



O clima da Terra está mudando

VOCÊ SABIA?

Reviravoltas no clima ocorrem por vários motivos – e a ação do homem é apenas um deles. Na história da Terra houve muitas outras. Veja por exemplo os desenhos *A Era do Gelo 1 e 2*. No primeiro, a história se passa em um cenário de gelo e neve permanentes. No segundo, aparecem lagos, rios e vegetação. As mudanças ocorreram há milhões de anos e foram provocadas por alterações mínimas na órbita do planeta e na sua inclinação em relação ao Sol. Naquela época, o ser humano ainda nem existia.



ANA FERNANDEZ / SXC

Você está preparado para o aumento de calor? A temperatura média da Terra vai aumentar

Veja quais são as causas e as diferenças em relação às mudanças que ocorreram no passado. Descubra por que as ações do homem alteram o equilíbrio de gases que compõem a atmosfera

Há alguns anos, muitas pessoas se perguntavam como uma ameaça aparentemente distante e incerta como o aquecimento global poderia preocupar a humanidade. Afinal, não é novidade que a Terra já passou por períodos frios – as eras glaciais (veja *A Era do Gelo*) – e mais amenos, os chamados intervalos interglaciais, alterações que ocorrem de forma tão lenta que se tornam imperceptíveis ao longo de uma geração. Mas hoje se acumulam evidências na paisagem dos continentes de que o clima está mesmo mudando. O derretimento de gelo no Ártico é uma prova de que isso ocorre numa velocidade maior do que se esperava.

O Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima (IPCC, na sigla em inglês), um comitê de milhares de especialistas reunidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), divulgou em 2007 um relatório contendo provas de que a temperatura média do planeta subiu 0,76° C no século passado, o que é muito em termos planetários. E mais: se esse processo não for contido, as consequências podem ser dramáticas para as próximas gerações. De várias formas, há iniciativas para diminuir os efeitos do aquecimento global. Como? Por meio de medidas que reformulem o modelo de crescimento econômico atual, associando-o à busca do consumo consciente e sem comprometer demais o meio ambiente.



DIVULGAÇÃO

O que é o aquecimento global

Quando os cientistas falam em mudança do clima e em aquecimento global, estão se referindo a um aumento, além do normal, da capacidade da atmosfera de reter calor. Esta camada de gases que envolve a Terra é constituída principalmente de nitrogênio (N_2) e oxigênio (O_2), que não retêm calor. Outros gases estão presentes em pequenas quantidades, incluindo os do "efeito estufa". Recebem esse nome porque funcionam como o revestimento de vidro de uma estufa, que permite a entrada do calor do Sol e conserva o interior quentinho mesmo quando a temperatura do lado de fora está fria.

O efeito estufa é um fenômeno natural: a radiação do Sol atravessa a atmosfera e chega à superfície do planeta, mas "o vidro" evita que ela escape novamente sob a forma de calor. Por causa disso, a temperatura na Terra oscila em torno de $15^\circ C$, ideal para a

existência da água líquida e dos seres vivos. Sem o efeito estufa natural, a temperatura seria de $18^\circ C$ negativos!

O problema é que as atividades humanas estão aumentando a intensidade do efeito estufa natural como se fossem colocados vidros mais grossos na estufa atmosférica. Os gases responsáveis pelo aquecimento excessivo, como o dióxido de carbono ou gás carbônico (CO_2), são produzidos pela queima de combustíveis fósseis. O metano (CH_4) é gerado, sobretudo, pela decomposição da matéria orgânica em aterros sanitários e plantações alagadas (principalmente de arroz). O óxido nítrico (N_2O) advém do processo digestivo do gado. Ao alterar o uso da terra, por meio do desmatamento e de algumas atividades agrícolas, o homem também lança no ar, por apodrecimento ou queima, o CO_2 que estava acumulado nas plantas e no solo.

VOCÊ SABIA?



A mudança do clima devido à ação do homem não se compara com aquela que presumivelmente causou o desaparecimento dos dinossauros. Acredita-se que o tremendo impacto de um asteroide ocorrido há 65 milhões de anos moveu o eixo do planeta, além de levantar uma imensa nuvem de poeira que impediu a passagem da luz na atmosfera. A partir daí, ocorreram catástrofes sucessivas. Primeiro, a Terra começou a esfriar (em vez de esquentar, como agora). Diminuiu a quantidade de luz solar e a fotossíntese das plantas. Os grandes animais herbívoros acabaram morrendo, assim como seus predadores.

JANUSZ MICHALCZUK / SXC

Como funciona o efeito estufa

Veja como a atmosfera funciona como o vidro de uma estufa – agora mais grosso

O efeito estufa é um fenômeno natural. Ele é benéfico, pois permite a retenção da energia solar sob a forma de calor e a existência de vida, mas está sendo agravado pela ação do homem



1. A energia emitida pelo Sol aquece a Terra. Parte dela é refletida de volta ao espaço ou absorvida pela atmosfera
2. O planeta devolve a radiação para a atmosfera sob a forma de calor
3. O calor é retido temporariamente na atmosfera pelos gases do efeito estufa, como o CO_2 .
4. A queima de combustíveis fósseis e o desmatamento aumentam a concentração dos gases do efeito estufa. O equilíbrio natural é rompido, provocando aumento na temperatura média do planeta



ADRIANA FRANCIOSI / AG. RBS / FOLHA IMAGEM

VOCÊ SABIA?

Enchentes em Santa Catarina; estiagem prolongada em Minas Gerais e no norte do Rio de Janeiro: o verão de 2008 caracterizou-se por eventos extremos que os cientistas suspeitam ser resultado do aquecimento global. Mais calor significa mais evaporação. O vapor d'água implica em mais efeito estufa, pois, da mesma forma que o CO₂, ele também retém o calor. Ainda não há dados para comprovar a suspeita, pois elas exigem um período longo de tempo de análise. No caso dos furacões que ocorrem no Atlântico Norte, sabe-se que sua intensidade vem aumentando ao longo dos últimos 30 anos.

Cidade de Gaspar, no Vale do Itajaí, em Santa Catarina, inundada pelas fortes chuvas que assolaram a região no final de 2008, trazendo mortes e devastação

A engrenagem do clima da Terra

Em pleno inverno, de repente, há dias bem quentes e o sol brilha sem parar na sua cidade. É um sinal do aquecimento global? Em princípio, não. Trata-se apenas de uma variação do tempo, ou seja, uma diferença que ocorre em um curto período e num espaço restrito. Para se definir o clima de uma região deve ser observada a média das condições de tempo ao longo de muitos anos.

Duas propriedades essenciais governam a atmosfera: a pressão do ar, ditada pela gravidade; e a temperatura, ditada pela radiação solar e terrestre, além da umidade. As correntes de ar resultantes de mudanças na temperatura e pressão funcionam como uma espécie de motor que redistribui o calor do Equador e dos trópicos para os polos. A Terra

absorve muito mais energia solar na região tropical, pois o sol incide diretamente sobre essa região o ano todo. Em contraste, nos polos Norte e Sul, os raios de sol chegam de forma oblíqua. Cada um dos polos recebe luz solar apenas a metade do ano, ficando a outra metade na escuridão.

Um acréscimo de 2,7 °C na temperatura média global significa um aumento de 0,5 °C ou 1°C nas zonas próximas ao Equador, porém mais de 6 °C no Polo Norte, assim como um aumento acentuado na periferia da Antártida. Entre muitas outras consequências para o planeta, altera-se a dinâmica dos ventos e das correntes oceânicas, com enorme impacto para o clima dos continentes.

Carbono é bom, mas sem exagero

É importante ficar claro: o carbono é um elemento essencial na composição de todos os organismos vivos. Ele está presente na atmosfera, nos oceanos, nos solos, nas rochas sedimentares e estocado nos combustíveis fósseis. As plantas absorvem o carbono da atmosfera na forma de CO_2 por meio da fotossíntese. Por outro lado, tanto plantas como animais liberam carbono como CO_2 quando morrem e sua matéria orgânica se decompõe. É um processo de leva-e-traz que tem sido responsável pelo equilíbrio da tempe-

ratura na Terra nos últimos 100 mil anos. A estufa ao redor do planeta impede que o calor escape para o espaço e os movimentos dos oceanos e da atmosfera fazem com que ele seja distribuído de uma forma mais ou menos uniforme, apesar das diferenças entre o dia e a noite e as zonas equatoriais e os polos. Na Lua, onde não existe atmosfera, e, portanto, não há gás carbônico para reter o calor, a temperatura chega a 100°C durante o dia e baixa para 150°C negativos à noite.

Cientistas mediram a proporção de CO_2 em bolhas de ar guardadas há milênios sob o gelo na Antártida e na Groenlândia. Descobriram que até dois séculos atrás essa proporção nunca passou de 290 partes por milhão (ppm). Mas a liberação de carbono, via queima de combustíveis fósseis e mudanças no uso da terra, alterou esse fluxo natural. Em 2005, a proporção de CO_2 no ar havia chegado a 379 ppm – um aumento de quase 30% em relação ao que foi registrado antes e a mais alta dos últimos 800 mil anos.



Testemunhos de gelo: tubos com amostras de ar do passado, analisados na base brasileira da Antártida

DIVULGAÇÃO

VOCÊ SABIA?

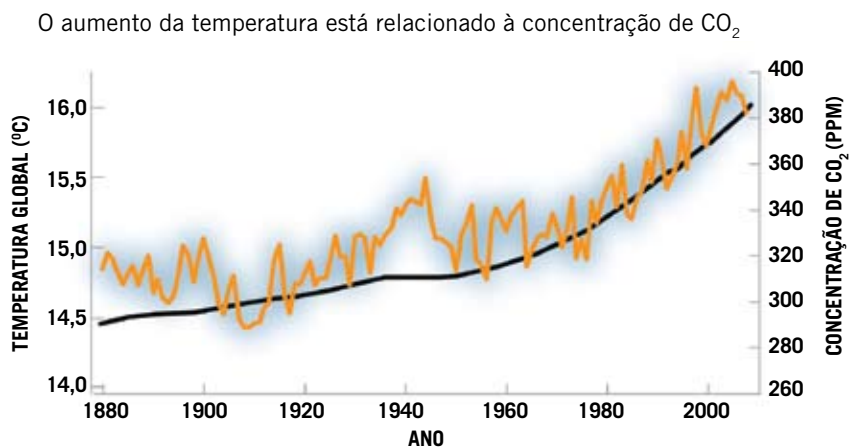


REPRODUÇÃO

Não só nos períodos glaciais ocorreram mudanças climáticas. Nos últimos mil anos – um período relativamente recente para a idade do planeta –, o clima sofreu variações significativas por causas naturais, portanto, não relacionadas à ação do homem. Um desses momentos, entre 1250 e 1650, foi chamado de Pequena Idade do Gelo. A queda prolongada na temperatura deve-se a alterações na atividade solar. Os invernos rigorosos foram registrados, entre outros, pelo pintor Pieter Brueghel (1525-1569), um dos mais célebres paisagistas holandeses.

Mais gases do efeito estufa, mais calor

O gráfico mostra a variação da temperatura média do planeta em amarelo e a concentração de CO_2 na atmosfera em preto. Veja como ambas andam juntas



Fonte: Centro Hadley/Unep, 2000



O papel dos combustíveis fósseis

VOCÊ SABIA?

Na estratosfera (camada de gases da atmosfera entre 10 km e 45 km de altura), parte do oxigênio é transformado em ozônio. Esse gás funciona como um filtro protetor, ao reter a maior parte da radiação ultravioleta do sol (causadora, entre outras coisas, de câncer de pele). Os CFCs (clorofluorcarbonos), utilizados pela indústria em sprays, protetores de circuito elétrico de alta voltagem e compressores de refrigeração de geladeiras e aparelhos de ar-condicionado, destroem a camada de ozônio. Por isso, estão sendo substituídos (veja na pág. 21). Além disso, esses gases contribuem para o efeito estufa, bem como alguns de seus substitutos.



ERICH LESSING / ALBUM / ALBUM CINEMA / LATINSTOCK

A partir do século 19, enquanto aumentava o uso de carvão, a paisagem em cidades europeias como Londres tornava-se cada vez mais cinzenta

Antes da Revolução Industrial, as atividades de produção e prestação de serviços baseavam-se no trabalho dos homens, complementado pela tração animal, pela utilização direta da força da água e do vento e pela queima da lenha e do carvão vegetal. A partir do século 19, a lenha foi substituída pelo carvão mineral e, mais tarde, pelo petróleo. Essas duas fontes de energia, assim como o gás natural, são combustíveis fósseis formados pela

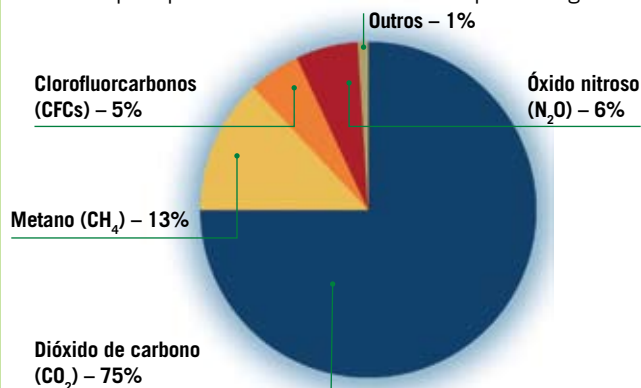
decomposição de matéria orgânica, por meio de um processo de milhões de anos.

No caso do carvão, trata-se da decomposição e da transformação de plantas mortas, cobertas por depósitos de terra e submetidas a altas pressões. Algas e outros seres microscópicos aquáticos foram soterrados e acabaram se transformando em petróleo. Nesse processo, a decomposição dos organismos também liberou o gás natural. Relativamente abundantes e ricos em energia calórica, petróleo, carvão e gás foram essenciais para o desenvolvimento de nossa sociedade tecnológica. Mas, como fontes não renováveis (materiais não recompostos na natureza na mesma velocidade em que são consumidos), a tendência é se esgotar. Não bastasse isso, o seu uso polui o ambiente e contribui para o aquecimento global. Sem contar que o oxigênio usado na queima desses combustíveis também vem da atmosfera.

Não se espera que os combustíveis fósseis sejam substituídos por uma fonte única de energia, como se imagina. A proposta de uma "revolução energética global" implica no uso de várias alternativas e na redução do consumo.

Os vilões do efeito estufa

Gases têm diferentes porcentagens de ação sobre o clima, medidos pelo potencial de aumento de temperatura global



Fonte: Universidade de Michigan, 1998

A importância das florestas

Em condições normais, ou seja, de equilíbrio, o carbono é transferido da atmosfera para a biosfera (florestas, outros tipos de biomas, animais, carbono do solo) pela fotossíntese e devolvido pela decomposição de matéria orgânica em quantidades iguais. Porém o excesso de CO_2 na atmosfera, resultante de uma parte das atividades humanas, altera esse "toma lá dá cá" e provoca um aumento da absorção de carbono pela biosfera.

Hoje, as florestas em especial, mas também outros biomas, absorvem cerca de 8% do dióxido de carbono emitidos anualmente. Isso significa que o aumento desse gás na atmosfera está deixando as florestas do mundo mais "obesas". Estima-se que sua vegetação esteja retirando 2,2 bilhões de toneladas de dióxido de carbono da atmosfera por ano, a maior parte dos quais no Brasil, que é o proprietário da maior delas – a Floresta Amazônica.

O impacto pelo uso da terra

Além disso, estudos realizados por cientistas brasileiros na Floresta Amazônica mostraram que o conjunto de suas árvores contém cerca de 300 bilhões de toneladas de CO_2 – o

equivalente a cerca de dez anos de emissões globais de dióxido de carbono resultante de todas as atividades humanas. Quando ocorrem mudanças no uso do solo, ou seja, florestas são derrubadas e queimadas – dando lugar a pastagens, agricultura ou outra forma do uso da terra com menor quantidade de carbono por hectare do que a floresta original –, a diferença é liberada para a atmosfera.

Mas não é apenas o carbono guardado nas plantas que volta à atmosfera. O mesmo pode ocorrer com aquele que existe no solo. Dessa forma, as práticas agrícolas tanto podem representar mais uma fonte de emissões do gás como um sumidouro. Para manter o cultivo, sem avançar sobre áreas preservadas, é preciso desenvolver técnicas sustentáveis e recuperar solos degradados. Uma opção é o plantio direto na palha, que consiste em não revolver a terra, mantendo a matéria orgânica e evitando a erosão. Outro problema é o metano emitido em áreas alagadas de cultivo de arroz (pela digestão anaeróbica de bactérias). Estudam-se melhores práticas de gerenciamento de água e o uso de diferentes espécies da planta.

VOCÊ SABIA?

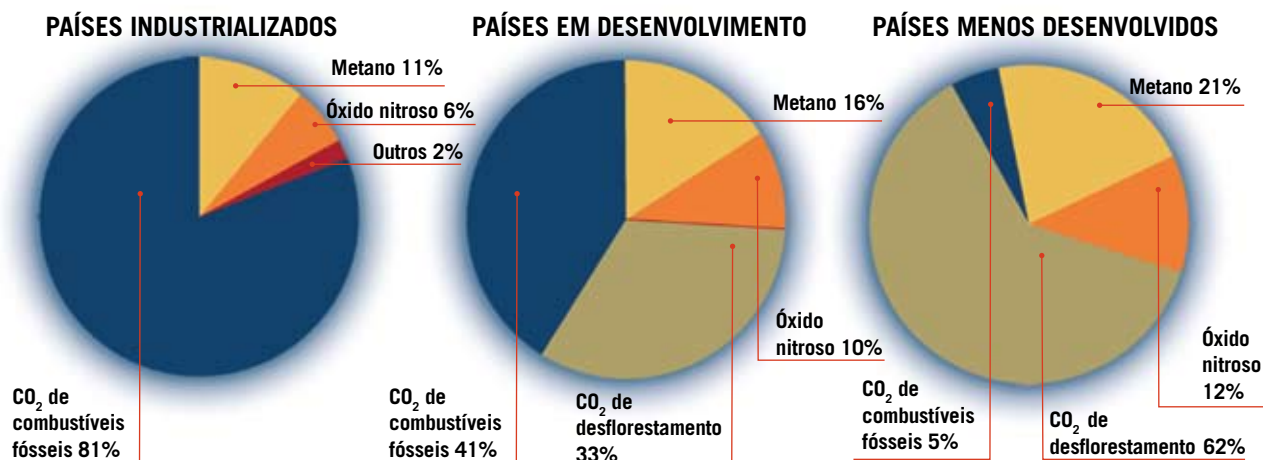


O metano (CH_4), produzido pelo sistema digestivo dos ruminantes (bovinos, ovinos e caprinos), é mais potente como gás do efeito estufa que o CO_2 . Para reduzir o problema, os especialistas desenvolvem medicamentos que modificam a fermentação digestiva desses animais. Esperam assim controlar a multiplicação das bactérias que participam desse processo, responsável pela transformação do hidrogênio em gás metano.

NILS MERKEL / SXC

As diferenças de emissões entre as diversas economias

Observe como a taxa de CO_2 de combustíveis fósseis é maior nos países industrializados



Fonte: WRI, 2000