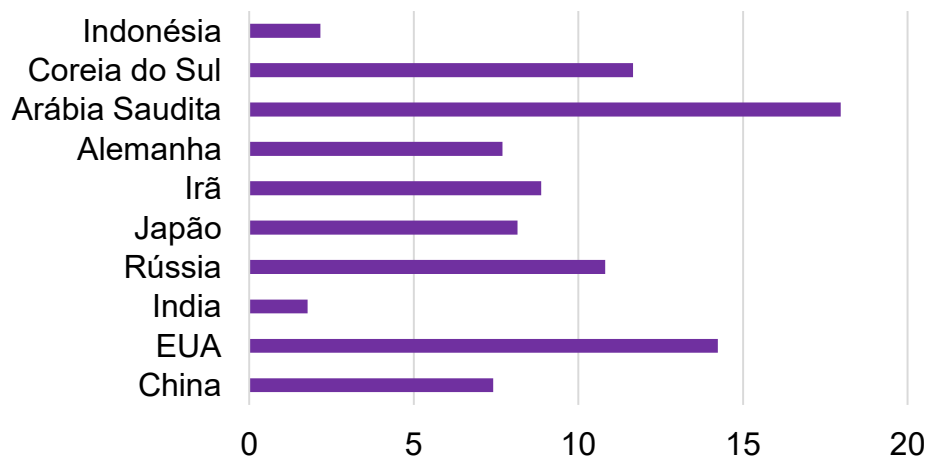


CO2 total (Gt)



**Emissões de CO₂ por queima
de combustíveis fósseis e
produção de cimento
ANO 2020**

CO2 per capita (t)



Brasil: 0.467 Gt
Brasil per capita: 2.20 t