

## A ATMOSFERA TERRESTRE

Quando procuramos diferenciar os climas do mundo, analisando as suas características, como por exemplo a temperatura ou a pluviosidade, o que estamos fazendo é um estudo dos fenômenos que ocorrem na atmosfera terrestre. Todos os fenômenos climáticos estão diretamente ligados a esta camada de gases que envolve o planeta. Sendo assim, o primeiro passo para entendermos as variações espaciais dos climas é fazer uma análise breve da atmosfera e de seu funcionamento.

A atmosfera terrestre é formada por moléculas de diversos gases. Estas moléculas ficam presas ao planeta graças à força da gravidade. Alguns gases que compõem a atmosfera terrestre merecem destaque, não necessariamente pela sua quantidade mas por sua importância para alguns fenômenos climáticos.

O primeiro desses gases é o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Até por volta do século XVIII, este gás era produzido, quase integralmente, pelos seres vivos, através da respiração. Em contrapartida, a fotossíntese realizada pelas plantas cumpria o papel de reabsorver cerca de 3% deste gás da atmosfera anualmente, o que mantinha um certo equilíbrio. Porém, com o aumento da queima de combustíveis fósseis, ou seja, petróleo, gás natural e carvão, a liberação acabou se intensificando. Ao mesmo tempo, a diminuição das áreas florestadas vem colaborando para a diminuição da absorção. Estes dois fatores casados estão causando um aumento da quantidade de dióxido de carbono, o que pode favorecer a intensificação do efeito estufa.

Outro gás importante é o ozônio. Cada molécula desse gás é constituída por três átomos de oxigênio, resultando no  $\text{O}_3$ . Esta combinação incomum de átomos que formam o ozônio se dá pela interferência dos raios ultravioletas, que entre 30 e 60 km de altitude, conseguem dividir as moléculas de oxigênio. Depois de formado nesta altitude, o ozônio migra para a camada entre 15 e 35 km de altitude, onde tem papel importante de absorção dos raios ultravioletas, antes que estes atinjam a superfície terrestre.

O vapor de água é também muito importante na atmosfera terrestre. O vapor de água está diretamente ligado à absorção de energia solar pela atmosfera, assim como pela sua conservação (efeito estufa), e também à ocorrência de chuvas.

De acordo com a divisão dos gases, com a temperaturas e algumas outras características, podemos dividir a atmosfera terrestre em quatro camadas:

**TROPOSFERA:** é a camada mais próxima da crosta terrestre. Nela, encontra-se o ar usado na respiração de plantas e animais. Ela é composta, basicamente, pelos mesmos elementos encontrados em toda a atmosfera, Nitrogênio, Oxigênio e

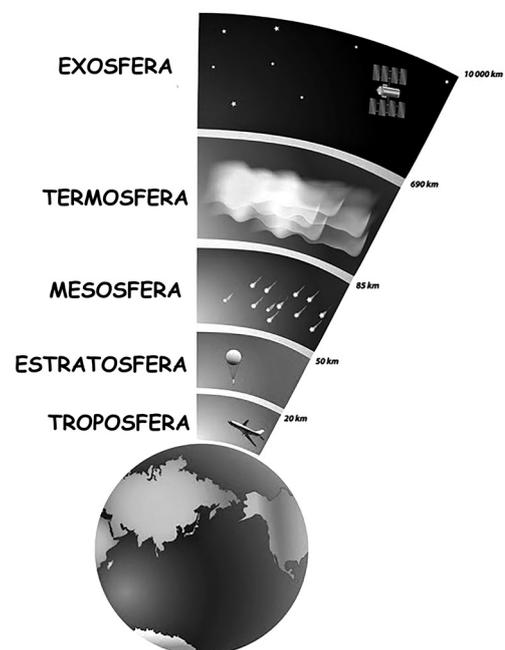
Gás Carbônico. Quase todo o vapor encontrado na atmosfera situa-se na troposfera, que ocupa 75% da massa atmosférica. Chega a atingir cerca de 17 km nas regiões trópicas e pouco mais que 7 km nas regiões polares.

**ESTRATOSFERA:** é a segunda camada mais próxima da Terra. Nela, encontra-se o gás ozônio, responsável pela barreira de proteção dos raios ultravioleta, mais conhecida como Camada de Ozônio. Podendo chegar a até 50 km de altura, a estratosfera é caracterizada por apresentar pouco fluxo de ar e por ser muito estável. Como possui uma pequena quantidade de oxigênio, a estratosfera não é propícia para a presença do homem. Contudo, no dia 14 de Outubro de 2012, o austríaco Felix Baumgartner saltou de uma altura de 39 km, impressionando o mundo todo (porém, para isso, ele precisou de uma roupa especial que garantisse a sua respiração).

**MESOSFERA:** com alturas de até 80km, a mesosfera é caracterizada por ser muito fria, com temperaturas que oscilam em torno dos  $-100^\circ\text{C}$ . Sua temperatura, no entanto, não é uniforme em toda sua extensão, uma vez que a parte de contato com a estratosfera é um pouco mais quente, ponto da troca de calor entre as duas.

**TERMOSFERA:** é a camada atmosférica mais extensa, podendo alcançar os 500 km de altura. O ar é escasso e, por isso, absorve facilmente a radiação solar, atingindo temperaturas próximas a  $1000^\circ\text{C}$  e se tornando, assim, a camada mais quente da atmosfera.

**EXOSFERA:** é a camada mais longe da Terra, alcançando os 800 km de altura. É composta basicamente por gás hélio e hidrogênio. Nessa camada não existe gravidade e as partículas se desprendem da terra com facilidade. Nela encontram-se os satélites de dados e os telescópios espaciais.



## EFEITO TERMORREGULADOR DO PLANETA TERRA

Assim como a camada de ozônio, o **Efeito estufa** é importante para a regulação da temperatura, e consequentemente, para a manutenção da vida no planeta. Na atmosfera primitiva havia pequenas concentrações de gás carbônico, portanto as temperaturas oscilavam violentamente. Os dias eram extremamente quentes e as noites muito frias. O surgimento de seres fermentadores nos mares primitivos liberou de forma maciça o gás carbônico, potencializando o efeito estufa. Assim as temperaturas foram se tornando mais estáveis.

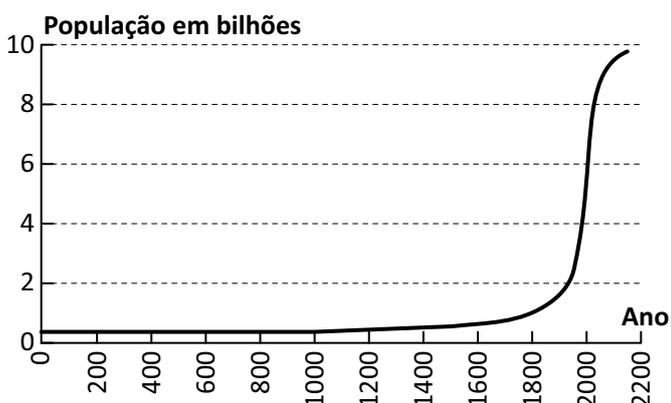
O efeito estufa funciona da seguinte maneira: a radiação solar atravessa a atmosfera e chega até a superfície terrestre. O calor (ondas infravermelho) produzido pelo aquecimento da superfície terrestre, é irradiado para a atmosfera. A presença de certos gases (GEEs – Gases do Efeito Estufa, como  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$ ) dificultam a saída desse calor, favorecendo a vida na terra. Se não fosse a ação desses gases, a terra seria  $33^\circ\text{C}$  mais fria, cerca de  $-18^\circ\text{C}$ . Isso significa que teríamos um planeta congelado e inabitável para a maioria das espécies conhecidas.

## DEMOGRAFIA E MEIO AMBIENTE

### SÉCULO XVIII

- População mundial < 500 milhões
- Base tecnológica humana primária:
  - Produção: artesanato, manufaturas
  - Transporte: barcos a vela, tração animal
- Altas taxas de natalidade, altas taxas de mortalidade, baixo crescimento populacional.
- Predomínio da 1ª natureza (espaço natural): natureza ainda não modificada pelo homem.

### SÉCULOS XIX E XX



### População mundial:

- 1850: 1 bilhão
- 1950: 2,5 bilhões
- 1990: 5,2 bilhões
- 2011: 7 bilhões
- **População atual** (27/08/2015 – 08:43am): 7. 362. 845. 112 habitantes

**Motivos do abrupto crescimento:** Revolução industrial, urbanização, saneamento básico, vacinas, antibióticos...

MAIOR POPULAÇÃO MUNDIAL → MAIORES IMPACTOS AMBIENTAIS

A atividade humana, a partir da Revolução Industrial, com a utilização de carvão mineral e de combustíveis fósseis, extensas áreas de agricultura, liberação de dióxido de nitrogênio, aumento do rebanho bovino – liberação de gás metano e queimadas, contribuiu para a eficiência desse processo. Desde que os ingleses ergueram a primeira chaminé da Revolução industrial do século XVIII, o nível de  $\text{CO}_2$  na atmosfera aumentou 30%. Isso vem provocando um aumento nas temperaturas médias do planeta, comprometendo a estabilidade das geleiras. Essa água despejada nos oceanos está reduzindo o grau de salinidade do mar. Isso muda seu peso e acaba alterando a formação das correntes marítimas. Essas, por sua vez, modificam o regime de ventos e chuvas.

## GEEs – GASES DO EFEITO ESTUFA

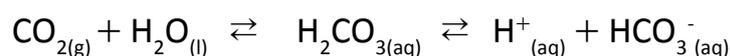
- Os principais gases de efeito estufa são:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$ .
- A tabela abaixo mostra o Global Warming Factor (GWF), uma sigla em inglês que significa Fator de Aquecimento Global, que mostra o potencial de retenção de calor do gás para a terra, e ainda a quantidade do gás na atmosfera em ppb (partes por bilhão).

| GEE                  | GWF | ppb     |
|----------------------|-----|---------|
| $\text{CO}_2$        | 1   | 394.000 |
| $\text{CH}_4$        | 21  | 1760    |
| $\text{N}_2\text{O}$ | 310 | 320     |

- A tabela mostra que existem 394.000 L de  $\text{CO}_2$  a cada 1 bilhão de litros de ar.
- A tabela mostra que uma única molécula de  $\text{N}_2\text{O}$  causa um aquecimento semelhante a 310 moléculas de  $\text{CO}_2$ , isto é, possui um poder de aquecimento 310 vezes maior que do  $\text{CO}_2$ . Para nossa sorte, a quantidade de  $\text{N}_2\text{O}$  presente no ar é muito pequena perto dos outros GEEs.

### $\text{CO}_2$

- Dióxido de carbono ou gás carbônico;
- Principal gás de efeito estufa;
- O  $\text{CO}_2$  é liberado em incêndios florestais, vulcões em erupção, na queima da madeira, carvão e petróleo;
- O grande aumento de sua concentração na atmosfera foi acarretado pelo desenvolvimento tecnológico pós Revolução industrial;
- A alta concentração desse gás no ar atmosférico gera maior dissolução do mesmo nas águas oceânicas, produzindo o ácido carbônico, promovendo a chamada **Acidificação dos oceanos**:



- Essa Acidificação dos oceanos se intensifica a medida que as concentrações de  $\text{CO}_2$  dissolvido aumentam. Uma das principais consequências dessa acidificação é a dissolução do Carbonato de cálcio dos Recifes de coral. O  $\text{CaCO}_3$  tem papel fundamental na formação estrutural dos corais;
- O  $\text{CO}_2$  é o gás produzido durante os processos de fermentação. Sua formação durante esse processo é o fator responsável pelo crescimento de massas de pães e bolos. Também está presente nos refrigerantes.

## $\text{CH}_4$

- O gás metano é o alcano mais simples;
- Proveniente do Petróleo, do Gás natural e da decomposição da matéria orgânica;
- É usualmente chamado de gás do lixo ou gás dos pântanos justamente por esses locais apresentarem grandes quantidades de matéria orgânica em decomposição;
- É o principal constituinte do Gás Natural (combustível fóssil) e do Gás Natural Veicular (GNV). O **GNV** é um combustível de extrema eficiência. Cada quilômetro rodado com gasolina custa R\$ 0,23; com álcool, R\$ 0,17; com diesel, R\$ 0,19 e com GNV, R\$ 0,10;
- Este gás está retido em grande quantidade em tipo de solo congelado, típico de regiões de baixas temperaturas e elevadas altitudes chamado de *permafrost*;
- É produzido por micro-organismos metanogênicos presentes no estômago do rebanho bovino. Esses micro-organismos produzem grandes quantidades desse gás durante o metabolismo da celulose;
- O cultivo de arroz em campos inundados também produz metano, pois a água parada que inunda o solo incentiva a metanogênese;

## $\text{N}_2\text{O}$

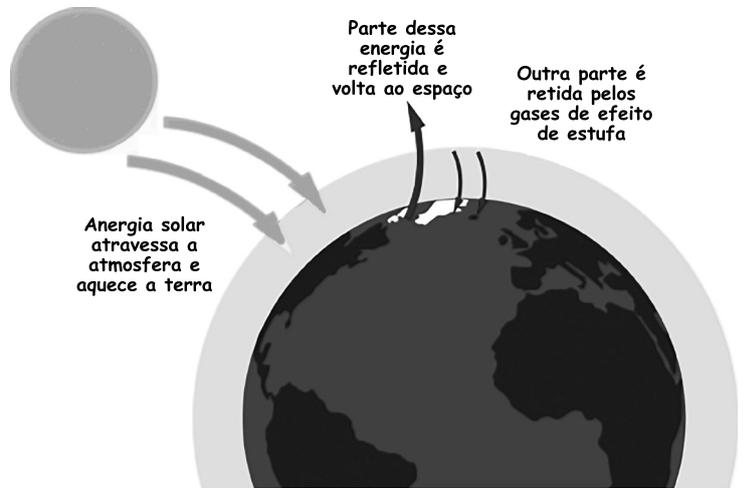
- O monóxido de dinitrogênio é usualmente chamado de óxido nitroso;
- O óxido nitroso é emitido por bactérias no solo e oceanos, e é, portanto, uma parte da atmosfera da Terra. A agricultura é a principal fonte de óxido nitroso produzido pelo homem: cultivar o solo, o uso de fertilizantes nitrogenados (Nitrato de amônio –  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ), e tratamento de resíduos animais podem estimular naturalmente bactérias a produzirem mais óxido nitroso;
- O óxido nitroso também é conhecido como gás hilariante, devido à euforia que produz ao ser inalado. Por um tempo, também foi utilizado como anestésico.

## EFEITO ESTUFA E O AQUECIMENTO GLOBAL

O **efeito estufa** é um processo natural e fundamental para que haja vida na Terra. Quando os raios solares chegam ao nosso planeta, predomina a **radiação** luminosa, de pequenos comprimentos de onda, a qual atravessa a atmosfera com certa facilidade. No entanto, ao serem refletidos pela superfície terrestre, boa parte destes raios solares se transforma em **radiação** calorífica, ou infravermelha, que são ondas fa-

cilmente absorvíveis pelos gases estufa, principalmente o vapor de água, o  $\text{CO}_2$  (gás carbônico) e o metano.

A **absorção** desta energia calorífica colabora de maneira direta para a regulação da temperatura atmosférica na Terra, impedindo que haja uma grande variação térmica entre o dia e a noite. Por isso, sem este efeito não seria possível a existência de vida neste planeta, ou pelo menos da vida como conhecemos.



Com o aumento da queima de combustíveis fósseis, ou seja, **petróleo**, gás natural e carvão, a liberação acabou se intensificando. Ao mesmo tempo, a diminuição das áreas florestadas vem colaborando para a diminuição da absorção. Estes dois fatores casados estão causando um aumento da quantidade de dióxido de carbono, o que pode favorecer a intensificação do efeito estufa.

## O AQUECIMENTO GLOBAL

A primeira consequência problemática do aumento do  $\text{CO}_2$  é o aquecimento global. Considera-se que a temperatura do planeta aumentou cerca de  $0,5^\circ\text{C}$  desde o século XIX. Isto ainda parece pouco, mas, no entanto, a previsão é que até o fim do presente século a temperatura média terrestre tenha um aumento entre 2 e  $6^\circ\text{C}$ .

Este aumento da temperatura já foi visto, no início do século XX, como positivo, uma vez que regiões muito frias teriam invernos menos rigorosos. Mas a questão é bem mais complicada do que isso.

O primeiro problema é que os ecossistemas terrestres têm seus equilíbrios próprios de acordo com as condições climáticas e de solo que conhecemos, uma alteração destas condições poderia gerar grandes desequilíbrios na fauna e na flora, como o domínio de espécies de regiões quentes sobre as de regiões frias, o que diminuiria a biodiversidade do planeta.

Mas o problema mais sério é que a elevação da temperatura terrestre pode provocar, e provavelmente provocará se medidas eficientes não forem tomadas, o derretimento de calotas polares e neves eternas de altas montanhas. Todo esse gelo, que guarda cerca de 2% de água terrestre, ao ser derretido provocará um aumento do nível dos oceanos. Estes por sua vez poderão cobrir cidades litorâneas e mesmo países inteiros.

