

O GRANDE OCEANO AÉREO

O grande oceano aéreo que nos cerca tem a propriedade maravilhosa de permitir que os raios de calor do sol passem através dele sem aquecê-lo; mas, quando a terra é aquecida, o ar fica quente pelo contato com ela, e também, numa quantidade considerável, pelo calor irradiado da terra quente. Isso acontece porque, embora o ar puro e seco permita que esses raios escuros de calor passem por ele livremente, o vapor de água e o ácido carbônico CO₂ no ar os interceptam e absorvem. - Alfred Russel Wallace, *Man's place in the universe*, 1903.

Em **Os Senhores do Clima**, **Tim Flannery**, recomenda que para entendermos a **mudança climática**, precisamos conhecer 3 termos importantes mas pouco compreendidos. Os termos são:

- 1.gases do efeito estufa,
2. aquecimento global e
- 3 mudança climática.

1.**Gases do efeito estufa** são uma classe de gases que podem aprisionar o calor próximo da superfície da Terra.

2. **Aquecimento global** - À medida que aumenta sua concentração na atmosfera, o calor extra que eles capturam leva ao **aquecimento global**.

3 **Mudança climática** - Esse aquecimento, por sua vez, exerce uma pressão sobre o sistema climático da Terra e pode levar a **uma mudança climática**.

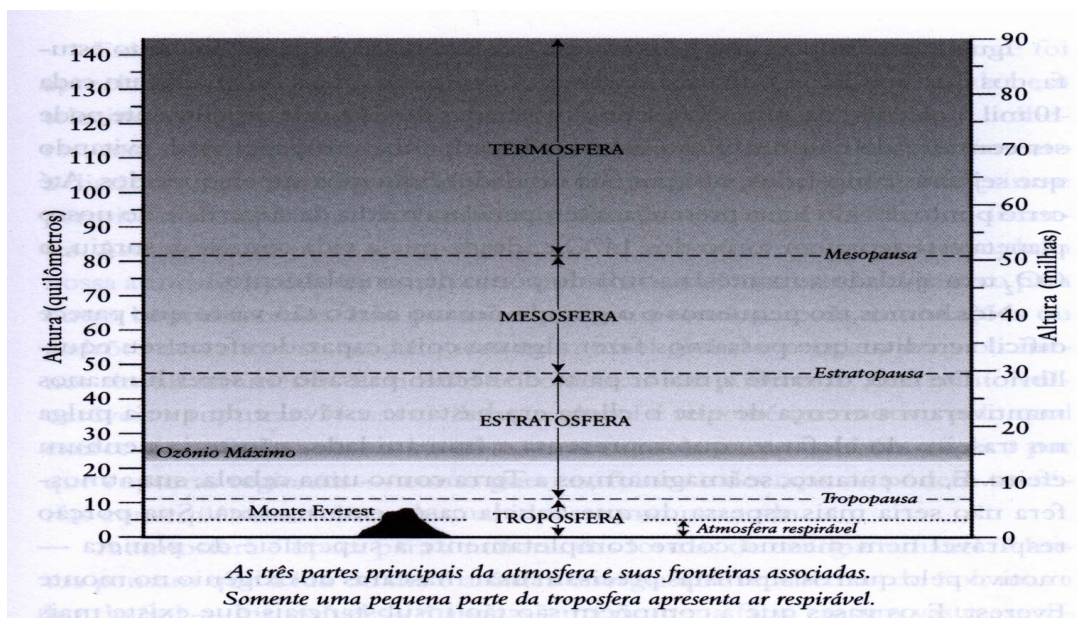
De modo semelhante, é importante saber a **diferença entre**

- a) **condições meteorológicas e**
- b) **clima.**

a) **Condições meteorológicas** são o que experimentamos todos os dias.

b) **O clima** é a soma de todas as condições meteorológicas ao longo de certo período, para uma região ou para o planeta como um todo. E todos, é claro, são gerados pela atmosfera.

A atmosfera tem **4 camadas distintas**, que são definidas com base em sua temperatura e na direção do seu gradiente de temperatura.



A parte mais baixa da atmosfera é conhecida como **troposfera**. O nome significa a região onde o ar gira, e é assim chamada devido à mistura vertical de ar que a caracteriza.

A troposfera se estende, em média, até **12 Km acima da superfície da Terra** e contém **80% de todos os gases da atmosfera**.

Um terço dela, que forma a camada mais baixa (e que contém a **metade de todos os gases na atmosfera**), é a **única parte respirável de toda a atmosfera**.

O aspecto singular da **troposfera** é que seu gradiente de temperatura está de “**cabeça para baixo**” - é mais quente no fundo, e esfria 6,5°C por Km vertical que se suba.

À primeira vista isso parece contrário ao bom senso, pois era de se esperar que o ar mais próximo do Sol (a fonte fundamental de calor) fosse mais quente, mas essa peculiaridade é responsável pela natureza bem misturada da **troposfera**.

Afinal, o ar quente sobe. Outra peculiaridade é que a **troposfera** é a única porção da atmosfera cujas metades norte e sul (divididas pelo equador) dificilmente se misturam, uma característica que poupa os habitantes do **hemisfério Sul do ar poluído** que limita o horizonte e embaça os panoramas no Norte mais povoado.

Estratosfera é a camada seguinte da atmosfera, encontra a **troposfera na tropopausa**.

Em contraste com a **troposfera**, a **estratosfera** fica mais quente à medida que se sobe.

Isso acontece porque a estratosfera superior é rica em ozônio, e o ozônio capta a energia dos raios ultravioleta, reirradiando-a como calor. E, como não é perturbada pelo ar quente ascendente, a estratosfera tem camadas distintas, e ventos violentos que através dela circulam.

Cerca de 50 Km acima da superfície terrestre fica a **mesosfera**.

A -90°C, é a parte mais fria de toda a atmosfera, e acima dela fica a camada final, a **termosfera**, que é um tênue resíduo de gás que se estende longe no espaço. Aqui as temperaturas podem chegar a 1000°C, e no entanto, como o gás está finamente disperso, não pareceria quente ao toque.

O grande oceano aéreo é composto de **nitrogênio (78%)**, **oxigênio (20,9%)** e **argônio (0,9%)**.

Esses 3 gases formam a maior parte (mais de **99,95%**) **do ar que respiramos**.

E o interessante é que sua capacidade de reter o H₂O depende de sua temperatura:

A 25°C o vapor de água forma 3% do que inalamos.

Mas, como acontece com o oceano aquático, são os elementos menores - os restantes 0,05% - que temperam a mistura, e alguns deles são vitais para a vida neste planeta.

Tome como exemplo o ozônio. Suas moléculas, formadas por 3 átomos de oxigênio, são escassas mesmo dentro dessa minúscula minoria de gases de tempero, que os cientistas chamam de gases traço.

O ozônio responde por apenas dez moléculas de cada milhão sacudido pelas correntes do grande oceano aéreo.

E, no entanto, sem o efeito protetor dessas dez em 1 milhão, logo ficaríamos cegos, morreríamos de câncer ou sucumbiríamos a uma variedade de outros problemas.

Igualmente importante para a nossa existência são os **gases do efeito estufa**, dos quais o **CO₂** é o mais abundante.

Com pouco mais de 4 em cada 10 mil moléculas da atmosfera sendo moléculas de CO₂, ele dificilmente pode ser considerado comum.

E no entanto desempenha um papel vital, evitando que sejamos congelados, ou (por sua raridade) fiquemos superaquecidos.

Até certo ponto devido à sua presença, a temperatura média da superfície do nosso planeta está agora em torno dos 14°C e, desde que a vida complexa surgiu, o CO₂ tem ajudado a mantê-la acima do ponto de congelamento.

Nós somos tão pequenos e o grande oceano aéreo tão vasto que parece difícil acreditar que possamos fazer alguma coisa capaz de afetar seu equilíbrio.

De fato, durante a maior parte do século passado os seres humanos mantiveram a crença de que o clima era bastante estável e de que a pulga no traseiro do elefante, que representa a humanidade, não teria nenhum efeito.

E, no entanto, se imaginarmos a Terra como uma cebola, sua atmosfera não seria mais espessa do que aquela casca externa seca.

Sua porção respirável nem mesmo cobre completamente a superfície do planeta - motivo pelo qual os alpinistas precisam usar máscaras de oxigênio no monte Everest.

E os gases que a compõem são tão insubstanciais que existe mais gás dissolvido nos oceanos do que flutuando na atmosfera. E mais energia calórica está armazenada perto da superfície do oceano do que em todo o oceano aéreo.

Para compreender a vulnerabilidade da atmosfera, precisamos compreender não apenas seu tamanho e sua substância tênue, mas seu dinamismo.

O ar que você acabou de exalar já se espalhou amplamente. E o CO₂ que saiu da sua respiração na semana passada pode estar agora alimentando uma planta num continente distante, ou o plâncton de um mar congelado.

Em questão de meses todo o CO₂ que você acabou de exalar terá se dispersado por todo o planeta (Weart, S.R. 2003 . The discovery of global warming: new histories of science, technology and medicine. Harvard University Press . Massachusetts).

Devido ao seu dinamismo, a atmosfera encontra-se numa relação íntima com cada aspecto da nossa Terra, do manto para cima.

Nenhum vulcão explode, nenhum oceano se agita - de fato nenhuma criatura respira - sem que isso seja registrado pelo grande oceano aéreo.

Existe um aspecto notável desse oceano de ar que só recentemente foi apreciado, que é a sua telecinese. A última vez que você ouviu falar em telecinese foi, provavelmente, quando Uri Geller andava entortando colheres, mas o termo tem uma definição científica válida.

Significa “movimento à distância sem uma ligação material” e, no caso da atmosfera, a telecinese permite que mudanças se manifestem simultaneamente em regiões distantes.

Assim, em resposta ao aquecimento ou ao resfriamento, por exemplo, a nossa atmosfera pode de uma vez se transformar de um estado climático para outro bem diferente. Isso permite que tempestades, secas, inundações ou padrões de ventos se modifiquem num nível global e o façam mais ou menos simultaneamente.

Entidades telecinéticas são poderosas, mas muito vulneráveis a rupturas. Nossa civilização global é telecinética, motivo pelo qual exerce tanta força sobre a biosfera, mas sua telecinese também explica por que rupturas regionais - como guerras, fomes e doenças - podem ter sérias conseqüências sobre a humanidade como um todo.

A atmosfera é opaca para a maioria das formas de energia radiante. Muitos pensam que a luz do dia é a única energia que recebemos do Sol, mas a luz do Sol - luz visível - é apenas uma pequena faixa em um vasto espectro de comprimentos de onda que o Sol lança sobre nós.

A luz é importante para nós, claro, pois somos criaturas do dia, cujos olhos evoluíram para detectar comprimentos de onda naquela parte exata do espectro.

Para outros comprimentos de onda, a atmosfera é tão impenetrável quanto um muro de tijolos, e são os gases que formam essa barreira: **especificamente os gases do efeito estufa**, uma coleção de moléculas diferentes que compartilham a capacidade de bloquear os comprimentos de onda mais longos da energia.

Estamos mais familiarizados com comprimentos de onda longos sob o nome de "**energia térmica**", e o calor é o que os gases aprisionam.

Mas, ao fazê-lo, eles se tornam instáveis e, por fim, liberam o calor, uma parte do qual se irradia de volta para a Terra.

Os gases do efeito estufa podem ser raros, mas seu impacto é maciço, pois, ao aprisionar o calor perto da superfície do planeta, eles, ao mesmo tempo, aquecem o nosso mundo e respondem pela troposfera “de cabeça para baixo”.

Uma idéia do poder dos gases do efeito estufa de influenciar a temperatura pode ser obtida com o estudo de outros planetas. A atmosfera de Vênus é 98% CO₂ e a temperatura na sua superfície é de 477°C.

Se o CO₂ chegar até mesmo a 1 % da atmosfera da Terra - todas as outras coisas continuando iguais -, a temperatura da superfície do nosso planeta subiria até o ponto da fervura.

(Lovelock, J. 1979 – Gaia: a new look at life on earth Oxford University Press, Oxford.)

Se você quiser sentir na pele como os **gases do efeito estufa atuam**, visite Nova York no mês de agosto. É a época do ano em que o calor e a umidade deixam aqueles que ainda andam pelas ruas banhados em suor.

E o calor parece tão desagradável - preso num ambiente superpovoado de concreto, contornos rígidos, asfalto fervente e corpos humanos pegajosos - que é quase insuportável.

E o pior acontece de noite, quando a umidade e uma camada espessa de nuvens aprisionam o calor.

Eu me lembro de rolar na cama entre lençóis ensopados de suor num quarto perto da esquina da rua 9 com a avenida C.

À medida que meus olhos começavam a ficar irritados e a pele a endurecer, eu podia sentir a sordidez dos 8 milhões de corpos humanos naquela cidade, junto com seus dejetos e resíduos.

E de repente eu queria estar num deserto - num deserto seco e claro, onde, a despeito do calor do dia, o céu claro da noite traz um alívio abençoado.

A diferença entre um deserto e a cidade de Nova York à noite reside num único gás do efeito estufa - o mais poderoso de todos -, o vapor d'água.

Pensando no fato de que o vapor d'água retém **2/3 de todo o calor preso pelos gases do efeito estufa**, eu amaldiçoei as nuvens acima de mim.

Mas ele também tem um lado bom.

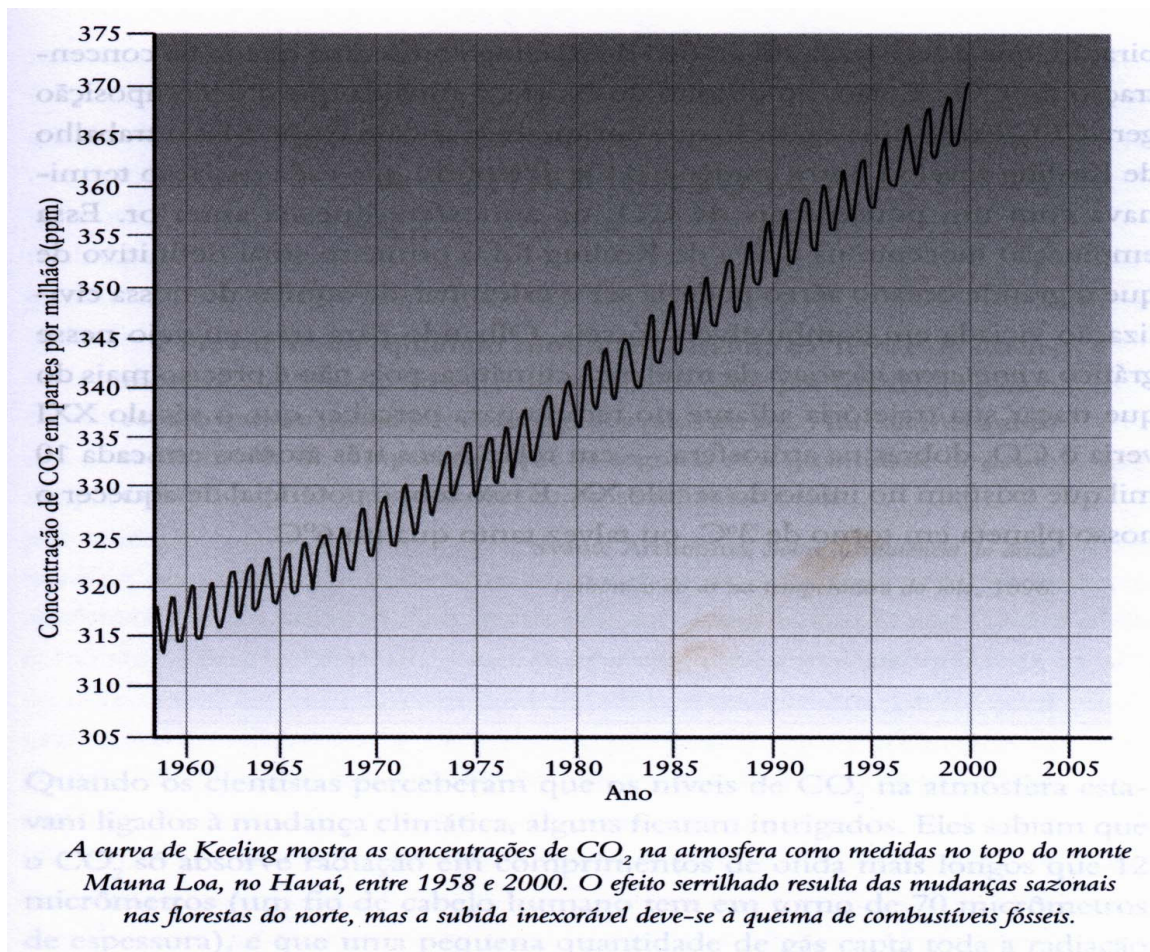
Diferente dos outros gases do efeito estufa, **o vapor d'água na forma de nuvens bloqueia parte da radiação do Sol durante o dia, abaixando as temperaturas.**

É um testemunho da ignorância humana que, até 30 anos atrás, menos da metade dos gases do efeito estufa tinham sido identificados, e os cientistas ainda estavam divididos quanto à Terra estar esquentando ou esfriando.

E, no entanto, sem essas moléculas o nosso planeta seria mortalmente frio - uma esfera frígida com uma temperatura superficial média de -20°C .

Mas nós então sabíamos, e fazia algum tempo, que esses gases estavam se acumulando.

O CO_2 é o mais abundante dos tênues gases do efeito estufa e é produzido sempre que queimamos alguma coisa ou quando algo se decompõe.



Na década de 1950, o climatologista **Charles Keeling** subiu o monte **Mauna Loa, no Havaí**, para registrar as concentrações de CO₂ na atmosfera.

Com isso ele criou um gráfico, conhecido como **curva de Keeling**, que é uma das coisas mais maravilhosas que já vi, pois nele é possível ver o nosso planeta respirando.

A cada primavera no hemisfério Norte, enquanto as plantas brotando extraem CO₂ do grande oceano aéreo, nossa Terra começa uma grande inspiração, que é registrada no gráfico de Keeling como uma queda na concentração do CO₂.

Então, no outono do Norte, à medida que a decomposição gera CO₂ existe uma exalação que enriquece o ar com o gás.

Mas o trabalho de Keeling revelou outra tendência. Ele descobriu que cada exalação terminava com um pouco mais de CO₂ na atmosfera que na anterior.

Essa empinação inocente na curva de Keeling foi o primeiro sinal definitivo de que o grande oceano aéreo poderia ser o calcanhar-de-aquiles de nossa civilização viciada em combustíveis fósseis.

Olhando para trás, eu vejo nesse gráfico a **primavera silenciosa** da mudança climática, pois não é preciso mais do que traçar sua trajetória adiante no tempo para perceber que o século XXI veria o CO₂ dobrar na atmosfera - em relação aos 3 átomos em cada 10 mil que existiam no início do século XX. E isso tem o potencial de aquecer o nosso planeta em torno de 3°C, ou talvez tanto quanto 6°C.

Luiz Antonio Batista da Rocha -Eng. Civil - Consultor em Recursos Hídricos - Auditor Ambiental -
rocha@mdbrasil.com.br - www.outorga.com.br - www.rochaoutorga.hpg.com.br