

EMBOSCADA: O AQUECIMENTO DO MUNDO

"Eles armam ciladas contra o seu próprio sangue". **Provérbios 1:18**

Há 300 milhões de anos, a Terra era coberta por imensos pântanos. Quando as samambaias, as cavalinhas e os licopódios morriam, eram enterrados na lama. Eras se passaram; os resíduos foram carregados para debaixo do solo e ali transformados, por lentas etapas, num sólido orgânico duro que chamamos de carvão. Em outros locais e épocas, um imenso número de plantas e animais unicelulares morreram, tombaram até o fundo do mar e foram cobertos por sedimentos. Fervendo durante eras, seus resíduos foram convertidos, por etapas imperceptíveis, em líquidos e gases orgânicos soterrados que chamamos de petróleo e gás natural. (Parte do gás natural pode ser primordial - não de origem biológica, mas incorporado na Terra durante a formação de nosso planeta.) Depois que os humanos evoluíram, houve alguns primeiros encontros casuais com esses estranhos materiais, quando eles afloravam na superfície da Terra.

Atribui-se a origem da chama eterna central para as religiões que cultuavam o fogo na antiga Pérsia a vazamentos de óleo e gás e à sua combustão por um raio. Marco Polo foi amplamente desacreditado, quando relatou aos especialistas europeus de sua época a história absurda de que na China se extraía uma pedra preta que queimava quando acesa. Por fim, os europeus reconheceram que esses materiais ricos em energia e de fácil transporte podiam ser úteis. Eram muito melhores que a madeira.

Podia-se aquecer a casa com eles, alimentar uma fornalha. Fazer funcionar uma máquina a vapor, gerar eletricidade, impulsionar a indústria e pôr em movimento trens, carros, navios e aviões. E havia aplicações militares potentes. Assim, aprendemos a extrair o carvão da Terra e a fazer buracos profundos no solo para que o gás e o óleo profundamente soterrados, comprimidos pela sobrecarga de pedras, pudessem jorrar para a superfície. Finalmente, essas substâncias passaram a dominar a economia. Elas propiciaram a propulsão para a nossa civilização tecnológica global. Não é exagero dizer que num certo sentido elas regem o mundo. Como sempre, há um preço a pagar. O carvão, o óleo e o gás são chamados combustíveis fósseis, porque são compostos principalmente dos resíduos fósseis de seres remotos. A energia química que existe dentro deles é uma espécie de luz do Sol armazenada, originalmente acumulada pelas plantas antigas. A nossa civilização funciona pela queima dos resíduos de criaturas humildes que habitaram a Terra centenas de milhões de anos antes que os primeiros humanos aparecessem na cena. Como num terrível culto canibal, subsistimos dos corpos mortos de nossos ancestrais e parentes distantes. Se voltarmos o pensamento para o tempo em que nosso único combustível era a madeira, adquiriremos uma noção dos benefícios que os combustíveis fósseis nos proporcionaram. Eles também criaram enormes indústrias globais, com imenso poder financeiro e político - não apenas os conglomerados de óleo, gás e carvão, mas também indústrias subsidiárias inteiramente (automóveis, aviões) ou parcialmente (produtos químicos, fertilizadores, agricultura) dependentes dessas fontes de energia. Essa dependência significa que as nações tudo farão para preservar suas fontes de suprimento. Os combustíveis fósseis foram fatores importantes na condução das duas guerras mundiais. A agressão japonesa no início da Segunda Guerra Mundial foi explicada e justificada pelo fato de os japoneses terem sido obrigados a salvaguardar suas fontes de óleo. Como a Guerra do Golfo Pérsico em 1991 nos lembra, a importância política e militar dos combustíveis fósseis continua em alta. Cerca de 30% de todas as importações de óleo dos Estados Unidos vêm do golfo Pérsico. Em alguns meses, mais da metade do óleo dos Estados Unidos é importada. O óleo constitui mais da metade de todos os déficits da balança de pagamentos norte-americana. Os Estados Unidos gastam mais de 1 bilhão de dólares por semana com a importação de óleo do exterior. A conta da importação de óleo japonesa é mais ou menos igual à China - com uma demanda crescente de automóveis - pode atingir o mesmo nível no início do século XXI. Números semelhantes se aplicam à Europa ocidental. Os economistas apresentam roteiros em que aumentos nos preços do óleo provocam inflação, taxas de juros mais elevadas, menos investimentos em novas indústrias, menos empregos e recessão econômica. Essas previsões podem não acontecer, mas são uma consequência possível de sermos viciados em óleo. O óleo força as nações a adotarem políticas que do contrário seriam consideradas inescrupulosas ou temerárias. Considere-se, por exemplo, o seguinte comentário (1990) do colonista de vários periódicos, Jack Anderson, expressando uma opinião amplamente difundida: "Por mais impopular que seja a noção os Estados Unidos devem continuar sendo a polícia do globo. Num nível puramente egoísta, os norte-americanos precisam do que o mundo tem - sendo o petróleo a necessidade preeminente". Segundo Bob Dole, na época o líder da minoria no Senado, a Guerra do Golfo Pérsico - que pôs em risco a vida de 200 mil jovens norte-americanos - foi empreendida "por uma única razão: P E T R Ó L E O. No momento em que escrevo, o custo nominal do petróleo cru é de quase vinte dólares por barril, enquanto as reservas mundiais de petróleo autenticadas ou "comprovadas" são de quase 1 trilhão de barris. Vinte trilhões de dólares é quatro vezes a dívida nacional dos Estados Unidos, a maior do mundo. Ouro negro, sem dúvida. A produção global de petróleo é de cerca de 20 bilhões de barris por ano, por isso a cada ano consumimos aproximadamente 2% das reservas comprovadas. É de pensar que vamos esgotar as reservas muito em breve, talvez nos próximos cinquenta anos. Mas continuamos a encontrar novas reservas. Previsões anteriores de que ficaríamos sem petróleo em alguma data marcada têm se revelado infundadas. Há uma quantidade finita de óleo, gás e carvão no mundo, é verdade. Havia apenas um número finito daqueles organismos antigos que contribuíram com seus corpos para o nosso conforto e conveniência. Mas parece improvável que fiquemos sem combustíveis fósseis num futuro próximo. O único problema é o seguinte: é cada vez mais dispendioso encontrar novas reservas inexploradas: a economia mundial pode ter fibrilações, se os preços do óleo tiverem que mudar rapidamente: e os países declaram guerra para conseguir o material. Além disso, é claro, há o custo ambiental. O preço que pagamos pelos combustíveis fósseis não é medido apenas em dólares. As "usinas satânicas" da Inglaterra nos primeiros anos da Revolução Industrial poluíam o ar e causaram uma epidemia de doenças respiratórias. Os nevoeiros "densos e amarelados" de Londres, tão familiares para nós nas dramatizações de Holmes e Watson, Jekyll e Hyde, Jack, o Estripador e suas vítimas, eram poluição doméstica e industrial mortífera proveniente em grande parte da queima do carvão. Hoje, os automóveis acrescentam os seus gases de escapamento. E nossas cidades sofrem com o nevoeiro enfumaçado - que afeta a saúde, a felicidade e a produtividade das próprias pessoas que geram os poluentes. Conhecemos também a chuva ácida e a desordem ecológica causada pelos vazamentos de óleo. Mas a opinião predominante tem sido que esses danos à saúde e ao meio ambiente são mais do que compensados pelos benefícios que os combustíveis fósseis proporcionam. No entanto, agora os governos e os povos da Terra estão se tornando gradativamente conscientes de mais outra consequência perigosa: da queima dos combustíveis fósseis: se queimo um pedaço de carvão, um galão de petróleo ou

trinta centímetros cúbicos de gás natural, estou combinando o carbono no combustível fóssil com o oxigênio no ar. Essa reação química libera uma energia trancada há talvez 200 milhões de anos. Mas ao combinar um átomo de carbono, C com uma molécula de oxigênio, O₂ também sintetizo uma molécula de dióxido de carbono, CO₂, que determina a temperatura média da Terra, o clima planetário? A quantidade de calor liberada pelo centro da Terra é muito pequena se comparada com a quantidade que o Sol espalha sobre a superfície do globo. Na verdade, se o Sol fosse desligado, a temperatura da Terra cairia tanto que o ar congelaria, e o planeta seria coberto por uma camada de neve de nitrogênio e oxigênio de dez metros de espessura. Bem, sabemos quanta luz solar cai sobre a Terra, aquecendo-a. Não podemos calcular qual seria a temperatura média da superfície da Terra? É um cálculo fácil - ensinado nos cursos elementares de astronomia e meteorologia, outro exemplo do poder e beleza da quantificação. A quantidade de luz solar absorvida pela Terra tem de equivaler em média à quantidade de energia irradiada de volta para o espaço. Não pensamos comumente na Terra como um corpo celeste que irradia para o espaço, e quando voamos sobre a Terra à noite, não a vemos brilhar no escuro (exceto as cidades). Mas é porque estamos vendo à luz visível comum, o tipo de luz a que nossos olhos são sensíveis. Se olhássemos além da luz vermelha no que se chama a parte infravermelha térmica do espectro - a vinte vezes o comprimento de onda da luz amarela, por exemplo -, veríamos a Terra brilhando na sua própria luz infravermelha fria e estranha, mais na região do Saara que na Antártida, mais durante o dia que à noite. Não é a luz solar refletida pela Terra, mas o calor do próprio corpo do planeta. Quanto mais energia recebemos do Sol, mais a Terra irradia de volta para o espaço. Quanto mais quente a Terra, mais ela brilha no escuro. O que contribui para aquecer a Terra depende do grau de brilho do Sol e do grau de reflexão da Terra. (Tudo o que não for refletido de volta para o espaço é absorvido pelo solo, as nuvens e o ar. Se a Terra fosse perfeitamente lustrosa e reflexiva, a luz solar que incide sobre sua superfície não a aqueceria nem um pouco.) É claro que a luz solar refletida está principalmente na parte visível do espectro. Assim, iguale o dado de entrada (que depende de quanta luz solar a Terra absorve) ao dado de saída (que depende da temperatura da Terra), equilibre os dois lados da equação, e vai obter a temperatura prevista da Terra. Uma canja! Nada mais fácil! Você calcula, e qual é a resposta? O nosso cálculo nos diz que a temperatura média da Terra deveria ser de aproximadamente 20°C abaixo do ponto de congelamento da água. Os oceanos deveriam ser ocas de gelo, e nós todos deveríamos estar congelados. A Terra seria inóspita a quase todas as formas de vida. O que há de errado com o cálculo? Será que cometemos um erro? Não cometemos exatamente um erro no cálculo. Apenas deixamos um dado de fora: o efeito estufa. Assumimos implicitamente que a Terra não tinha atmosfera. Embora o ar seja transparente em comprimentos de onda visíveis comuns (exceto em lugares como Denver e Los Angeles), é muito mais opaco na parte infravermelha térmica do espectro, em que a Terra gosta de irradiar para o espaço. E isso faz toda a diferença do mundo. Acontece que alguns dos gases no ar à nossa frente - dióxido de carbono, vapor de água, alguns óxidos de nitrogênio, metano, clorofluorcarbonetos - são bastante absorventes no espectro infravermelho, mesmo quando são completamente invisíveis na luz visível. Se uma camada desse material é colocada acima da superfície da Terra, a luz solar ainda penetra até o solo. Mas quando a superfície tenta irradiar de volta para o espaço, o caminho é bloqueado por esse cobertor de gases absorventes no espectro infravermelho. É transparente na luz visível, semi-opaco na infravermelha. O resultado é que a Terra tem de aquecer um pouco para atingir o equilíbrio entre a luz solar que recebe e a radiação infravermelha emitida. Se calcularmos o grau de opacidade desses gases na infravermelha, a quantidade de calor do corpo da Terra que eles interceptam, conseguiremos a resposta correta.

Descobriremos que, em média - uma média que leva em conta as estações, a atitude e a hora do dia -, a superfície da Terra deve estar a uns 13°C acima de zero. É por isso que os oceanos não congelam, que o clima é adequado para a nossa espécie e para a nossa civilização. A nossa vida depende de um equilíbrio delicado de gases invisíveis que são componentes secundários da atmosfera da Terra. Um pouco de efeito estufa é muito bom. Mas se acrescentamos mais gases-estufa - como temos feito desde o início da Revolução Industrial - absorveremos mais radiações infravermelhas. Tomamos o cobertor mais espesso aquecemos ainda mais a Terra. Para o público e os traçadores de políticas, tudo isso pode parecer um pouco abstrato - gases invisíveis, cobertores infravermelhos, cálculos de físicos. Se decisões difíceis quanto a gastos monetários devem ser tomadas, não precisamos de mais evidências de que existe realmente um efeito estufa e de que uma quantidade exagerada desse efeito pode ser perigosa. A natureza bondosamente nos forneceu na figura do planeta mais próximo uma advertência. O planeta Vénus está um pouco mais próximo do Sol que a Terra, mas suas nuvens sem brechas são tão brilhantes que o planeta, na realidade absorve menos luz solar que a Terra. Sem considerar o efeito estufa a sua superfície deveria ser mais fria que a da Terra. Vénus tem mais ou menos o mesmo tamanho e massa da Terra e por tudo isso poderíamos concluir ingenuamente que tem um meio ambiente agradável semelhante ao da Terra até apropriado para o turismo. No entanto, se mandássemos uma nave espacial que penetrasse nas nuvens - por sinal, compostas em grande parte de ácido sulfúrico -, como a União Soviética fez na sua série pioneira Venera de exploração do espaço, descobriríamos uma atmosfera extremamente densa composta em grande parte de dióxido de carbono com uma pressão na superfície noventa vezes maior do que a da Terra. Se agora colocássemos para fora um termômetro, como fez a nave espacial Venera descobriríamos que a temperatura é de aproximadamente 470°C (cerca de 900°F) - quente o suficiente para derreter o estanho ou o chumbo. As temperaturas da superfície, mais quentes que a do forno caseiro mais quente, são devidas ao efeito estufa, causado em grande parte pela grande atmosfera de dióxido de carbono. (Há também pequenas quantidades de vapor de água e outros gases absorventes na radiação infravermelha.) Vénus é uma demonstração prática de que um aumento na abundância dos gases-estufa pode ter conseqüências desagradáveis. É um bom exemplo para se dar aos entre visitantes de programas de rádio dominados pela ideologia, que insistem em dizer que o efeito estufa é uma "fraude". À medida que aumenta a população da Terra e que nossos poderes tecnológicos se tomam ainda maiores, estamos lançando na atmosfera uma quantidade cada vez maior de gases absorventes no espectro infravermelho. Há mecanismos naturais que eliminam esses gases do ar, mas nós os estamos produzindo num tal ritmo que superamos os mecanismos de remoção. Entre a queima de combustíveis fósseis e a destruição das florestas (as árvores eliminam o CO₂ e o convertem em madeira), nós, humanos, somos responsáveis pela introdução de cerca de 7 bilhões de toneladas de dióxido de carbono no ar a cada ano. Na figura da página 117, pode-se ver o aumento do dióxido de carbono na atmosfera da Terra ao longo do tempo. Os dados são do observatório atmosférico Mauna Loa no Havaí. O Havaí não é altamente industrializado, nem é um lugar onde grandes áreas de florestas estejam sendo queimadas (introduzindo mais CO₂ no ar). O aumento de dióxido de carbono ao longo do tempo, detectado no Havaí provém de atividades sobre toda a Terra. O dióxido de carbono é

simplesmente carregado pela circulação geral da atmosfera por todo o mundo - inclusive sobre o Havá. Pode-se observar que a cada ano há um aumento e uma queda de dióxido de carbono. O fenômeno é devido a árvores decíduas que, no verão, quando cobertas de folhagem, tiram CO da atmosfera, mas no inverno, sem folhas não cumprem essa missão. Mas superposta a essa oscilação anual está uma tendência de aumento a longo prazo, que é totalmente inequívoca. A relação de mistura de CO já ultrapassou 350 partes por milhão - está mais elevada do que jamais foi durante toda a existência dos humanos sobre a Terra. Os aumentos de clorofluorcarbonetos têm sido mais rápidos - cerca de 5% ao ano - por causa do crescimento mundial da indústria dos CFCS, mas estão começando a diminuir gradualmente.* Outros gases-estufa, metano, por exemplo, estão também aumentando graças à nossa agricultura e à nossa indústria. Bem, se sabemos o índice de aumento dos gases-estufa na atmosfera e afirmamos compreender o que é a resultante opacidade infravermelha, não poderíamos calcular o aumento da temperatura em décadas recentes como consequência do aumento de CO e outros gases? Sim, podemos. Mas temos de ser cuidadosos. Devemos lembrar que o Sol passa por um ciclo de onze anos, e que a quantidade de energia por ele emitida muda um pouco durante o seu ciclo. Devemos lembrar que os vulcões de vez em quando entram em erupção e injetam finas gotinhas de ácido sulfúrico na atmosfera, refletindo desse modo mais luz solar de volta para o espaço e resfriando um pouco a Terra. Como já se calculou, uma explosão de monta pode diminuir a temperatura mundial em quase C durante alguns anos. Devemos lembrar que, na baixa atmosfera, há uma nuvem de pequenas partículas contendo enxofre proveniente da poluição das chaminés industriais que - por mais nociva que seja às pessoas ao redor - também resfria a Terra, além da poeira mineral de solos revoltos carregada pelos ventos, que tem um efeito semelhante. Se levarmos em conta esses fatores e muitos mais, se fizermos o melhor trabalho de que os climatologistas são atualmente capazes, vamos chegar à seguinte conclusão: durante o século XX, devido à queima de combustíveis fósseis, a temperatura média da Terra deve ter aumentado alguns décimos de 1°C.

Naturalmente, gostaríamos de comparar essa predição com os fatos. A temperatura da Terra aumentou especialmente nessa proporção. durante o século XX? Mais uma vez temos de ser cuidadosos. Mais uma vez. Como os CO's esvaziam a camada de ozônio e contribuem para o aquecimento global tem havido alguma contusão entre esses dois resultados ambientais muito diferentes.

Devemos usar medições de temperatura feitas longe de cidades, porque as cidades, pela sua indústria e relativa falta de vegetação, são na realidade mais quentes do que as áreas ao seu redor. Devemos tirar apropriadamente a média das medições feitas em diferentes latitudes, altitudes, estações e horas do dia. Devemos levar em conta a diferença entre as medições feitas em terra e as medições feitas na água. Mas, feito tudo isso, os resultados parecem coerentes com a expectativa teórica. A temperatura da Terra tem aumentado um pouco, menos que 1°C, no século XX. Há perturbações substanciais nas curvas, ruído no sinal climático global. Os dez anos mais quentes desde 1860 ocorreram todos na década de 1980 e no início da década de 1990 - apesar do resfriamento da Terra pela explosão do vulcão filipino Monte Pinatubo em 1991. Esse vulcão introduziu vinte a trinta megatoneladas de dióxido de enxofre e aerossóis na atmosfera da Terra. Esses materiais circularam ao redor de toda a Terra durante cerca de três meses. Depois de apenas dois meses, tinham coberto cerca de dois quintos da superfície da Terra. Foi a segunda erupção vulcânica mais violenta neste século (somente menor à do monte Katmai, no Alasca, em 1912). Se os cálculos estiverem certos e não houver maiores explosões vulcânicas no futuro próximo, a tendência de aumento da temperatura deverá se reafirmar no final dos anos 90. É o que tem acontecido: 1995 foi marginalmente o ano mais quente já registrado.

Outra maneira de checar se os climatologistas sabem o que estão fazendo é pedir que façam predições retrospectivas. A Terra passou por eras glaciais. Há maneiras de medir como a temperatura flutuou no passado.

Eles podem predizer (ou melhor, pós-dizer) o clima do passado?

Importantes descobertas sobre a história do clima da Terra têm surgido nos estudos dos núcleos de gelo cortados e extraídos das calotas glaciais da Groenlândia e da Antártida. A tecnologia para essas perfurações vem diretamente da indústria do petróleo: dessa maneira, os responsáveis pela extração de combustíveis fósseis têm dado uma contribuição importante para esclarecer os perigos de usar esses materiais. O exame físico e químico minucioso desses núcleos revela que a temperatura da Terra e a abundância de CO na sua atmosfera aumentam e diminuem juntos - quanto mais CO, mais quente a Terra. Os mesmos modelos computacionais usados para compreender as tendências da temperatura global das últimas décadas pós-dizem corretamente o clima da era glacial pelas flutuações dos gases-estufa em épocas primitivas. (É claro que ninguém está dizendo que antes da era glacial tenham existido civilizações que dirigiam carros ineficientes quanto ao uso de combustível e que despejavam enormes quantidades de gases-estufa na atmosfera. Alguma variação na quantidade de CO acontece naturalmente.)

Nos últimos 100 mil anos, a Terra entrou e saiu de várias eras glaciais.

Há 20 mil anos, a cidade de Chicago estava sob uma milha de gelo. Hoje estamos entre eras glaciais, no que é chamado intervalo interglacial. A diferença típica de temperatura para o mundo inteiro entre uma era glacial e um intervalo interglacial é de apenas 3 a 6°C (equivalente a uma diferença de temperatura de 5 a 11°F). Isso deve fazer soar imediatamente as campainhas de alarme: uma mudança de temperatura de apenas alguns graus pode ser um negócio muito sério. Com essa experiência nas costas, essa calibração de suas capacidades, os climatologistas podem agora tentar predizer qual será o futuro clima da Terra, se continuarmos a queimar combustíveis fósseis, se continuarmos a despejar gases-estufa na atmosfera num ritmo frenético. Vários grupos científicos - equivalentes modernos do oráculo de Delfos - têm empregado modelos computacionais para calcular qual deverá ser o aumento de temperatura, se, digamos, dobrar a quantidade de dióxido de carbono na atmosfera, o que vai acontecer (no presente ritmo de queima de combustíveis fósseis) no final do século XXI. Os principais oráculos são o Laboratório Geofísico de Dinâmica Fluida da Administração Nacional Oceânica e Atmosférica (NOAA), em Princeton; O Instituto Goddard de Estudos Espaciais da NASA, em Nova York; o Centro Nacional para Pesquisa Atmosférica em Boulder, Colorado; o Laboratório Nacional Lawrence Livermore do Departamento de Energia, na Califórnia; a Universidade do Estado de Oregon; o Centro Hadley para Predição e Pesquisa Climática, no Reino Unido; e o Instituto Max Planck de Meteorologia em Hamburgo. Todos predizem que o aumento médio de temperatura ficará entre aproximadamente 1 e 4°C. (Em Fahrenheit, é mais ou menos o dobro disso.) É um aumento mais rápido do que qualquer mudança climática observada desde o nascimento da civilização. Ocorrendo a previsão mais baixa, ao menos as sociedades industriais desenvolvidas seriam 20 capazes de se

ajustar com um pouco de esforço às circunstâncias alteradas. Ocorrendo a previsão mais alta, o mapa climático da Terra seria dramaticamente alterado, e as conseqüências, tanto para as nações ricas como para as pobres, seriam catastróficas. Em grande parte do planeta, temos confinado as florestas e a vida selvagem em áreas isoladas, não contíguas. Esses organismos serão incapazes de procurar outros lugares, quando o clima mudar. As extinções de espécies serão muito aceleradas.

Um considerável transplante de colheitas e pessoas se tomará necessário. Nenhum dos grupos afirma que a duplicação do conteúdo de dióxido de carbono da atmosfera vai resfriar a Terra. Nenhum afirma que vai aquecer a Terra em dezenas ou centenas de graus. Temos uma oportunidade negada a muitos gregos antigos - podemos ir a vários oráculos e comparar as profecias. Quando seguimos esse caminho, descobrimos que todos dizem mais ou menos a mesma coisa. Na verdade, as respostas estão de acordo com os oráculos mais antigos sobre o assunto - inclusive Svante Arrhenius, o químico sueco ganhador do Prêmio Nobel, que perto da virada do século fez uma predição similar usando, é claro, conhecimentos muito menos sofisticados da absorção infravermelha do dióxido de carbono e das propriedades da atmosfera da Terra. A física empregada por todos esses grupos prediz corretamente a atual temperatura da Terra, bem como o efeito estufa em outros planetas, como Vénus. É lógico que pode haver algum erro simples que ninguém tenha percebido. Mas certamente essas profecias concordantes merecem ser levadas muito a sério. Há outros sinais inquietadores. Pesquisadores noruegueses anunciam uma diminuição na extensão da cobertura de gelo ártico desde 1978. Enormes fendas na geleira Wordie, na Antártida, se tomaram evidentes no mesmo período. Em janeiro de 1995, um pedaço de 4200 quilômetros quadrados da barreira de gelo Larsen caiu no oceano Antártico. Tem ocorrido um notárcuo das geleiras nas montanhas em todo o mundo. Os extremos do clima estão aumentando em muitas partes do mundo. O nível do mar continua a subir. Nenhuma dessas tendências é, em si, uma prova convincente de que a responsabilidade das mudanças cabe à nossa civilização e não se deve à variabilidade atual. Mas, juntas elas são muito preocupantes. Um número crescente de especialistas em clima concluiu recentemente que já foi detectada a "marca" do aquecimento global provocado pelo homem. Em 1995, depois de um estudo exaustivo, representantes dos 25 mil cientistas do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas concluíram que "o equilíbrio das evidências sugere que há uma discernível influência humana no clima".

Embora ainda não seja "sem sombra de dúvida", diz Michael MacCracken, diretor do Programa de Pesquisa das Mudanças Globais dos Estados Unidos, a evidência "está se tomando bastante convincente". "É improvável que o aquecimento observado seja causado pela variabilidade natural", diz Thomas Kari, do Centro Nacional de Dados Climáticos dos Estados Unidos. "Há uma chance de 90 a 95% de que não estejamos enganados." No esboço seguinte, é apresentada uma perspectiva ampla. À esquerda, a situação é a de 150 mil anos atrás; temos machados de pedra e estamos realmente orgulhosos de ter domesticado o fogo. As temperaturas globais variam ao longo do tempo entre profundas eras glaciais e períodos interglaciais. A amplitude total das flutuações, da mais fria à mais quente, é de aproximadamente 5°C (quase 10°F). Assim, a curva segue coleando, e depois do fim da última era glacial temos arcos e flechas, animais domesticados, a origem da agricultura, a vida sedentária, armas metálicas, cidades, forças policiais, impostos, crescimento exponencial da população, a Revolução Industrial e as armas nucleares (toda essa última parte é inventada apenas na extrema direita da curva sólida). As linhas pontilhadas mostram algumas projeções do que pode nos acontecer por causa do aquecimento pelo efeito estufa. Essa figura deixa muito claro que as temperaturas que temos atualmente (ou que teremos em breve, se as tendências presentes continuarem) não são apenas as mais quentes no último século, mas as mais quentes nos últimos 150 mil anos. Essa é outra medida da magnitude das mudanças globais que nós, humanos, estamos gerando. Bem como de sua natureza sem precedentes. Por si só o aquecimento global não gera um clima ruim. Mas intensifica a possibilidade de haver um clima ruim. O mau tempo certamente não requer aquecimento global porém todos os modelos computacionais mostram que o aquecimento global deve ser acompanhado de aumentos significativos de mau tempo secas rigorosas no interior. sistemas de tempestades violentas e enchentes perto das costas. tempo mais quente e mais frio em certas regiões tudo provocado por um aumento relativamente modesto na temperatura média planetária.

É por isso que um tempo extremamente frio em, digamos, Detroit em janeiro não é a refutação poderosa do aquecimento global que os editoriais de alguns jornais alegam. O mau tempo pode ser muito caro. Para dar um único exemplo, só a indústria de seguros norte-americana sofreu uma perda líquida de uns 50 bilhões de dólares na esteira de um único furacão (Andrew) em 1992, e essa é apenas uma pequena fração das perdas totais de 1992. Os desastres naturais custam mais de 100 bilhões de dólares por ano aos Estados Unidos. Além disso, as mudanças no clima afetam os animais e os micróbios que carregam as doenças. Suspeita-se que as recentes irrupções de cólera, malária, febre amarela, dengue e a síndrome pulmonar do hantavirus tenham todas relação com a mudança do clima. Uma estimativa médica recente é que o aumento na área da Terra ocupada pelos trópicos e subtropicais, e a resultante população florescente de mosquitos portadores da malária, provocariam, no final do próximo século, 50 a 80 milhões de casos adicionais de malária por ano. A menos que se faça alguma coisa. Um relatório científico das Nações Unidas de 1996 afirma: "Se é provável que impactos adversos para a saúde da população resultem da mudança climática, não temos a opção usual de procurar evidências empíricas definitivas antes de agir. Uma abordagem de esperar para ver seria imprudente na melhor das hipóteses, e um disparate no pior dos casos". O clima predito para o próximo século depende de estabelecermos se vamos introduzir gases-estufa na atmosfera no ritmo atual, num ritmo acelerado ou num ritmo diminuído. Quanto mais gases-estufa, mais quente fica.

Mesmo supondo apenas aumentos moderados, as temperaturas vão ter aparentemente uma elevação significativa. Mas essas são médias globais; alguns lugares serão muito mais frios e outros muito mais quentes. São previstas grandes áreas de seca crescente. Muitos modelos predizem que grandes áreas mundiais de produção de alimentos no Sul e Sudeste da Ásia, na América Latina e na África subsaariana, vão se tornar quentes e secas. Algumas nações exportadoras de produtos agrícolas nas latitudes médias e elevadas (os Estados Unidos o Canadá, a Austrália por exemplo) a princípio podem ganhar com isso. Aumentando muitíssimo as suas exportações. O impacto sobre as nações pobres será mais severo. Neste como em muitos outros aspectos a disparidade global entre os ricos e os pobres pode crescer dramaticamente no século XXI. 24 Milhões de pessoas, com os filhos morrendo de fome, com muito pouco a perder representam um problema prático e sério para os ricos - como ensina a história das revoluções. A possibilidade de uma crise agrícola global provocada pela seca começa a se tornar significativa perto do ano 2050. Alguns cientistas acham que a possibilidade de um

grande fracasso agrícola em todo o mundo no ano 2050 por causa do aquecimento estufa é baixa talvez apenas 10%. Mas, é claro, quanto mais esperarmos, maior será a possibilidade. Por algum tempo, alguns lugares - Canadá, Sibéria - podem melhorar (se o solo for apropriado para a agricultura), mesmo que as latitudes mais baixas piorem. Se esperarmos muito tempo, o clima vai se deteriorar em todo o mundo. Enquanto a Terra esquenta, o nível do mar sobe. No final do próximo século, o nível do mar terá talvez subido algumas dezenas de centímetros e, possivelmente, um metro. Em parte, isso se deve ao fato de que a água do mar se expande quando é aquecida, e em parte à liquefação do gelo polar e glacial. Com o passar do tempo, o nível do mar sobe ainda mais. Ninguém sabe quando vai acontecer, mas muitas ilhas habitadas na Polinésia, Melanésia e no oceano Índico vão acabar sendo inteiramente submersas, segundo as projeções, e desaparecer da face da Terra. Bastante compreensivelmente, formou-se uma Aliança dos Estados das Pequenas Ilhas, que se opõe militantemente contra mais aumentos nos gases-estufa. Impactos devastadores também são preditos para Veneza, Bancoc, Alexandria, Nova Orleans, Miami, para a cidade de Nova York e, mais em geral, para as áreas altamente povoadas dos rios Mississippi, Yang-Tsé, Amarelo, Reno, Ródano, Pó, Nilo, Indo, Ganges, Níger e Mekong. O nível do mar cada vez mais elevado vai deslocar dezenas de milhões de pessoas só em Bangladesh. Haverá um novo e imenso problema de refugiados ambientais - à medida que as populações crescem, os meios ambientes se deterioram e os sistemas sociais se tomam cada vez mais incompetentes para lidar com as mudanças rápidas. Aonde deveriam ir? Problemas semelhantes podem ser previstos para a China. Se continuarmos a exercer as nossas atividades como de costume a Terra será cada vez mais aquecida a cada ano. As secas e as enchentes serão endêmicas; muito mais cidades, províncias e nações inteiras ficarão submersas sob as ondas - a menos que sejam tomadas heróicas contramedidas de engenharia em todo o mundo. A longo prazo, podem ocorrer conseqüências ainda mais terríveis, inclusive o colapso da geleira na região oeste da Antártida, o seu rolar para dentro do mar um aumento global significativo no nível do mar e a inundação de quase todas as cidades costeiras no planeta. Os modelos do aquecimento global mostram efeitos diferentes - mudanças na temperatura, secas, mau tempo e a elevação do nível do mar, por exemplo - tomando-se visíveis em diferentes escalas de tempo, desde décadas a um ou dois séculos. Essas conseqüências parecem tão desagradáveis e sua correção tão dispendiosa que naturalmente se tem feito um sério esforço para descobrir alguma coisa de errado na história. Alguns dos esforços são motivados por nada mais que o ceticismo científico padrão a respeito de todas as novas idéias; outros são motivados pelo lucro nas indústrias afetadas. Uma questão-chave é a realimentação. Há realimentações positivas e negativas no sistema climático global. As realimentações positivas são do tipo perigoso. Eis um exemplo de realimentação positiva: a temperatura aumenta um pouquinho por causa do efeito estufa, e assim um pouco do gelo polar se derrete. Mas o gelo polar é brilhante, comparado ao mar aberto. Como resultado de sua liquefação, a Terra é agora um pouquinho mais escura; e como a Terra é mais escura, ela agora absorve um pouco mais de luz solar, por isso ela aquece mais e derrete um pouco mais do gelo polar, e o processo continua - talvez até se tornar incontrolável. Essa é uma realimentação positiva. Outra realimentação positiva: um pouco mais de CO no ar aquece um pouquinho a superfície da Terra inclusive os oceanos. Os oceanos, então mais quentes, borrifam um pouco mais de vapor de água na atmosfera. O vapor de água também é um gás-estufa, por isso provoca mais calor e a temperatura se eleva.

Depois, há as realimentações negativas. Elas são homeostáticas. Um exemplo: aquecesse a Terra um pouquinho introduzindo mais dióxido de carbono por exemplo na atmosfera. Como antes isso injeta mais vapor de água na atmosfera, mas gera mais nuvens. As nuvens são brilhantes: elas refletem mais luz solar para o espaço portanto resta menos luz solar para aquecer a Terra. O aumento na temperatura acaba por causar um declínio na temperatura. Outra possibilidade: coloca-se um pouco mais de dióxido de carbono na atmosfera. As plantas geralmente gostam mais de dióxido de carbono, por isso 126 crescem mais rápido, e, ao crescerem mais rápido, tiram mais dióxido de carbono do ar - o que, por sua vez, reduz o efeito estufa. As realimentações negativas são como termostatos no clima global. Se, por um acaso feliz, elas fossem muito poderosas, o aquecimento pelos gases-estufa seria talvez capaz de se autocontrolar, e poderíamos nos dar ao luxo de imitar os ouvintes de Cassandra sem partilhar o seu destino. A questão é: equilibrando todas as realimentações positivas e negativas, a que conclusão chegaríamos? A resposta é: ninguém tem certeza absoluta. As tentativas retrospectivas de calcular o aquecimento e o resfriamento global durante as eras glaciais pelo aumento e declínio da quantidade de gases-estufa fornecem a resposta correta. Em outras palavras, calibrar os modelos computacionais forçando a concordância com os dados históricos vai explicar automaticamente todos os mecanismos de realimentação, conhecidos e desconhecidos, na máquina climática natural. Mas é possível que, se a Terra for submetida a regimes climáticos desconhecidos nos últimos 200 milhões de anos, venham a ocorrer novas realimentações das quais não temos conhecimento. Por exemplo, grande parte do metano é isolado em pântanos (o que às vezes produz o fenômeno das luzes dançarinas estranhamente belas chamado "fogo-fátuo"). O gás pode começar a formar bolhas em ritmo crescente, à medida que a Terra aquece. O metano adicional aquece ainda mais a Terra, e assim por diante, outra realimentação positiva. Wallace Broecker, da Universidade de Columbia, aponta o aquecimento muito rápido que aconteceu por volta de 10000 a.C., pouco antes da invenção da agricultura. A seu ver, a elevação da curva é tão abrupta que implica uma instabilidade no sistema acoplado oceano-atmosfera; e que, se forçamos demais o clima da Terra numa ou noutra direção, cruzamos um limiar, há uma espécie de "bang", e todo o sistema sai fora de controle até atingir outro estado estável. Ele propõe que podemos estar oscilando numa dessas instabilidades no momento atual. Essa consideração só toma pior a situação talvez muito pior. De qualquer modo, não resta dúvida de que quanto mais rápida a mudança climática, mais difícil é para os sistemas homeostáticos existentes acompanharem o ritmo e estabilizarem. Eu me pergunto se não é mais provável que observemos as realimentações tranquilizadoras e deixemos de perceber as desagradáveis. Não somos bastante inteligentes para prever tudo. Disso não há dúvida. Acho improvável que sejamos sábios por tudo o que somos demasiado ignorantes para imaginar. Talvez sejamos salvos. Mas estaríamos dispostos a apostar nossa vida nisso? O vigor e a importância das questões ambientais se refletem nos encontros das sociedades científicas profissionais. Por exemplo a Associação Geofísica Americana é a maior organização de profissionais das geociências no mundo. Num recente encontro anual (1993), houve uma sessão sobre episódios de aquecimento anteriores na história da Terra com o intuito de compreender quais seriam as conseqüências do aquecimento global. O primeiro trabalho alertava que "como as tendências de aquecimento futuro serão muito rápidas não há dados exatos análogos a um aquecimento estufa no século XI". Houve quatro sessões de meio turno dedicadas à diminuição da camada de ozônio. e três sessões sobre a realimentação nuvem/clima. Três sessões adicionais foram dedicadas a estudos mais gerais dos climas no

passado. J. D. Mahiman. da NASA, começou a sua palestra observando: "A descoberta das extraordinárias perdas de ozônio na Antártida na década de 80 foi uma ocorrência que ninguém previu". Um trabalho do Centro de Pesquisa Polar Byrd. Da Universidade do Estado de Ohio apresentou evidências colhidas em núcleos de gelo extraídos das geleiras no oeste da China e no Peru de um aquecimento recente da Terra em comparação as temperaturas dos últimos quinhentos anos. Considerando como é contenciosa a comunidade científica é notável que não tenha sido apresentado nem um único trabalho afirmando que a diminuição da camada de ozônio ou o aquecimento "global são armadilhas e equívocos ou que sempre houve um buraco na camada de ozônio sobre a Antártida. ou que o aquecimento global será consideravelmente menor do que os estimados 1 a 4°C para o dobro de dióxido de carbono na atmosfera. São muito alias as recompensas para quem descobrir que não há diminuição da camada de ozônio ou que o aquecimento global é insignificante. Há muitas indústrias e indivíduos poderosos e ricos que se beneficiariam se essas alegações fossem verdadeiras. Mas, como indicam os programas dos encontros científicos essa é provavelmente uma esperança vã. A nossa civilização técnica propõe um problema real para si mesma. Por toda parte os combustíveis fósseis mundiais estão degradando simultaneamente a saúde respiratória da vida nas florestas, as linhas da costa, os oceanos e o clima mundial. Ninguém pretendia causar danos certamente. Os capitães da indústria dos combustíveis fósseis estavam simplesmente tentando conseguir o máximo de lucro para si mesmos e seus acionistas e oferecer um produto que todos queriam e dar o seu apoio ao poder econômico e militar das nações que por acaso estavam implicadas no processo. O fato de que o dano foi involuntário, as intenções eram boas. a maioria das pessoas no mundo desenvolvido se beneficiou da nossa civilização movida a combustíveis fósseis, muitas nações e gerações contribuíram para o problema - tudo sugere que não é hora de apontar o culpado. Nenhuma nação, geração ou indústria sozinha nos meteu nessa encrenca e nenhuma nação, geração ou indústria vai sozinha nos livrar do apuro. Se quisermos evitar que esse problema climático tenha as piores conseqüências, devemos simplesmente trabalhar juntos e por um longo período. O principal obstáculo é certamente a inércia a resistência à mudança - o imenso establishment industrial econômico e político inter-relacionado em todo o mundo dependente dos combustíveis fósseis quando estes é que são o problema. Nos Estados Unidos, à medida que crescem as evidências da seriedade do aquecimento global, a vontade política de fazer alguma coisa a respeito parece estar se atrofiando.

(Fonte: SAGAN, Carl. **Bilhões e bilhões:** na virada do milênio. São Paulo: Schwarcz, 1997. Disponível em: <http://www.4shared.com/get/33010230/fb543116/Carl_Sagan_Bilhes_e_Bilhes.html>. Acesso em: 23 maio 2009.).