

# A TEMPERATURA DA TERRA

APOSTILA 01



# A TEMPERATURA DA TERRA

## O EFEITO ESTUFA

Sempre ouvimos falar do efeito estufa e suas consequências na temperatura global e no meio ambiente. Mas esquecemos que ele é um mecanismo natural, extremamente benéfico e essencial na manutenção da vida na terra. Sem o efeito estufa, a **temperatura média** da terra seria 33° menor, não permitindo que a vida florescesse; as águas seriam congeladas e as reações em meio aquoso, nas quais a vida se baseia, não aconteceriam no estado sólido.

Assim, o efeito estufa é responsável por fazer com que a temperatura média da Terra seja de 15°C, e não -18°C como o esperado.

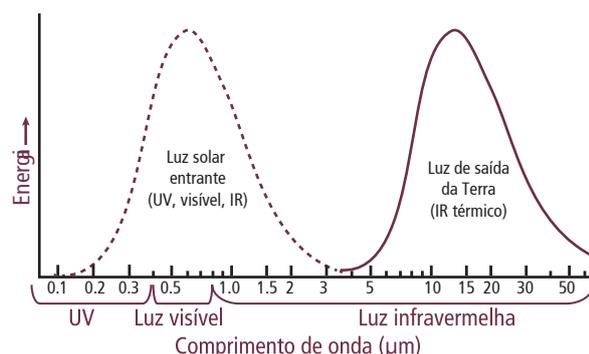
Tá, mas o que está por trás do efeito estufa?

A resposta é relativamente simples: moléculas podem absorver e transmitir energia. Essa energia, no contexto em que estudamos aqui, vem principalmente do Sol e da Terra, e são transmitidas na forma de ondas eletromagnéticas com diferentes comprimentos.

O comprimento de onda irradiado por um corpo depende da sua temperatura. Corpos mais quentes irradiam ondas de comprimentos menores, ou seja, ondas de frequências maiores e, conseqüentemente, mais energéticas.

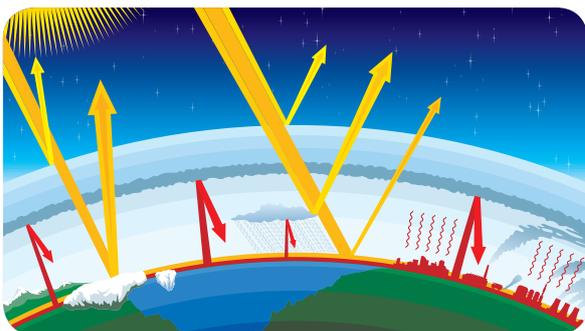
O Sol irradia principalmente entre os comprimentos de onda do ultravioleta (UV), do Visível, e muito pouco do Infravermelho (IV).

A Terra irradia no comprimento do infravermelho, assim como a maioria das coisas que conhecemos, incluindo nós mesmos.

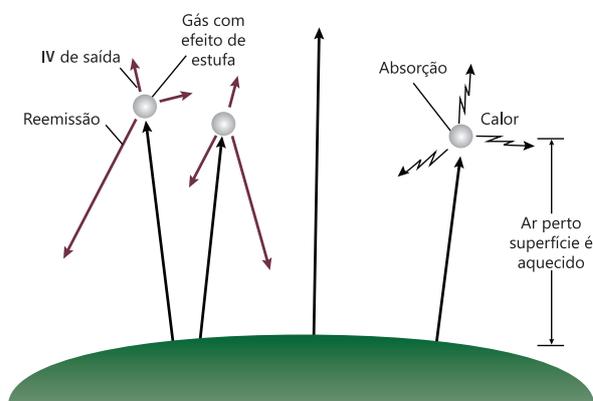


Da energia que chega até nós, apenas 50% é absorvida pelo solo, vegetação e corpos d'água, 20% é absorvida pelos gases atmosféricos, e 30% é refletida de volta para o espaço. Como ocorre absorção de energia, há aumento da temperatura dos corpos.

Assim, a energia do Sol aquece a Terra e a atmosfera. Como a Terra aquecida emite radiação, a atmosfera sofre aquecimento tanto do Sol quanto da Terra. No entanto, não são todas as moléculas gasosas da atmosfera que conseguem absorver a radiação IV emitida pela Terra; é necessário que as moléculas tenham uma composição e geometria adequada.



Geralmente são moléculas de três átomos ou mais que conseguem absorver na faixa do comprimento de onda Infravermelho. Por isso, gases como  $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$  são os maiores responsáveis pelo efeito estufa: as ligações entre os átomos absorvem a energia do IV, e vibram, esticam e encurtam em frequências altíssimas (cerca de  $10^{13}$  vibrações por segundo!), e ao colidir com outras moléculas, transmitem essa energia absorvida, na forma de calor. Esse mecanismo faz com que a temperatura na atmosfera seja superior à esperada se certos gases não tivessem esse comportamento.



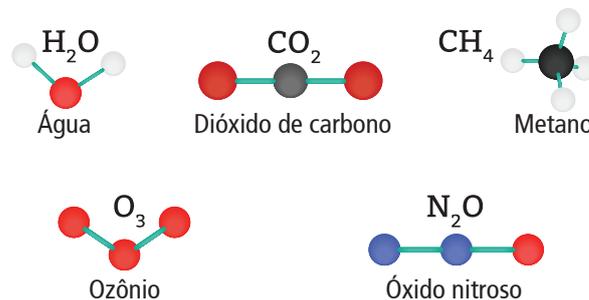
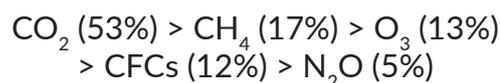
Nas condições normais e naturais, o efeito é benéfico e mantém a Terra quentinha. Porém, com uso crescente de combustíveis fósseis, a concentração de gases estufa (principalmente o  $\text{CO}_2$ ) aumentou consideravelmente na atmosfera: em 1800 a concentração de  $\text{CO}_2$  era de cerca de 280 ppm, mas hoje em dia, já estamos em cerca de 400 ppm! Mesmo em concentrações extremamente baixas, uma pequena variação já é mais do que suficiente para alterar a temperatura média global.

Além dos combustíveis fósseis, o desmatamento de áreas florestais também contribui com a emissão de  $\text{CO}_2$ , porque com o processo de decomposição da vegetação, o carbono fixado pela fotossíntese é liberado para o ar prematuramente; também devasta-se uma porção de vegetação que absorveria  $\text{CO}_2$  nos processos fotossintéticos.

O grande problema das emissões de dióxido de carbono dos combustíveis fósseis é que o Carbono lançado na atmosfera, que agora participa dos ciclos biológicos e geoquímicos, antes não existia como parte desses ciclos. Ele estava preso, soterrado e isolado. E agora que está na atmosfera e a concentração de  $\text{CO}_2$  aumentou, como fazer para que o carbono seja novamente aprisionado e retirado?

Existem mecanismos naturais de fixação do carbono, como a fotossíntese e a incorporação de gás carbônico nas águas dos oceanos e rochas. Diferente de outros gases, o  $\text{CO}_2$  não sofre decomposição térmica quando exposto à luz, então ele permanece na atmosfera por centenas de anos até que seja reabsorvido por outros mecanismos, e os efeitos do aumento de sua concentração podem perdurar por séculos.

Além do  $\text{CO}_2$ , são gases potencializadores do efeito estufa o óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), metano ( $\text{CH}_4$ ), vapor de água, clorofluorcarbonos (CFCs) e ozônio troposférico ( $\text{O}_3$ ). Esses gases contribuem para o efeito estufa na seguinte ordem:



No entanto, precisamos considerar também o *Potencial de Aquecimento Global* (PAG) dos gases, que indica o quanto esses gases contribuem **por molécula** para o efeito estufa, em relação ao  $\text{CO}_2$ . Assim, o PAG do gás carbônico é 1, mas os CFCs têm PAG de até 7100! Ou seja, uma única molécula de CFC contribui o equivalente a 7100 moléculas de  $\text{CO}_2$  para o aquecimento global.

Gás	Fonte	PAG
$\text{CO}_2$	Combustíveis fósseis, biomassa	1
$\text{CH}_4$	Produção de carne (animais ruminantes) e petróleo	24
$\text{N}_2\text{O}$	Fertilizantes	270
CFCs	Gases refrigeradores	7100

Lembre-se que é apenas uma escala *comparativa*, em relação ao  $\text{CO}_2$ . Não significa que o  $\text{CO}_2$  contribui pouco para o aquecimento global por ter PAG = 1, só significa que a contribuição dele foi definida como 1 para comparar seu efeito ao de outros gases. Como vimos, ele é responsável por mais de 50% do efeito estufa artificial.

A água também é responsável pelo efeito estufa. Lugares úmidos são geralmente muito mais quentes; dias nublados também, pois o vapor d'água consegue absorver a radiação IV. No entanto, a água não é considerada um poluente. Além disso, a concentração de água na atmosfera varia muito de um dia para o outro, pelo mecanismo natural do tempo. Então, ela é geralmente excluída da classe de agentes do efeito estufa artificial, apesar de contribuir (e muito) para manutenção natural da temperatura da Terra.

## Conseqüências do Efeito Estufa

Considerando que a vida na Terra se desenvolveu gradualmente em condições específicas, em equilíbrio com o meio ambiente, é de se esperar que alterações

nele acabem perturbando esse equilíbrio. Por isso, o aumento da concentração de gases estufa e a elevação na temperatura média global têm conseqüências graves à maioria dos ecossistemas, prejudicando também as formas de vida que dependem deles.

- **Invernos mais curtos:** no hemisfério norte, notou-se a diminuição do inverno em cerca de 11 dias, além do aumento de temperatura média de  $1^\circ$  por década. Isso pode ser observado no comportamento das plantas, que começaram a atrasar a queda das suas folhas, já que o frio demora mais a chegar, além de mostrarem sinais prematuros de brotamento, dando início à primavera. Também aumentou o número de casos de incêndios florestais devido às maiores temperaturas.

- **Menos gelo na superfície terrestre:** as calotas polares vêm sofrendo redução na sua área coberta de gelo. No Ártico, por exemplo, a área coberta reduziu 9% a cada 10 anos nas últimas décadas, além de ter ficado mais fina. Isso também acontece na Antártida, e as populações de pinguins e alces nesses continentes vêm reduzindo drasticamente.



- **Mudança de temperatura da água:** a água dos mares em algumas regiões dos planetas tem aquecido, ameaçando a complexa cadeia da vida marinha. Corais vêm morrendo, perdendo suas cores, afetando a fauna local que depende dos corais para sobreviver. Além disso, o aumento da

temperatura diminui a solubilidade de gases, diminuindo a oferta de oxigênio e perturbando equilíbrios químicos complexos, que são extremamente dependentes da temperatura.

- **Doenças causadas por insetos têm aumentado:** com maiores temperaturas, insetos têm se proliferado com maior facilidade e sobrevivem em locais que não sobreviveriam antes. Doenças como Malária, Dengue, Chikungunya, Febre amarela e Zika, dependentes de insetos transmissores têm se espalhado mesmo para locais de altitude.

- **Aumento do nível dos mares:** com o derretimento das geleiras e a dilatação térmica das águas dos oceanos, a tendência é que o nível do mar suba, ameaçando a existência de

arquipélagos, praias e áreas costeiras de baixa altitude.

- **Aumento das chuvas:** chuvas mais frequentes e intensas têm ocorrido em diversas regiões do planeta, com consequências graves na agricultura e produção de alimentos. Com a maior temperatura, mais água evapora e espera-se que o nível de precipitação aumente globalmente. No entanto, algumas regiões têm se desertificado, como regiões um pouco ao sul do Equador aqui da América do Sul e da África.

- **Fenômenos climáticos extremos:** fortes nevascas, tempestades, ondas de calor recordes, furacões e secas têm se tornado mais comuns em todo o planeta.

## CONCENTRAÇÃO DOS GASES EM PARTES POR MILHÃO E POR BILHÃO

Muito utilizado para expressar concentrações de componentes gasosos na atmosfera. Como a concentração de gases poluentes é muito pequena, expressá-la em termos de ppm e ppb é muito mais cômodo.

O ppm (partes por milhão) indica quantas partes do soluto existem em um milhão de partes da solução (em volume ou em massa). Assim, podemos expressar em termos matemáticos:

$$ppm = \frac{\text{parte do soluto}}{10^6 \text{ partes de solução}}$$

$$ppb = \frac{\text{parte do soluto}}{10^9 \text{ partes de solução}}$$

No caso de poluentes atmosféricos, o soluto é o gás poluente, e a solução, todo o ar atmosférico. Por exemplo, a concentração de  $\text{NO}_2$  no ar é de 0,000000012% (v/v). Isso significa que a cada um bilhão de unidades de volume de ar atmosférico, apenas 12 unidades são de  $\text{NO}_2$ ! Por isso, fica muito mais fácil compreendê-la se for expressa em 12 ppb:

$$[\text{NO}_2] \% = \frac{12 \text{ unidades de soluto}}{10^9 \text{ unidades de ar}} = 0,000000012 \%$$



- 
- ✉ [contato@biologiatotal.com.br](mailto:contato@biologiatotal.com.br)
  - f [/biologiajubilit](#)
  - ▶ [Biologia Total com Prof. Jubilit](#)
  - 📺 [@biologiatotaloficial](#)
  - 📷 [@paulojubilit](#)
  - 🐦 [@Prof\\_jubilit](#)
  - 📌 [biologiajubilit](#)
  - 📍 [+biologiatotalbrjubilit](#)

**Biologia**  
PROF. PAULO JUBILUT *total*