



O AQUECIMENTO CONTEMPORÂNEO ENTRE CERTEZA, CONTROVÉRSIA E DÚVIDA

Martine Tabeaud

Do ciclone Katrina às tempestades de 1999 na Europa, todo fato meteorológico excepcional é hoje em dia vinculado à mudança “global”, ou melhor, seria prova desta. Contudo, a mudança climática, frequentemente apresentada como um fenômeno indubitável, continua objeto de controvérsia. Alguns especialistas recusam o alarmismo associado ao aquecimento, outros contestam os resultados dos modelos, os céticos quase não se fazem escutar, seus propósitos são às vezes caricaturados. Para Diderot, entretanto, “a dúvida é o primeiro passo em direção à ciência ou à verdade; aquele que não discute nada não se certifica de nada; aquele que não duvida de nada não descobre nada”. Tentemos, portanto, resumir as posições dos céticos, numerosos na comunidade dos geógrafos, da qual eu faço parte.

I

Uma questão central: a temperatura da atmosfera planetária

1. A medição e o recuo no tempo

A meteorologia científica surgiu há três séculos com a invenção do termômetro. Logo, trabalhar com a temperatura na escala de milhares de anos pressupõe reconstituir as temperaturas de lugares precisos, variados, a fim de deduzir uma média planetária. Para recuar no tempo para além dos registros dos aparelhos de medição, buscaram-se marcas deixadas nos sólidos: os sedimentos e as formas de relevo que herdamos, os anéis de crescimento das madeiras, os gases aprisionados nos gelos, a densidade óssea dos esqueletos ou sua riqueza em isótopos. Esses indicadores possibilitam reconstituir o meio no qual se formaram. Os conhecimentos sobre a radioatividade aplicada a constituintes como o C_{14} , K_{40} , Ar_{40} , C_{137} , O_{18} , permitem até datá-los. Na escala dos tempos históricos, as temperaturas são reconstituídas a partir de fontes indiretas: biomarcadores, documentos escritos, pinturas, gravuras etc. Mas os traços são espacializados (escala da parcela) e territorializados (papel dos agentes). Além disso, os marcadores biológicos só refletem a mudança climática com um deslocamento temporal, em função de sua mobilidade peculiar, de seu modo de reprodução etc. Somente a sucessão de todas as estações meteorológicas pode definir um clima. As informações mais frequentes remetem apenas a uma estação, ou mesmo a uma ocorrência excepcional. Nos arquivos, por exemplo, mais que o fato aleatório, é o risco que se menciona. Ora, a vulnerabilidade de uma sociedade muda conforme o lugar, e de uma época para outra. Muitos indícios localizados e coincidentes são necessários para reconstituir um ambiente climático que extrapole a escala local, e é inegável que a imprecisão cresce quando se remonta ao passado.

Os primeiros termômetros começam a se difundir no século XVII; uma rede européia de estações meteorológicas é construída em 1780, contudo, em meados do século XIX, a rede francesa, por exemplo, conta com 24 estações apenas. É com o progresso da aviação militar e depois civil que as estações se multiplicam nos aeroportos. Hoje existem oito vezes mais. Porém, a rede não é tão densa em alguns países pobres ou pouco povoados. Por outro lado, quase $\frac{3}{4}$ do planeta são cobertos por oceanos, onde as bóias fixas são raras e as medições realizadas pelos navios mercantes

localizam-se nas rotas marítimas. As imagens obtidas por satélite, que surgiram por volta de 1960, proporcionam um complemento apreciável, mas não permitem investigações sobre períodos mais longos. Por conseguinte, existem algumas poucas séries longas remontando a um passado mais longínquo (Pádua, Paris...). Além disso, as estações apresentam um problema quanto ao ambiente que as cerca. Em fins do século XIX, ainda eram rodeadas por espaços não construídos. As temperaturas assinaladas eram bem pouco influenciadas pelas ilhas de calor urbano, enquanto que hoje estas se localizam no coração das aglomerações. Em Paris Montsouris, se as máximas são estáveis, as mínimas mostram um aumento contínuo, atingindo até +1,1°C numa comparação com as médias de 1931-60 e 1971-2000. A diferença centro-periferia é de 1 a 2°C em média. Para o IPCC¹, a contribuição do efeito das múltiplas ilhas de calor urbano para o aumento planetário da temperatura é fraca, da ordem de 0,05°C. Contudo, não se pode negar que a partir do fim da Pequena Era Glacial, desde a metade do século XIX, a expansão urbana só fez amplificar a elevação térmica. Assim, o papel da urbanização na elevação geral da temperatura é sem dúvida minimizado.

¹ IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change. HOUGHTON, J. T. *et al.* (eds.). *IPCC. Climate Change 2001: The Scientific Basis*. Cambridge, U. K.: Cambridge University Press, 2001.

2. Uma variabilidade com múltiplas causas

O sistema climático não é e nunca foi isento de variações. O clima atual representa apenas uma situação provisória, expressão de um equilíbrio dinâmico ao mesmo tempo frágil e bastante complexo. Os componentes desse sistema interagem a velocidades por vezes muito diferentes: por exemplo, às mudanças atmosféricas rápidas corresponde uma circulação oceânica lenta, dotada de uma forte inércia.

Muitas causas encontram-se na origem das mudanças climáticas. É comum distinguir, entre elas, as qualificadas de internas – específicas do planeta Terra, como a deriva dos continentes, que define a repartição das terras e dos mares, o levantamento das cadeias de montanhas, as erupções vulcânicas, a atividade da biosfera marinha e continental – e as denominadas externas – tributárias da emissão solar ou da radiação recebida pelo planeta.

O planeta sofre, portanto, variações naturais de temperatura, periódicas ou não. Sua temperatura média oscila naturalmente entre +10 e +16°C. Desde o surgimento da vida na Terra, sua temperatura permaneceu bastante estável, e próxima da temperatura atual de 14°C. Na escala de milhares de anos, as altas e as baixas deveram-se aos ciclos orbitais de Milankovic, isto é, à posição da Terra em relação

ao Sol. A insolação recebida durante os 400.000 últimos anos explica as quatro alternâncias glaciária/interglaciária. Os ciclos permitem afirmar também que a próxima glaciação começará dentro de 40.000 anos. As variações plurisseculares das manchas solares que modificam a intensidade da emissão podem igualmente explicar a Pequena Era Glacial dos séculos XV ao XIX (mínimo de Maunder). Em relação aos dois ou três séculos de temperaturas brandas que a precederam, caracteriza-se por um claro resfriamento de 1,5°C no verão da Europa, e por uma pluviometria constante. O frio parece ter conhecido duas máximas, uma no século XVII durante o reinado do Rei Sol, e outra no começo do século XIX. Na América do Norte, a segunda foi mais marcada que a primeira. Certos glaciares alpinos recuaram a partir de 1820, mas os verões permanecem úmidos (com flagelos de fome na Irlanda, de 1846 a 1851). A partir de 1880, o clima esquenta em todos os lugares: é o término da Pequena Era Glacial. Ademais, cada grande período não é uniforme. Por exemplo, na Europa, a cada trinta anos, de maneira cíclica, os invernos apresentam características que modificam as médias anuais. Ora os invernos são dominados pelo frio rigoroso e pela escassez de precipitações (como nos anos 1950), ora pelo caráter ameno associado ao vento e à chuva (como nos anos 1990). Causas naturais, como as erupções vulcânicas, podem modificar durante alguns meses o clima de uma zona, e mesmo de um hemisfério. O “ano sem verão” que se seguiu à explosão do vulcão Tambora (Indonésia), em 1815, foi caracterizado na Europa por chuvas continuadas. A essas causas naturais, em escalas finas, juntam-se os efeitos das construções urbanas, dos desmatamentos, das drenagens...

Na realidade, todos os fatores interagem incessantemente, mas com um peso relativo que depende da escala espaço-temporal adotada na análise. Nessa conjugação de escalas, o recorte temporal opera-se conforme as durações extremamente diferentes que se podem escalonar, desde a década até dezenas de milhões de anos. Em resumo, a abordagem em múltiplas escalas é indispensável para desenredar o complexo novelo do sistema climático.

3. Uma incontestável elevação da temperatura global desde há um século

Apesar das dificuldades inerentes aos aperfeiçoamentos sucessivos dos aparelhos de medição e à repartição desigual das estações de medição nos diferentes continentes, os métodos estatísticos de homogeneização dos dados

evidenciam uma elevação das temperaturas de todo o planeta que data do último século. O aumento é estimado em $0,6^{\circ}\text{C}$ e resulta principalmente de uma elevação das mínimas noturnas. Esse aumento é regular no hemisfério austral e só aparece no hemisfério boreal a partir dos anos 1920. A década de 1990-1999 foi a mais quente desde o começo do período dotado de instrumentos de medição e talvez a mais quente desde o *optimum* medieval. Os anos recentes apresentaram-se como os mais quentes desde 1860, e isso apesar do efeito de resfriamento causado pela erupção vulcânica do Pinatubo (Filipinas), em 1991.

O período atual distingue-se incontestavelmente por um aquecimento que deveria confirmar-se nos próximos cinquenta anos. No entanto, o aquecimento recente não excede por enquanto a variabilidade “natural” do Holoceno, numa faixa de $+2^{\circ}\text{C}$ a -1°C . Logo, a origem da elevação constatada nos últimos 150 anos é discutível: será ela totalmente dependente da atividade solar, ou em parte associada às atividades humanas? Assim, não é o aquecimento contemporâneo que está em debate, é a sua origem. Em outras palavras, será tal elevação de temperatura um fenômeno sem precedente e portanto anormal?

4. Uma questão de norma?

Com base em que período de duração aconselha-se calcular as médias das temperaturas para definir valores de referência? A série de dados deve ser plurianual, a fim de anular os valores excepcionais, mas deve também levar em consideração a evolução permanente do clima. A OMM (Organização Meteorológica Mundial) definiu então períodos de 30 anos como suficientes e satisfatórios. O valor médio de toda grandeza referente a tal período é chamado “normal climatológica”, nesse lugar específico, para o dito período. A OMM recomenda escolher períodos como 1901-1930, 1931-1960, 1961-1990, 1991-2020, que definem a sucessão das normais climatológicas padrões para efetuar comparações entre estações de medição, entre regiões e entre períodos trintenários. Assim, o termo “normal” se presta a confusão, pois não possui o mesmo sentido que o da linguagem comum. Sua significação em climatologia não prejudica em nada a distribuição normal ou gaussiana da grandeza considerada.

O período de 30 anos que serve de cálculo às normais aplica-se às escalas espaciais locais, e mesmo regionais. Essas normais são definidas para permitir avaliar a evolução do clima. Portanto, duas médias sucessivas para a mesma

grandeza num mesmo local são diferentes. Na perspectiva da longa duração, qual é a mais pertinente? Isso porque o clima de uma zona, ou de uma porção de continente mostra variabilidades pluridecenais, plurisseculares etc. que influenciam nas médias. As diferenças em relação à normal definida para toda a série, ou para um período trintenário como 1961-90, ou para um outro período de trinta anos, apresentam-se modificadas em alguns décimos de °C.

As curvas plurisseculares, como a de Mann², que figura no relatório do IPCC, são contestadas por seu perfil dito “em bastão de hóquey” e pelo caráter quase estacionário do clima anterior ao da época atual. A variabilidade das temperaturas anteriores ao século XX é muito fraca. Se a Pequena Era Glacial apresenta-se com menos de 0,5°C de diferença em relação ao presente, o *optimum* medieval afasta-se muito pouco dessa marca. Tal constatação não deixa de ser estranha. Von Storch³, por exemplo, utilizou regressões para reconstituir uma curva de temperatura sobre 1.000 anos, a partir de medições e reconstituições em sítios bem documentados pela paleoclimatologia. Os resultados mostram que a curva de Mann subestima em muito a variabilidade a médio e longo prazos e que dessa forma ela apaga a variabilidade dos séculos passados para superestimar a do presente.

O relatório do IPCC de 1995 indica que “um feixe de elementos sugere que existe uma influência perceptível do homem sobre o clima global”. Assim, para o conjunto de pesquisadores que assinam o relatório, a elevação da temperatura é considerada fora da norma.

II

Uma relação determinante: o efeito estufa e a temperatura

1. Os gases de efeito estufa em proporções desiguais

Se a atmosfera é transparente à radiação do sol, certos gases ditos “de efeito estufa” têm a propriedade de absorver a radiação infravermelha reemitida pelo solo. Esse efeito estufa é benéfico: aumenta em 32°C (+14 ao invés de -18°C) a temperatura média da atmosfera planetária. Os principais gases de efeito estufa são o vapor d’água, o dióxido de carbono (CO₂), o metano, o óxido nitroso e os clorofluorcarbonos. Nem todos possuem a mesma capacidade de absorção dos raios infravermelhos nem a mesma duração de vida na atmosfera. Sua eficácia quanto ao processo de

² MANN, M. E.; BRADLEY, R. S. & HUGHES, M. K. Global-scale temperature patterns and climate forcing over the past six centuries. *Nature*, 392, 779-787, 1998.

MANN, M. E.; BRADLEY, R. S. & HUGHES, M. K. Northern Hemisphere temperatures during the past millennium: inferences, uncertainties and limitations. *Geophysical Research Letters*, 26, 759-762, 1999.

MANN, M. E. & JONES, P. D. Global surface temperature over the past two millennia. *Geophysical Research Letters*, doi: 10.1029/2003 Glo 17814.

³ VON STORCH, H. *et al.* Reconstructing past climate from noisy data. *Science*, 306, 679-682, 2004.

efeito estufa é variável. É o vapor d'água o maior responsável pelo efeito estufa, representando 3 a 4% dos gases atmosféricos. O teor desse vapor na atmosfera depende principalmente da eficácia do ciclo da água, ela própria comandada pela temperatura. Quando o planeta está quente, os oceanos são mais vastos e a evaporação aumenta, tendo em vista que o ar quente armazena mais vapor d'água. Na segunda posição dos gases de efeito estufa se encontra o CO₂, representando apenas cerca de 0,03% dos gases atmosféricos, ou seja, 100 vezes menos que o primeiro. Contudo, a modelização do clima futuro é efetuada com o CO₂ e não com o vapor d'água, muito mais complexo para ser computado.

2. A correlação CO₂/temperatura planetária

A partir de testemunhos de gelos da *inlandsis*⁴ antártica extraídos das amostras de Vostok⁵, glaciologistas constataram que, desde 400.000 anos atrás, existe uma correlação estreita entre as temperaturas médias deduzidas dos isótopos estáveis de O₂ e os teores de gases de efeito estufa. Nessa escala de tempo, a covariação dos períodos glaciários/interglaciários ficou estabelecida.

Ora, no século XIX, sábios como Tyndall e principalmente Arrhenius tinham calculado que, se o CO₂ desaparecesse da atmosfera, a temperatura diminuiria em 21°C e que, ao contrário, se a concentração dobrasse, a temperatura aumentaria em 4°C. Isso parecia então uma solução técnica para postergar a próxima era glaciária.

Em 1957-58, por ocasião do terceiro ano geofísico internacional, o americano Charles Keeling mede no Havaí, pela primeira vez, o teor de CO₂ do ar. O Havaí é uma região de forte atividade vulcânica e o CO₂ figura entre os três principais gases emitidos nas erupções (com H₂O e o anidrido sulfuroso), o que torna suspeita a representatividade planetária desse sítio. Mas a idéia da relação entre CO₂ e temperatura do planeta permaneceu. O teor de CO₂ foi reconstituído a partir de bolhas de ar retidas nas amostras de gelo para o período anterior a 1958. Segundo essa curva, antes do século XIX o CO₂ era estável em cerca de 3%, considerando-se um teor de volume de 0,028%, ou seja, 280 ppmv.

Em 1958, as concentrações medidas são de 315 ppmv; elevam-se a 330 ppmv em 1974, e a 360 ppmv em 1995. É a prova de que localmente o teor de CO₂ aumenta. Esse gás que, segundo o IPCC, “contribui em 64% para o efeito estufa”⁶, explicaria a elevação térmica concomitante.

⁴ *Inlandsis*: termo escandinavo que designa extensões continentais de gelo, como a *inlandsis* da Groenlândia e a *inlandsis* antártica. N. T.

⁵ A estação russa de Vostok localiza-se no setor leste do continente Antártico, a uma altitude de 3.488 metros acima do nível do mar, onde a temperatura média anual é de -55°C. Em 1957, ano internacional da geofísica, os soviéticos ali se estabeleceram para estudar, entre outras coisas, o quadro evolutivo das temperaturas globais, a partir de amostras provenientes de testemunhos de gelo obtidos por meio de perfurações profundas. No início dos anos 70, em tempos de guerra fria, os americanos realizaram a perfuração de Byrd, que atingiu 2.138 metros de profundidade. De qualquer modo, o pioneirismo científico de Vostok foi responsável pelo primeiro registro de variação de temperaturas globais cobrindo 150.000 anos e pelas importantes descobertas que vieram depois. N. T.

⁶ 64% dos gases de efeito estufa, excluindo o vapor d'água.

Os gases de efeito estufa, desde o início da era industrial, teriam aumentado a energia recebida pelo planeta em 2,45 W/m². A covariação torna-se rapidamente lei de causa e efeito, visto que, em 1972, no fim do período de crescimento conhecido como os “Trinta gloriosos”⁷, a curva de Keeling é divulgada pela primeira vez, pelo relatório Meadows (*Os limites do crescimento*), comanditado pelo Clube de Roma.

⁷ “Trente glorieuses” (années): “trinta gloriosos” (anos); expressão cunhada pelo sociólogo Jean Fourastier para designar o período de modernização e de crescimento econômico sem precedência, vivido pela França a partir do pós-guerra (1945-1975). N. T.

3. A virada de 1850: o fim da Pequena Era Glacial e a Revolução Industrial

Por volta de 1850 instaura-se um período-chave: é o começo das medições de temperatura, o fim da Pequena Era Glacial, o início da elevação térmica planetária, o aumento dos gases de efeito estufa e a Revolução Industrial na Europa. O sincronismo entre esses fatos teve grande influência na afirmação da relação entre a liberação de gases oriundos da combustão das energias fósseis e a elevação das temperaturas.

Em meados do século XIX, o carvão é o combustível mais utilizado para a indústria, os transportes e o aquecimento. A produção é de 100 milhões de toneladas em 1865, cresce até 1913 para declinar em seguida, pois a invenção do motor elétrico põe fim ao uso industrial do carvão. Ora, 1 tonelada de petróleo produz apenas 76% do CO₂ produzido por 1 tonelada de carvão. O consumo europeu é de 75% em 1872, de 50% em 1900. As cidades industriais localizam-se unicamente na Europa e nos Estados Unidos, portanto no hemisfério norte. Concentram muitas vezes sítios de caldeiras que as tornam célebres por seu “smog” local. A difusão da poluição abrange poucas distâncias. A partir daí, fica difícil imaginar que imediatamente após a Revolução Industrial toda a troposfera tenha podido modificar-se tão depressa, inclusive para além do equador meteorológico até o Antártico, o que pressupõe intervalos improváveis em razão dos ventos sinóticos.

4. A temperatura determinando os teores dos gases de efeito estufa?

A experiência banal de abertura de uma garrafa de água gaseificada (gaseificação produzida pela adição de CO₂) sob diversas temperaturas, mostra bem a instabilidade da reação química CO₂ + H₂O = > H₂CO₃ (ácido carbônico). O CO₂ será tanto menos solúvel quanto maior for a temperatura, e inversamente para a pressão. Não poderíamos

imaginar que o aquecimento pós-glaciário tivesse como consequência uma liberação de gás aprisionado, o que foi observado após cada glaciação. Daí decorre que a temperatura controla a composição química da atmosfera. Isso permite explicar porque os teores dos gases de efeito estufa eram 4 vezes mais elevados há 100 milhões de anos, porque eram constantes durante o *optimum* medieval ou a Pequena Era Glacial, e porque os períodos de recessão econômica do século XX não podiam ser lidos pela curva do CO₂.

O teor atual “inédito” de CO₂ deveria continuar a subir, tendo em vista que esse gás possui uma duração de vida de 100 anos na atmosfera, para estabilizar-se no coração do período interglaciário em que vivemos. Quanto aos modelos dos físicos, baseiam-se em vários níveis de emissões e projetam concentrações ao redor de 500 ppmv para 2050-2060, podendo atingir 950 ppmv em 2.100. Ao mesmo tempo, dentro de 100 anos, o aumento de CO₂ cessará pela vontade de não mais se consumirem energias fósseis ou pela carência de matéria-prima (esgotamento das reservas avaliadas em 40 anos para o petróleo, 60 anos para o gás...). Portanto, é possível que a taxa de CO₂ diminua novamente dentro de alguns séculos.

III

Uma comunicação em sentido único: interrogar-se ou caricaturar?

O aquecimento climático, mudança inédita ou não, encontra-se no centro dos problemas que nossas sociedades terão de enfrentar em termos de meio ambiente nas próximas décadas. Isso confere ao fenômeno climático uma dimensão socioeconômica e política inegável.

1. A idéia de uma mudança

Sugerir que hoje as atividades humanas começam a ter influência sobre o clima coloca o homem e os grupos sociais numa posição inédita face à questão climática. Se desde o início da história da humanidade eles apenas vinham sofrendo as consequências do clima, agora se tornaram seus agentes, mesmo que involuntariamente. A visão ocidental do homem todo poderoso perpetua de uma outra maneira as ideologias marxistas, constituindo elas próprias resultado da filosofia iluminista. Conforme escreve Boia⁸,

não há nenhum segredo no fato de que o cataclisma climático seja hoje anunciado por aqueles que não crêem nas virtudes da civilização tecnológica. E contestado

⁸ BOIA, L. *L'homme face au climat*. Paris: Les Belles Lettres, 2004.

não menos vigorosamente pelos partidários desse tipo de civilização. Ecologistas contra liberais: uns e outros manipulam os mesmos dados, mas colocados a serviço de ideologias opostas. Seus cenários se inscrevem... em esquemas históricos... que não foram inventados hoje: de um lado, o Progresso..., de outro, o espectro da decadência...

Após a Conferência do Rio, que se seguiu ao desastre de Chernobyl, o debate científico sobre a origem do aquecimento saiu do campo dos embates acadêmicos para tornar-se uma questão política, estratégica. O parágrafo inicial da introdução ao relatório do IPCC esclarece o seu posicionamento:

⁹ WMO: World Meteorological Organization.
UNEP: United Nations Environment Programme.

O IPCC foi estabelecido pela WMO e pelo UNEP⁹ em 1988. O objetivo era, e continua sendo, proporcionar o acesso à compreensão de todos os aspectos da mudança climática, incluindo o modo como as atividades humanas podem causar tais mudanças e sofrer o impacto das mesmas. Tornou-se de amplo conhecimento público que as emissões de gases de efeito estufa provocadas pelo homem têm o poder de alterar o sistema climático...

2. Um empreendimento de comunicação científica sem precedência

A divulgação de todo saber a respeito da mudança climática tem sido objeto de uma preocupação sem equivalência, e talvez sem precedência na pesquisa científica. O que não pode ser explicado tão só pelo caráter planetário do risco. Em primeiro lugar, o IPCC produz a cada cinco anos uma síntese do estado dos conhecimentos – a mais recente, em três enormes volumes, foi publicada pela Cambridge University Press, em 2001 (*The scientific basis*, 881 p., *Impacts, adaptation, and vulnerability*, 1.032 p., *Mitigation*, 762 p.). Os relatórios podem ser acessados via Internet, bem como os resumos de uma centena de páginas. Além disso, milhares de sites resumem, expõem, discutem as sínteses do IPCC em várias línguas: inglês, francês, espanhol, chinês, russo, japonês... De trinta anos para cá, artigos divulgados em revistas de climatologia e livros sobre a mudança climática representam provavelmente milhares de páginas. Revistas foram criadas especialmente para veicular o “novo saber” (*Climate Change*, por exemplo, que se define como *An Interdisciplinary, International Journal Devoted to the Description, Causes and Implications of Climatic Change*, publicada em 1977 pela Springer Verlag; e em língua francesa, *La Lettre “Changement Global”*, produzida pelo

¹⁰ CNFCG: Comité National Français du Changement Global

¹¹ GES: gaz à effet de serre (gases de efeito estufa). N. T.

CNFCG¹⁰, em 1994, ou *L'Usine à GES*¹¹ em 2004, entre outras). No que diz respeito aos livros, pelo menos quatro ou cinco “grandes” títulos são lançados a cada ano pelas principais editoras francesas.

Falar assim da mudança climática denota um empreendimento bem concertado, permitindo que se possa organizar uma transferência de conhecimentos dos especialistas no assunto para a sociedade civil.

3. *Um optimum de conseqüências somente negativas?*

A imagem positiva do aquecimento do clima deteriorou-se rapidamente no decurso dos últimos vinte anos. Entre as obras mais recentes, numerosos são os títulos que falam por si: *Terre, fin de partie* (2005), *Le climat est-il devenu fou?* (2002), *Climat: chronique d'un bouleversement annoncé* (2004), *Climat ça va chauffer!* (2004), *Le climat: jeu dangereux* (2004), *Le grand dérèglement du climat* (2005) etc.¹² Contudo, no passado, os períodos quentes eram chamados de *optimum*.

Os estudos mostram que durante os períodos quentes as sociedades ultrapassam seus limites. A amenização da temperatura ocorrida no período pós-glaciário, no Oriente Médio, e sem dúvida também em outros lugares, permitiu a passagem à agricultura. Com a domesticação das plantas e dos animais, os mesmos territórios puderam alimentar populações mais numerosas. Na Europa, registrou-se uma revolução tecnológica, com a idade do bronze e o desenvolvimento do uso da escrita. Da mesma forma, do século X ao XIII, na Europa, o *optimum* medieval possibilitou a conquista de novos espaços (a Groenlândia tantas vezes lembrada); o progresso das trocas e o nascimento de sociedades de mercadores e banqueiros; os grandes desmatamentos para fins agrícolas dando lugar às rotações de cultura e limitando cada vez mais o descanso da terra; a expansão urbana e o movimento das comunas. “Três séculos, de 1000 a 1300 aproximadamente, tornaram-se um dos períodos mais otimistas, prósperos e progressistas da história europeia”, segundo C. Van Doren¹³. Esse período “quente” e de fausto é atestado na Rússia, com a colonização agrícola em direção ao norte; na Ásia, com a migração para a Mandchúria, o vale do Amor e as ilhas setentrionais do Japão. Na América, as populações indígenas ampliam suas áreas de cultura em direção ao norte, bordando o Mississipi, o Missouri e o Illinois. No final do século XIII, porém, crises sacodem as sociedades e a inovação desacelera. A Pequena

¹² *Terra: fim de partida* (2005), *O clima ficou louco?* (2002), *Clima: crônica de uma desordem anunciada* (2004), *O clima vai esquentar!* (2004), *Clima: jogo perigoso* (2004), *O grande desarranjo do clima* (2005). N. T.

¹³ VAN DOREN, C. *A History of Knowledge: past, present and future*. New York: Ballantine Books, 1991.

Era Glacial conduzirá a um isolamento maior, à fome recorrente, a muito menos inovações. Será preciso aguardar até meados do século XIX para que a Revolução Industrial transforme radicalmente as sociedades.

Convém desconfiar das afirmações peremptórias sobre esses elos deterministas, mas, por outro lado, nenhuma razão maior permite afirmar que o aquecimento contemporâneo terá conseqüências principalmente negativas para o conjunto da humanidade.

¹⁴ “Façamos depressa, está esquentando!”. N. T.

Bibliografia consultada

ACOT, P. *Histoire du climat*. Paris: Perrin Tempus, 2004.

AMMERMAN, A. J. & CAVALLI-SFORZA, L. L. *The Neolithic Transition and the Genetics of Populations in Europe*. Princeton: Princeton University Press, 1984.

CLAIBORNE, R. *Climate, Man and History*. New York: W. W. Norton, 1970.

DELAND, A. *Fielding's Far East*. New York: Fielding Travel Books, 1987.

ESPER, J.; COOK, E. R. & SCHWEINGRUBER, F. H. Low frequency signals in long tre-ring chronologies for reconstructing past temperature variability. *Science*, 295, 2250-2253, 2002.

LAMB, H. *Climatic, History in the Future*. Princeton: Princeton University Press, 1982.

LAMB, H. *Climate, History and Modern World*. New York: Methuen, 1982.

LOMBORG, B. *L'écologiste sceptique*. Paris: Le Cherche Midi, 2004.

MAASCH, K. A. et al. A 2000-year context for modern climate change. *Geografiska Annaler*, 87a, 7-15, 2005.

McNEIL, H. *The rise of the Human Community*. Chicago: The University Chicago Press, 1963.

NESMES-RIBES, E. & THUILLIER, G. *Histoire solaire et climatique*. Paris: Belin, 2000.

PIRENNE, H. *Economic and Social History of Medieval Europe*. New York: Harcourt, Brace and Co., 1938.

4. Computar as incertezas e as margens de erro?

O discurso transmitido pela imprensa, pela televisão, pela publicidade (*Faisons vite, ça chauffe!*¹⁴) é bastante afirmativo. As fontes de incertezas são entretanto numerosas: desde os erros quantificados nas medições de temperatura, nas reconstituições de dados, até as projeções duvidosas sobre o funcionamento do sistema.

A margem de erro tolerada pela OMM na calibragem do termômetro é de 0,2°C; os termômetros de máximas são, por exemplo, graduados em cerca de 0,5°C, sendo que a margem de erro de um termógrafo deve permanecer inferior a 1°C. Portanto, a elevação secular de 0,6°C deveria acompanhar-se sempre de uma incerteza de mais + ou - 0,2°C, ou seja, uma margem de erro igual a 2/3 do valor estimado da elevação secular.

Por outro lado, a técnica de modelização atual também introduz a incerteza, que advém:

– primeiramente, das hipóteses de partida discutíveis referentes ao crescimento demográfico e econômico, aos progressos tecnológicos e ao abastecimento energético;

– segundo, da simplificação do funcionamento físico planetário, em relação aos conhecimentos do momento (erro de medição não levando em consideração nuvens e aerossóis, por exemplo);

– em terceiro lugar, dos elementos do sistema não integrados ao modelo (as “surpresas” ou ocorrências breves, por exemplo).

Quanto maior for a margem de erro, mais difícil será definir precisamente a realidade. O terceiro relatório do IPCC propõe uma avaliação do aquecimento no horizonte de 2100 entre +1,4°C e +5,8°C. Para o oeste da Europa, o limite é mais amplo, ou seja, um aquecimento de +2 a +6°C e um resfriamento de -4°C, se a deriva do continente atlântico norte não mais atingir o litoral nessas latitudes. Tais incertezas deveriam conduzir à modéstia, pois pouco revelam sobre as variabilidades térmicas do Quaternário!

Conclusão

O princípio da responsabilidade aplica-se seguramente ao aquecimento contemporâneo. É inegável que a industrialização fez-se a grandes golpes de poluição, segundo uma filosofia desprovida de respeito aos recursos naturais do planeta, visão de um mundo a ser conquistado ignorando-se limites. Agora, não é o caso de se empreender ação qualquer, mas, sim, de refletir coletiva e individualmente sobre as conseqüências de nossos atos. A variabilidade do clima deve ser levada em conta pelas sociedades. Mas os conhecimentos técnicos contemporâneos permitem pensar que as sociedades poderão, melhor que em outros tempos, enfrentar a mudança e até mesmo tirar proveito dela. As revoluções agrícolas ou industriais nasceram de inovações que modificaram radicalmente os modos de produção e aumentaram sensivelmente a esperança de vida. Por que o mesmo não seria válido para o século XXI? A História nunca foi escrita antes de ter acontecido. Resta-nos refutar o catastrofismo ambiental.

Martine Tabeaud é geógrafa, professora da Université Paris 1–Panthéon Sorbonne e pesquisadora do Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) na área de *Espaços, natureza e culturas*.

martine.tabeaud@univ-paris1.fr

Tradução de Zília Mara Scarpari.