

Universidade de São Paulo
Instituto de Física

Disciplina: Física da Poluição do Ar

Efeito Estufa e Clima

Grupo 2 - Integrantes:

James

Rubens

Caio

Leandro

Professor: Henrique de Melo Jorge Barbosa
Valdir Zhouren Zhu

05/10/2016

Tópicos

- O que é Efeito Estufa?
- Corpo Negro
- Balanço Energético
- Fatores que regulam a temperatura na Terra
- O Papel da Atmosfera

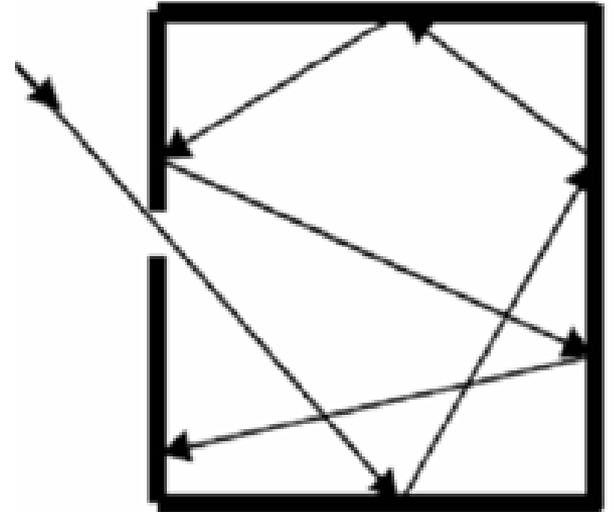
Efeito Estufa

O que é Efeito Estufa?

- A atmosfera é transparente a radiação solar direta
- Absorve bastante a radiação emitida pela superfície da terra
- Quando aquecida, a atmosfera emite radiação para o espaço e de volta para a terra
- A terra fica mais quente do que seria se não houvesse a atmosfera

Corpo Negro

- Para poder realizar o estudo das radiações emitidas foi proposto um modelo idealizado denominado *corpo negro*
- Qualquer radiação que entra não consegue sair
- Se aquecida em seu interior, emitirá radiação pelo orifício
- Portanto, um corpo negro absorve toda radiação incidente e é um excelente emissor de radiação



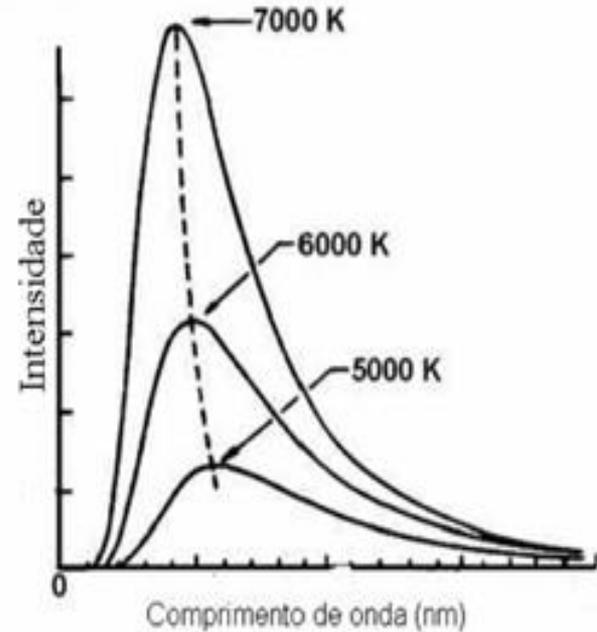
Corpo Negro

Curvas de emissão de radiação para um corpo negro

A região do pico é a parte que corresponde a luz emitida pelo corpo

A Lei de Planck nos dá a potência por unidade de área

$$I_{\lambda} = 2hc^2\lambda^{-5} \left(e^{\frac{hc}{k\lambda T}} - 1 \right)^{-1} \quad (1)$$



Corpo Negro

Aumentando-se a temperatura, para um dado comprimento de onda, a intensidade da radiação aumenta

Aumentando-se a temperatura, o pico da distribuição se desloca para comprimentos de onda menores

Para estudar a Terra como corpo negro, devemos verificar a intensidade de radiação que ela emite

A intensidade total da radiação emitida em todos os λ é igual a área embaixo da curva a cada T

Corpo Negro

Lei de Stefan-Boltzmann

$$E_B = \sigma T^4 \quad (2)$$

Onde:

- σ = constante de Stefan-Boltzmann = $5,6703 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$
- T = temperatura absoluta do corpo
- k = constante de Boltzmann $\sim 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
- h = constante de Planck $\sim 6,63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$
- c = velocidade da luz ($300 \times 10^6 \text{ m/s}$)

Balanço Energético

- Quais fatores influenciam a regulação da temperatura no nosso planeta?
- Estudando o balanço energético Terra-Sol como corpos negros
- Podemos usar a Lei de Stefan-Boltzmann para expressar a radiação emitida pela Terra
- Considerando que a radiação absorvida pela Terra, é:

$$E_A = S(1-\alpha)/4 \quad (3)$$

Onde:

- S é a taxa de radiação solar , chamada constante solar ≈ 1365 e 1372 W.m^2
- $\alpha \approx 0,3$ fração de radiação refletida (albedo)
- Fator $\frac{1}{4}$ é a distribuição da energia solar sobre a superfície terrestre

Balanço Energético

- Multiplicando a área do disco que intercepta a radiação solar por S , temos a energia coletada pela Terra
- A energia média que se distribui na superfície da Terra,

é:

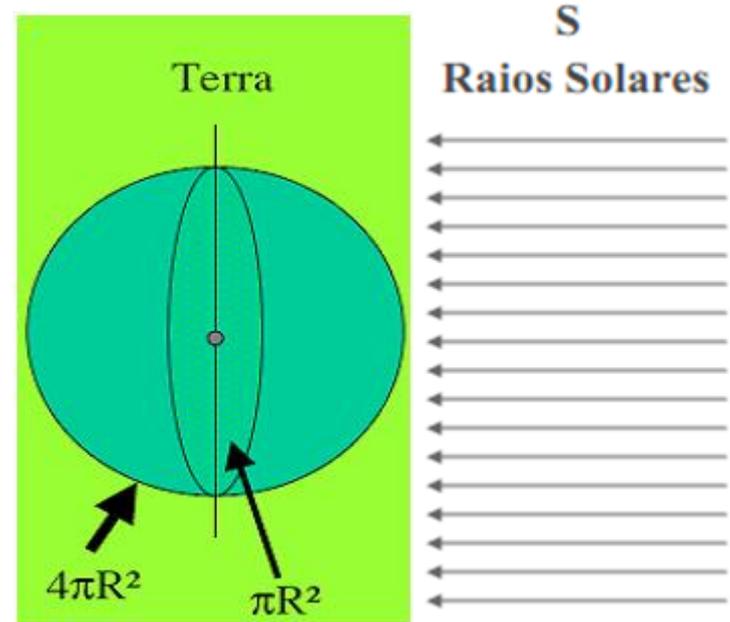
$$(S\pi R^2 / 4\pi R^2) = 1/4 S$$

Considerando que o sistema está em equilíbrio dinâmico, podemos igualar 2 e 3:

$$\sigma \cdot T^4 = S(1-\alpha)/4 \Rightarrow T^4 = S(1-\alpha)/(4\sigma)$$

$$T^4 = 1368,5 \times (1 - 0,3) / (4 \times 5,67 \times 10^{-8})$$

$$T = 255 \text{ K ou } T = -18^\circ\text{C}$$



O Papel da Atmosfera



O Papel da Atmosfera

Gases Estufa: absorvem pouca radiação solar e retêm na atmosfera a radiação emitida pela Terra

* **Vapor de água.** É o principal gás estufa. Possui uma concentração na atmosfera de aproximadamente 3000ppm. É gerado principalmente através da evaporação das águas dos oceanos, rios e lagos.

* **CO₂** . Possui uma concentração na atmosfera de aproximadamente 345 ppm e um tempo de residência de 7 anos (Ramanathan, 1985). É gerado através da queima de combustíveis, nas emissões dos carros, queimadas e também, por formas naturais, como, por exemplo, a respiração e a decomposição de matéria orgânica por bactérias.

* **CH₄** : Possui uma concentração na atmosfera de aproximadamente 1,7 ppm e um tempo de residência de 10 anos (Ramanathan, 1985). É obtido através de atividade micro-orgânica, queima incompleta de biomassa e gás natural.

* **N₂O** : Possui uma concentração na atmosfera de aproximadamente 0,3 ppm e um tempo de residência de 170 anos (Ramanathan, 1985). É gerado pela ação bactericida nos solos, fertilizantes.

* **CFC:** Existem vários tipos. Em média possuem uma concentração de aproximadamente 0,0002 ppm. O tempo de residência varia com o tipo. O CF₂ClCF₂Cl (CFC – 114), por exemplo, possui um tempo de residência de 300 anos (Ramanathan, 1985). São muito utilizados em sprays, motores de aviões, plásticos e solventes utilizados na indústria eletrônica.

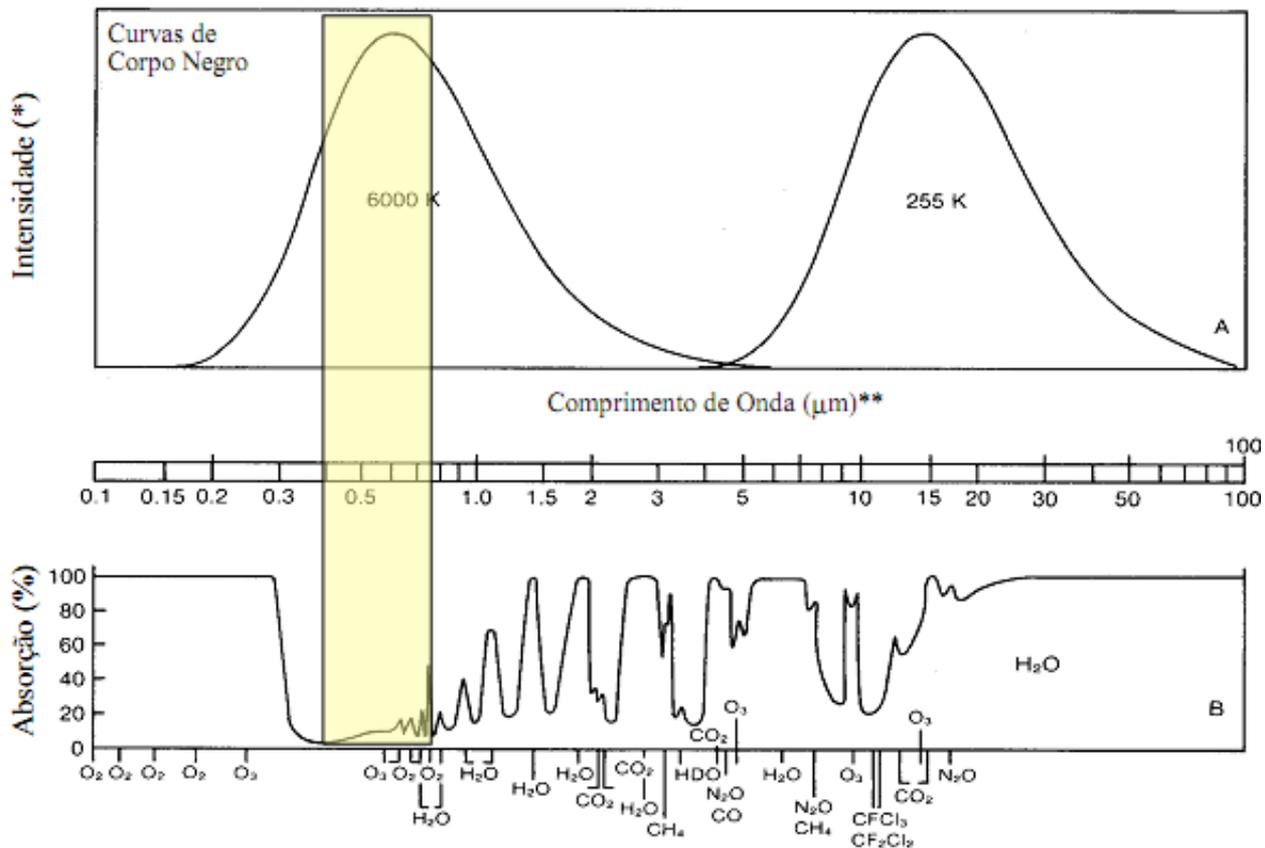
* **Ozônio:** é resultado de reações fotoquímicas. Próximo à superfície terrestre é gerado especialmente por gases emitidos pelos veículos.

O Papel da Atmosfera

É possível observar,

no primeiro pico, que os gases estufa possuem baixa absorção

No segundo pico, emissão da Terra, os gases possuem alta absorção principalmente os vapores de água e estão próximos a superfície da Terra.



Potencial relativo de aquecimento

- Estudos apontam que concentrações de determinados gases na atmosfera intensificam aquecimento global que estão relacionados diretamente com efeito estufa
- Gases: dióxido de carbono, metano, óxido nítrico, e clorofluorocarbonos
- É importante informar que ação tem contribuído muito com para o aumento

Espécie	Fórmula Química	Tempo de residência (anos)	Potencial de Aquecimento Global (relativo ao CO ₂)		
			20 anos	100 anos	500 anos
CFC-11	CFCl ₃	50	5.000	4.000	1.400
CFC-12	CF ₂ Cl ₂	102	7.900	8.500	4.200
Metano	CH ₄	14,5	62	24,5	7,5
Óxido Nitroso	N ₂ O	120	290	320	180
Hexafluoreto de Enxofre	SF ₆	3.200	16.500	24.900	36.500

CO₂ : $\tau_1 = 172.9$ years, $\tau_2 = 18.51$ years, and $\tau_3 = 1.186$ years, for $t < 1,000$ years

Perturbações no Efeito Estufa e Mudanças Climáticas Globais

Fontes: MITCHELL, 1989; IPCC, 2007

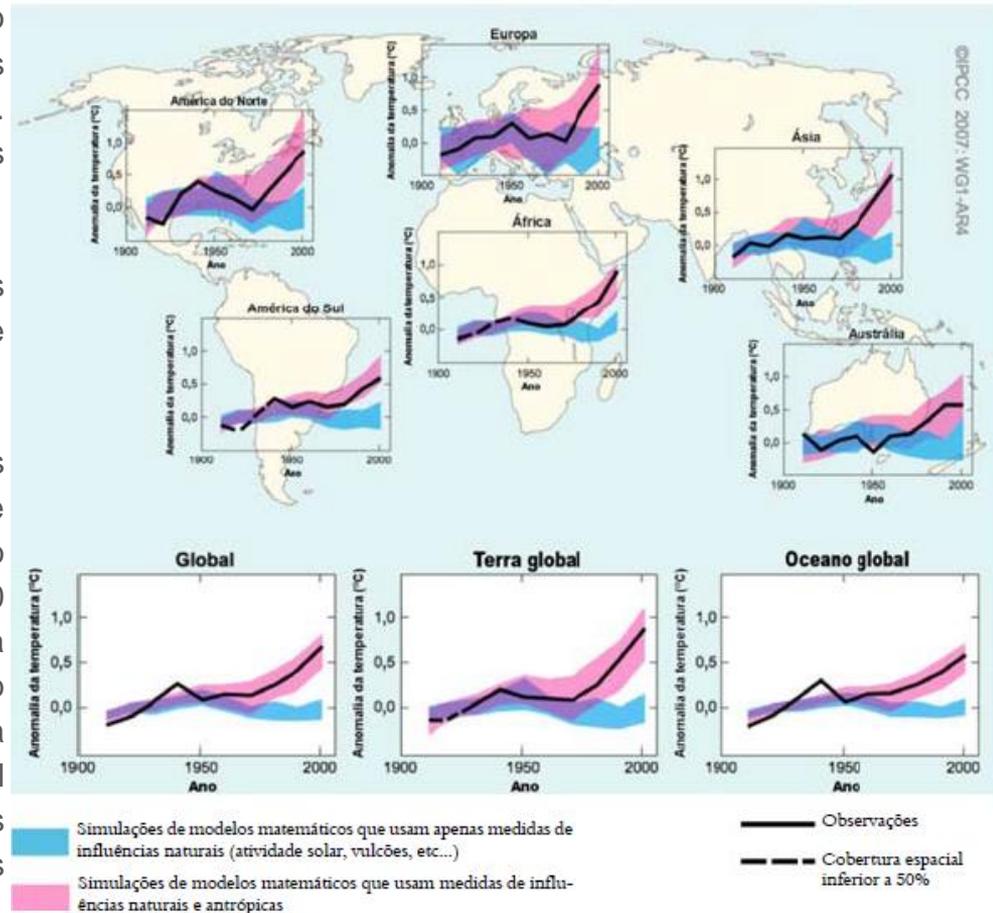
Nesta tabela, mostra a concentração atual dos gases estufa na atmosfera e a parcela de retenção de energia de cada um deles para o Efeito Estufa (cujo total é de cerca de 155W.m^{-2}). Percebe-se que o vapor de água participa com 65% do efeito, o CO_2 com 32% e os demais gases com apenas 3%. Claro, portanto, que o vapor de água é o principal gás estufa e que o CO_2 é o segundo em importância, com uma contribuição que é a metade do primeiro.

Gás	Concentração (ppm)	Aquecimento Estufa (W.m^{-2})	Variação desde o ano 1750 até ~2005 (W.m^{-2})
vapor de água (H_2O)	~3000	~100	
dióxido de Carbono (CO_2)	345 (379)	~50	1.66
metano (CH_4)	1.7 (1.774)	1.7	0.48
óxido nitroso (N_2O)	0.30	1.3	0.16
ozônio (O_3) na Troposfera	$10\text{-}100 \times 10^{-3}$	1.3	0.35
CFC 11	0.22×10^{-3}	0.06	0.06
CFC 12	0.38×10^{-3}	0.12	0.12
Todos Halocarbonos		0.34	0.34

O principal gás responsável pela geração do efeito estufa é o vapor de água troposférico. Sua concentração atmosférica provém unicamente de fontes naturais, tais como evapotranspiração e atividade vulcânica (IPCC 1990). Os principais gases antrópicos são o CO₂, o CH₄ (20 vezes mais potente que o CO₂ como gás-estufa), e o N₂O.

Grande parte do aquecimento observado durante os últimos 50 anos se deve a um aumento nas concentrações de gases-estufa de origem antropogênica.

Modelos matemáticos climáticos projetam que as temperaturas globais de superfície provavelmente aumentarão no intervalo entre 1,1 e 6,4°C, e o nível médio das águas do mar subirá entre 9 a 88 cm entre 1990 e 2100 (Fig. 3) (IPCC 2007). O aumento do nível do mar trará impactos ambientais e sócioeconômicos significativos: risco de submersão de ilhas planas (como o arquipélago da Indonésia, que poderá perder até 2 mil de suas 17,5 mil ilhas), portos e terrenos agrícolas; salinização das águas potáveis superficiais e subterrâneas; mudanças em padrões de precipitação, resultando em enchentes



Na verdade, a maior preocupação tem sido com mudanças relativamente recentes e ponderáveis nas concentrações de gases devido a atividades antropogênicas. Isso foi observado mais intensamente a partir de 1750, com o advento da primeira Revolução Industrial. A geração de energia elétrica, o aperfeiçoamento e expansão do sistema de transporte, o aquecimento de ambientes internos, etc., basearam-se essencialmente no consumo de energia obtida pela queima de combustíveis fósseis, principal recurso energético empregado até hoje. Esta é a maior fonte antropogênica de gases estufa, como o dióxido de carbono. Além disso, o uso de combustíveis fósseis é responsável pela emissão de metano e outros compostos orgânicos (a atividade entérica é outra fonte grande de metano).

Estimativa de fontes e sumidouros de Metano [Tg(CH ₄) ano ⁻¹] (fonte: Seinfeld and Pandis, 1998)		
Fontes identificadas	Estimativa Individual	Total
NATURAIS		
Terras alagadas	115 (55-150)	
Termitas	20 (10-50)	
Oceanos	10 (5-50)	
Outras	15 (10-40)	
Total de fontes naturais identificadas		160 (110-210)
ANTROPOGENICAS		
Fontes relacionadas a combustíveis fósseis		
Gás Natural	40 (25-50)	
Minas de Carvão	30 (15-45)	
Indústria do Petróleo	15 (5-30)	
Queima de Carvão	? (1-30)	
Total relacionado à combustíveis fósseis		100 (70-120)
Carbono Biosférico		
Fermentação entérica	85 (65-100)	
Arrozais alagados	60 (20-100)	
Queima de Biomassa	40 (20-80)	
Aterros sanitários	40 (20-70)	
Dejetos animais	25 (20-30)	
Esgoto doméstico	25 (15-80)	
Total da Biosfera		275 (20-350)
Total de fontes antropogênicas Identificadas		375 (300-450)
Total de fontes identificadas		535 (410-660)
SUMIDOUROS		
OH troposférico	445 (360-530)	
Estratosfera	40 (32-48)	
Solos	30 (15-45)	
Total de sumidouros		515 (430-600)
Carga total global: 4850 Tg(CH₄)		

Uma variação no Efeito Estufa pode provocar variações no clima!

Mas o que é clima?



O que é Clima?

O clima é um conceito abstrato e complexo que envolve dados de temperatura, umidade, tipos e quantidade de precipitação, direção e velocidade do vento, pressão atmosférica, radiação solar, tipo de nuvens e a área que cobrem, bem como outros fenômenos do tempo como nevoeiro, tempestades, geadas e as relações entre eles (Britannica, 2001)

Variação Climática - São Paulo

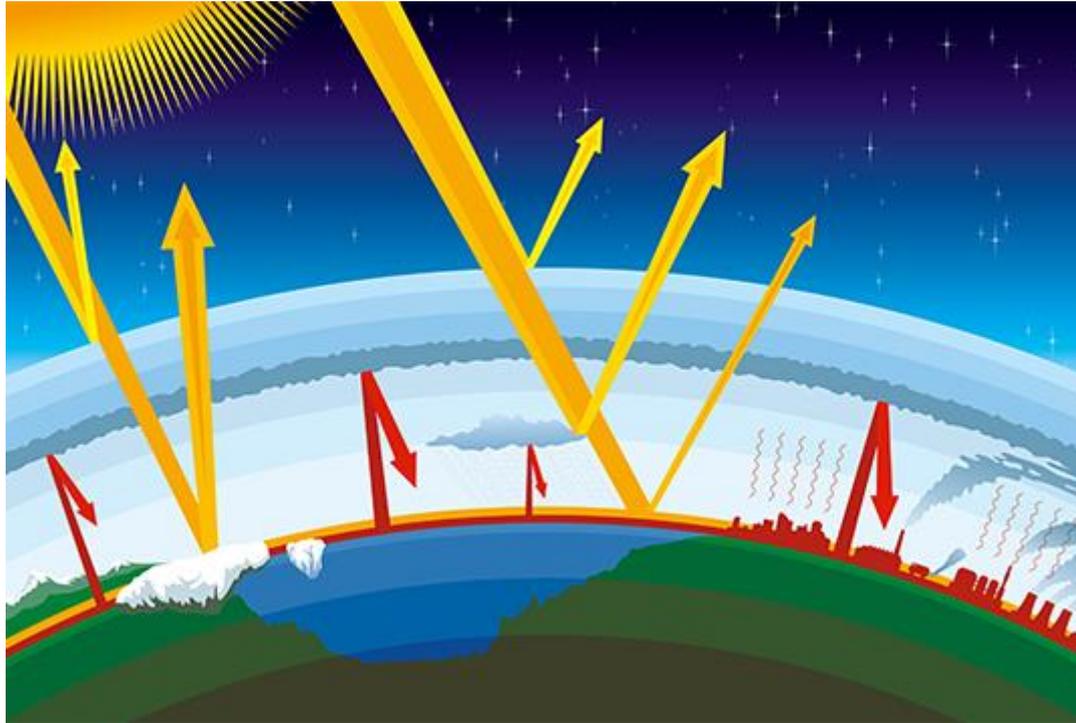
month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	218	205	149	64	56	49	35	43	71	123	137	190
°C	21.5	21.4	20.5	18.5	16.6	15.5	15.4	16.2	17.4	18.5	19.8	20.3
°C (min)	16.8	16.9	16.0	13.8	11.7	10.3	10.0	10.8	12.2	13.7	15.2	15.6
°C (max)	26.2	26.0	25.1	23.3	21.5	20.8	20.8	21.7	22.7	23.4	24.5	25.0
°F	70.7	70.5	68.9	65.3	61.9	59.9	59.7	61.2	63.3	65.3	67.6	68.5
°F (min)	62.2	62.4	60.8	56.8	53.1	50.5	50.0	51.4	54.0	56.7	59.4	60.1
°F (max)	79.2	78.8	77.2	73.9	70.7	69.4	69.4	71.1	72.9	74.1	76.1	77.0

Quando comparados o mês mais seco tem uma diferença de precipitação de 183 mm em relação ao mês mais chuvoso. As temperaturas médias têm uma variação de 6.1 °C durante o ano.

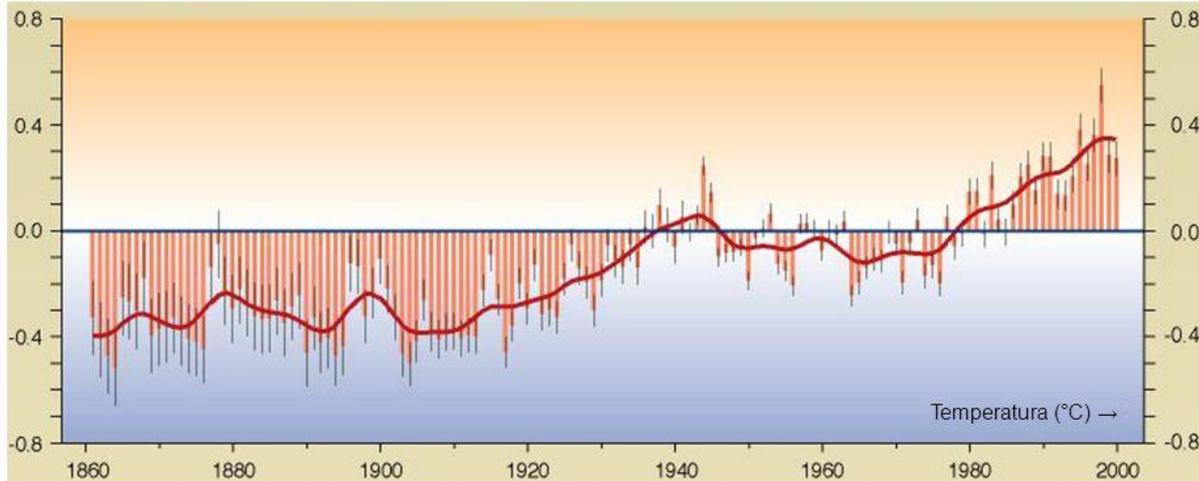
É possível perceber mudanças significativas nos valores das variáveis que caracterizam o clima (temperatura, umidade etc) em diferentes locais ou ao longo de um período de tempo.

Portanto, analisar se o clima global está mudando significa observar qual a tendência de uma média sobre toda a superfície terrestre destas variáveis que medem o clima (temperatura, umidade, precipitação etc) em um período suficientemente longo para verificar se as oscilações medidas não são perfeitamente normais para a natureza.

Mudanças Climáticas Globais



Mudança na temperatura da terra nos últimos 140 anos

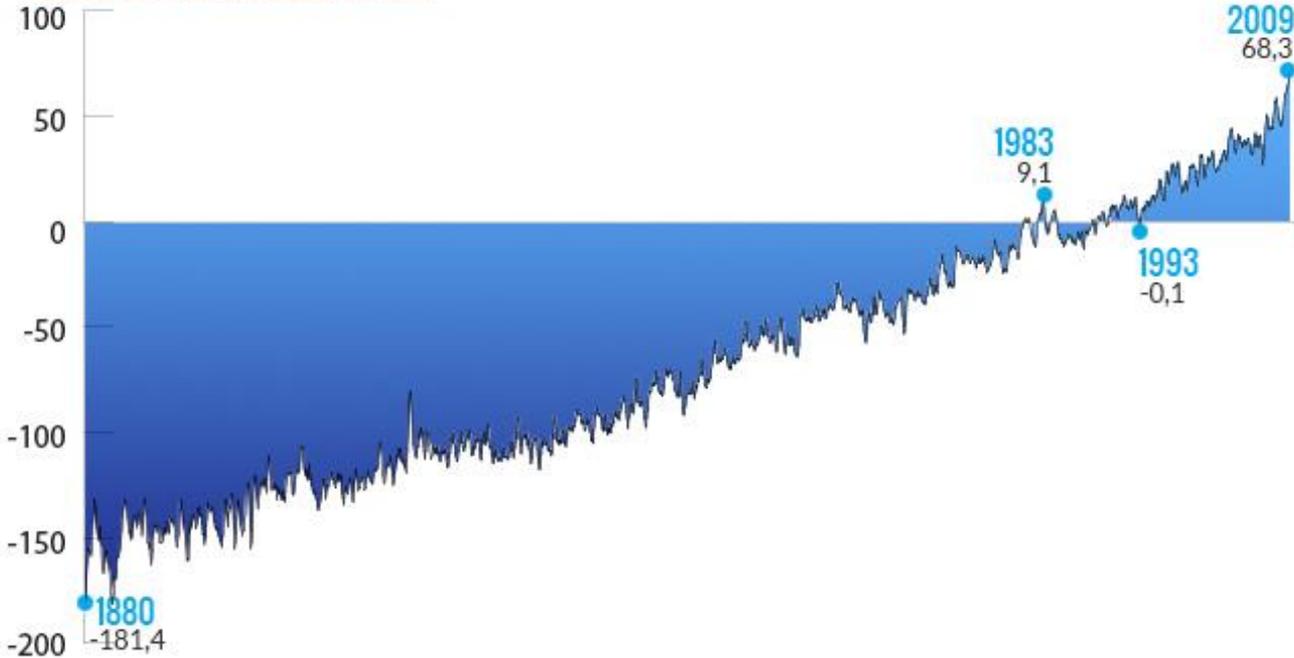


- As diferenças anuais são apresentadas com relação à média do período 1961-1990
- Os dados representam os desvios da temperatura média de 1860 até o ano 2000

A temperatura oscilou durante toda a história do planeta acompanhando os níveis de CO₂ na atmosfera. Cientistas estimam que os gases do efeito estufa emitidos pelo homem demorem 50 anos para começar a alterar os níveis de CO₂ medidos. Por isso é perceptível que, após a revolução industrial, a temperatura tenha aumentado tanto.

NÍVEL DO MAR

Mudança no nível do mar (em mm)



O aumento do nível do mar se dá por dois fatores relacionados ao aquecimento global: a água que vem do derretimento do gelo da terra e a expansão natural da água quando esquenta. Em média, o nível do mar está subindo 3.17 milímetros por ano. No último século, foram 17 centímetros.

DESMATAMENTO DA AMAZÔNIA

desmatamento (em km²)



de 2004 a 2014, o desmatamento reduziu 83%.

Desmatamento

Manter as florestas de pé é fundamental para combater o aquecimento, pois as plantas absorvem o CO₂ e liberam oxigênio. O Brasil tem a segunda maior área de florestas do mundo, atrás apenas da Rússia, e já desmatou muito a Amazônia. Porém, os números vêm reduzindo, somos exemplo para outros países.

Glacial McCarty,
Alasca

ANTES E DEPOIS

Degelo, Alasca Rio Amarelo, China Desmatamento, Argentina



Glacial McCarty,
Alasca

ANTES E DEPOIS

Degelo, Alasca Rio Amarelo, China Desmatamento, Argentina



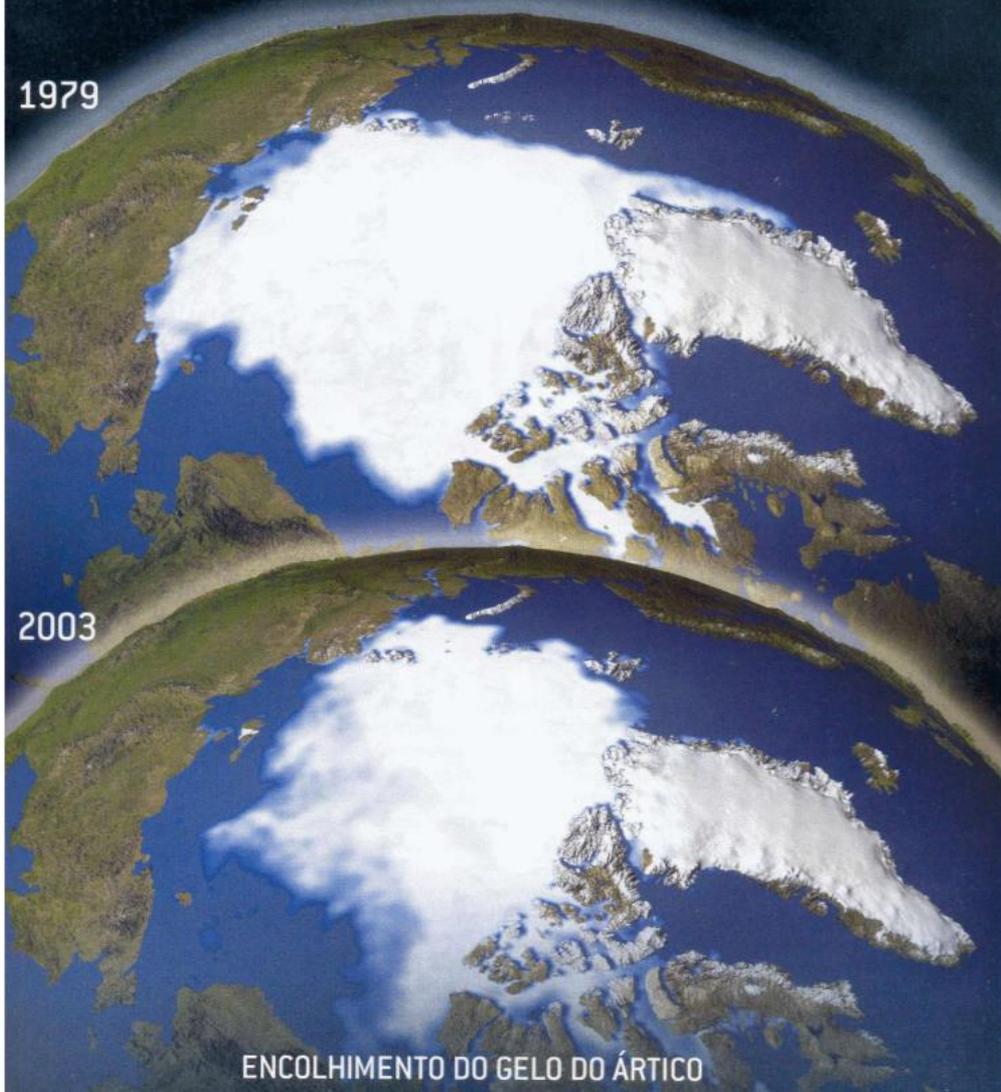
Massa de gelo

As camadas de gelo da Antártica reduziram cerca de 147 bilhões de toneladas por ano enquanto as da Groelândia perderam aproximadamente 258 bilhões de toneladas ao ano. No Ártico, a média de declínio da camada de gelo é de 13,3% por década (relativo às médias de 1981 a 2010).

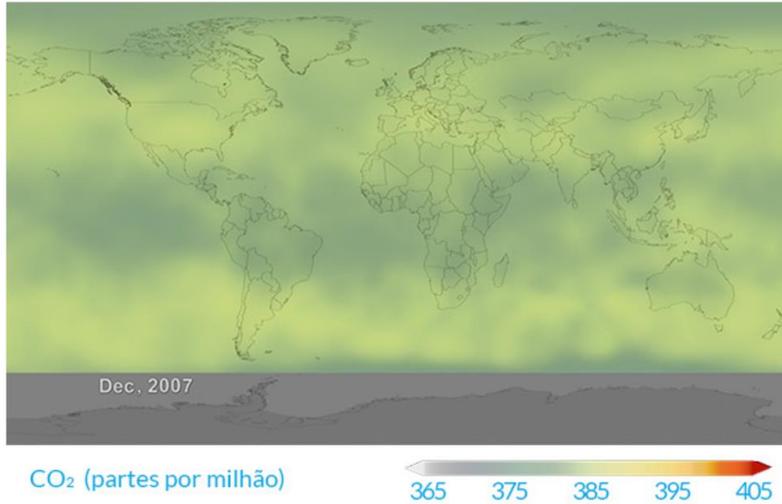
1979

2003

ENCOLHIMENTO DO GELO DO ÁRTICO



12 / 2007



Níveis de CO2

Os níveis de CO₂ sempre variaram durante a história da Terra. Ao respirar, as plantas retiram o CO₂ da atmosfera, ficam com o carbono e soltam oxigênio. Os animais puxam o oxigênio e soltam CO₂. Um balanço perfeito. Durante centenas de milhares de anos, os seres vivos foram morrendo e esse material indo cada vez mais para o fundo da Terra. Ao ser exposto a calor e pressão, se transformou nos combustíveis fósseis: petróleo, gás e carvão. E aí mora o nosso problema: todo esse carbono que demorou centenas de milhares de anos para se formar está voltando para a atmosfera em apenas algumas centenas de anos.

Contexto geral dos fatores que regem o clima e suas mudanças

Não é absolutamente certo que as mudanças climáticas sejam de origem antropogênica. Podem ser oscilações naturais do clima, ainda não determinadas adequadamente. Qualquer alteração na radiação recebida do Sol ou perda para o espaço, ou mudanças na redistribuição dentro da atmosfera ou entre a atmosfera, terra e oceanos, pode afetar o clima.

Posição Terra-Sol

Alteração na excentricidade da órbita terrestre, ou seja, a órbita da Terra varia de quase circular (excentricidade

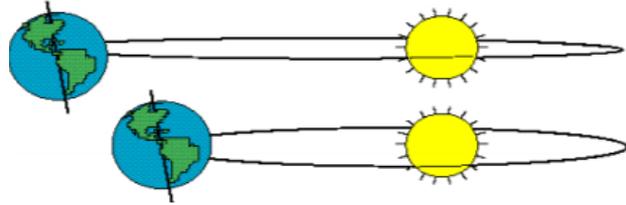


Figura 14 – Variação na Excentricidade – fonte: Wikipédia

baixa) a ser levemente elíptica. Este ciclo tem períodos de 95, 125 e 400 mil anos.

Alteração na inclinação do eixo de rotação da Terra. Este movimento consiste na variação da inclinação do eixo de $22,1^\circ$ para $24,5^\circ$, sendo que depois é retomada a posição inicial e assim sucessivamente. Este movimento tem um período de aproximadamente 41.000 anos



Normal em relação ao eixo

Figura 15 – Variação na Inclinação do Eixo de Rotação – fonte: Wikipédia

Precissão: é a mudança na direção do eixo de rotação da Terra em relação às estrelas fixas, com um período médio de 21 mil anos.

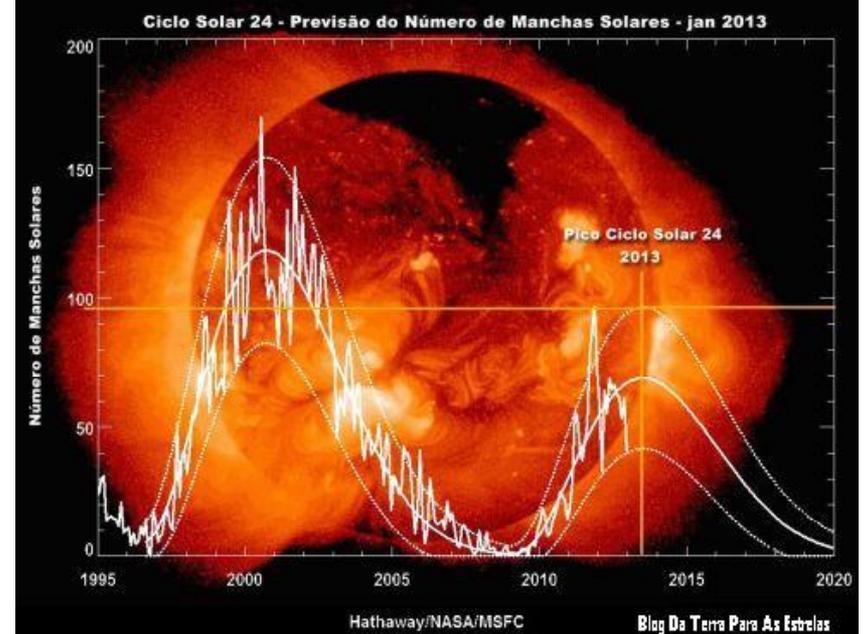
A combinação dos três ciclos de variação destes parâmetros, com as suas diferentes periodicidades e intensidades, produz variações complexas entre a quantidade de radiação solar interceptada em cada latitude do planeta e em cada estação do ano, podendo gerar alterações bastante significativas na temperatura da superfície terrestre.



Figura 16 – Precissão fonte: Wikipédia

Manchas Solares

As manchas solares são ilhas gigantes de intenso magnetismo do tamanho de planetas na superfície do Sol. Elas são causadoras das tempestades solares, de emissões de massa coronal e pelo incremento na intensidade da emissão da radiação ultravioleta (UV). O Sol tem um ciclo natural com duração média de 11 anos, o qual pode variar de 9 a 12,5 anos. O ciclo solar oscila entre uma atividade intensa, repleta de manchas solares e uma baixa atividade onde as manchas são raras. Como as manchas se relacionam diretamente com o aumento de emissão da radiação, isso pode ocasionar uma elevação na temperatura durante esse período.



Erupções Vulcânicas

Erupções vulcânicas são ocasionais. A grande quantidade de partículas que lançam na atmosfera pode espalhar a radiação solar, representando forçantes negativas cujos efeitos podem persistir por alguns anos. A radiação solar recebida pela terra também sofre oscilações lentas e características. Uma delas está associada ao número de manchas solares. Há variações com períodos mais longos (19.000, 24.000, 41.000 e 100.000 anos) relacionadas a mudanças na distância terra-sol, devido às perturbações induzidas por outros planetas e pela lua. Essas mudanças têm que ser consideradas nos modelos climáticos, avaliando-se que foram importantes na definição de variações climáticas em passado mais distante.



Aquecimento Global



De 1:01 min até 3:20 min



De 3:10 min até 6:10 min

Conclusão

Está claro que se a catástrofe climática tem doses de incerteza, a catástrofe quotidiana da poluição do ar e degradação ambiental é bastante concreta e palpável. Solucioná-las significaria também prevenir os danos ainda maiores que podem advir das mudanças climáticas.

Independentemente das incertezas quanto às mudanças climáticas e seus efeitos, não há dúvidas quanto aos danos advindos das mesmas ações antropogênicas que geram os gases estufa.

Referências Bibliográficas

Vídeos utilizados para discussão

Professor da USP FALA SOBRE A FARSA DO AQUECIMENTO GLOBAL NO JÔ

https://www.youtube.com/watch?v=3_GPLIJv6x0&feature=youtu.be

Resposta: AQUECIMENTO GLOBAL, mentira comprovada

<https://www.youtube.com/watch?v=eMr6wY5Ms9A&feature=youtu.be>