

O EFEITO ESTUFA E SUAS IMPLICAÇÕES GEOGRÁFICAS

Hideo Sudo *

A parte inferior da atmosfera contém uma mistura muito complexa de compostos de carbono que se caracteriza por um ciclo extremamente dinâmico de assimilação, transformação e deposição. Esse ciclo é mantido através da ação dos fitoplanc^utons no mar e das plantas terrestres em geral que, através do processo de fotossíntese transformam o dióxido de carbono atmosférico, numa reação com água, em moléculas orgânicas de carboidratos com liberação simultânea de oxigênio livre que entra na atmosfera.

A concentração natural de dióxido de carbono logo acima da superfície dos solos varia grandemente no decorrer das 24 horas do dia em função da taxa de iluminação e do grau de temperatura.

Ao amanhecer começa a fotossíntese ao mesmo tempo que se observa um decréscimo da concentração de dióxido de carbono em decorrência da assimilação do mesmo pelas plantas. Quando a temperatura aumenta, se observa um aumento da taxa de respiração acompanhada do declínio do consumo líquido de dióxido de carbono.

Ao anoitecer cessa a fotossíntese e consequentemente ocorre a parada da assimilação de dióxido de carbono enquanto que a respiração continua. Em consequência passa a haver uma concentração de dióxido de carbono disponível junto à superfície do solo. A este carbono disponível acrescenta-se aquele resultante da decomposição de matérias orgânicas depositadas no solo.

A taxa líquida de assimilação do dióxido de carbono varia enormemente de um tipo de vegetação para outro também. Segundo Bolin (1974) florestas tropicais úmidas, que se caracterizam por crescimentos muito rápidos, absorvem anualmente entre 1000 a 2000 gr/m² de superfície. A tundra ártica absorve apenas 1% dessa quantidade. As florestas das latitudes médias assimilam entre 200 a 400 gr/m² de superfície. São, sem dúvida, estimativas muito imprecisas, porém, o certo é que as vegetações de flo

* Professor Assistente Doutor do Departamento de Ciências Ambientais do IPEA-UNESP.

restas assimilam mais dióxido de carbono que os bosques e campos cultivados. No global, as estimativas oscilam entre 10 e 100 bilhões de toneladas de dióxido de carbono assimilado e reciclado.

As florestas são, evidentemente, os grandes consumidores e igualmente grandes armazenadores de carbono em terra. No entanto, o ciclo do carbono envolve a participação dos oceanos e com um padrão de circulação totalmente diverso daquele da terra. A lixiviação de carbonatos em terra tende a aumentar a quantidade de carbono no mar. Mas ao mesmo tempo, a precipitação de carbonato em terra a partir da sua evaporação no mar tende a reduzir a quantidade de dióxido de carbono dissolvido no mar. Além disso, as concentrações de carbonato no mar devem ser reduzidas por reações que envolvem potássio, silício e alumínio que são lixiviados em terra e levados ao mar. O efeito seria o de estabilizar o teor de dióxido de carbono dissolvido contrabalançando-o com o existente na atmosfera.

Apesar das plantas terrestres terem uma importante função no ciclo do carbono, são os oceanos, sem dúvida, os principais armazenadores e reguladores deste composto.

A maior parte da biomassa marinha é constituída de microorganismos cujo ciclo de vida é de apenas alguns dias. O fitoplâncton assimila o dióxido de carbono dissolvido na água do mar, na presença da luz, e libera o oxigênio em solução. Os animais marinhos consomem o carbono quando se alimentam de fitoplâncton ao mesmo tempo que respiram o oxigênio que se encontra dissolvido na água. Em troca devolvem o dióxido de carbono que entra no ciclo em forma de solução. Por outro lado, o fitoplâncton que não entra na cadeia alimentar dos organismos marinhos, ao morrerem desintegram-se rapidamente transformando-se em matéria orgânica que se decompõe liberando carbono que se oxida. Consequentemente, ocorre uma grande concentração de dióxido de carbono nos níveis superiores das águas marinhas considerando-se a lentidão das trocas verticais de água entre as camadas profundas e as superficiais.

Na verdade, o padrão atual de trocas de água conhecido é dado pelo afundamento de águas frias nas regiões polares, sobretudo na Antártica, e ressurgências das mesmas nas latitudes tropicais. Há ressurgências conhecidas ao longo da costa do Chile, nas costas do Mar do Japão, na corrente do Golfo e nas costas sul brasileiras. Todavia, não se conhece com precisão o papel exercido por estas águas marinhas na circulação do carbono

nos oceanos. O fato, entretanto, é que o dióxido de carbono, assim como o oxigênio, se encontram amplamente distribuídos nas águas superficiais marinhas.

Como há uma troca dinâmica de dióxido de carbono e de oxigênio entre as águas dos oceanos e a atmosfera realzada pela ação dos ventos que agitam as superfícies das águas, a quantidade de dióxido de carbono dissolvido nas camadas superficiais das águas marinhas está em estreito equilíbrio com a concentração de dióxido de carbono, em forma de gás, na atmosfera global.

A partir do século XVIII surge um novo elemento que intervém seriamente no equilíbrio natural do ciclo do carbono.

Com o advento da chamada Revolução Industrial, o homem passou a queimar grandes quantidades de combustível fóssil e madeiras devolvendo, dessa forma, à atmosfera o carbono que foi fixado pelas plantas e microorganismos há milhões de anos atrás. Como resultado, acredita-se que a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera tenha duplicado desde o final do século passado. Uma parte deste carbono poderia ter sido usada pela vegetação em terra resultando, em consequência, um aumento da sua população total. Hipótese esta não comprovada. Ao contrário, sabe-se que a partir do século passado vastas áreas de florestas foram desmatadas e transformadas em áreas de cultivo sem que tivesse havido uma reposição vegetacional equivalente.

As atividades humanas continuam a mudar o ambiente com devastação das florestas ainda existentes e queima acelerada de combustíveis fósseis concorrendo para que o conteúdo de dióxido de carbono na atmosfera continue subindo.

O acréscimo de dióxido de carbono na atmosfera pode aumentar a velocidade de fotossíntese propiciando crescimentos mais rápidos às plantas. Assim o carbono por si só é altamente benéfico para a vegetação que reage o dióxido de carbono com água na presença da luz para produzir carboidratos com liberação de oxigênio. Com isto, a atmosfera também é beneficiada pois se enriquece de oxigênio. No entanto, como a vegetação, de modo geral, está sendo devastada indiscriminadamente e admitindo que os oceanos possuem uma capacidade de absorção de dióxido de carbono limitada, fixada particularmente pelo fitoplâncton, ocorre então um acréscimo contínuo deste composto na atmosfera. Este carbono excedente pode atuar como uma capa gasosa envolvendo toda

a terra. Os raios solares de ondas mais curtas podem passar através dela até atingir a superfície terrestre, mas ao serem irradiados de volta ao espaço como raios infra-vermelhos longos ou ondas de calor, poderão ser bloqueados, permanecendo entre a superfície terrestre e a capa gasosa que assim se aquece.

Havendo esse bloqueio, conhecido por efeito estufa, assim batizado por Arrhenius no século XIX, a atmosfera pode se aquecer entre a superfície da terra e o nível da capa termal de dióxido de carbono. Essa camada atmosférica poderá reter mais vapor d'água que, por sua vez, concorrerá para aprisionar mais calor. Em consequência, a temperatura média da superfície terrestre poderá aumentar e derreter neves e gelos. Os oceanos terão os seus níveis elevados devido ao aumento do runoff em terra conjugado com a expansão induzida pelo aquecimento das suas águas. Ao mesmo tempo, com o recuo das capas de gelos polares poderá ocorrer um decréscimo da reflectância total da terra resultando menor irradiação de energia solar e maior absorção de calor.

Em caráter global, o clima poderá evoluir para uma umidificação acelerada envolvendo paisagens, inclusive em avançado estágio de resistasia caracterizados por desmatamentos indiscriminados e processos erosivos generalizados.

Devido à elevação do nível dos oceanos, e, conseqüentemente, do nível de base geral e regionais, é possível que ocorram perturbações em todo o sistema hidrográfico de caráter exorréico com repercussões profundas na economia de muitos países que de forma direta ou indireta sofrem a influência do comportamento das suas redes hidrográficas.

Por outro lado, grandes parcelas territoriais de alguns países como a URSS, Canadá, atualmente submetidas às condições climáticas glaciais poderão transformar-se em extensas áreas economicamente aproveitáveis, assim como poderão ser explorados gás e petróleo no Ártico e no continente Antártico.

Segundo Roberto Schiffer diretor do programa da NASA sobre clima, tudo isto é uma questão de encadeamento linearmente físico.

Na verdade, pode ser uma questão puramente física mas apenas do ponto de vista do quadro de mecanismos atualmente conhecido. Os cientistas não sabem ainda se a capacidade dos oceanos em absorver dióxido de carbono, é limitado ou não. Tampouco estão certos do preciso papel exercido pela atmosfera na distribuição do carbono ao redor da Terra, assim como não sa-

bem ainda de que modo atuam outros componentes da atmosfera tais como partículas de pó de origem vulcânica.

BIBLIOGRAFIA

BOLIN, Bert. A Biosfera. São Paulo, EDUSP, 1974.