

Sinais da Terra

O aquecimento global pode parecer demasiado remoto para nos causar preocupação, ou até mesmo incerto — talvez apenas uma projeção feita pelas mesmas técnicas computacionais que muitas vezes não acertam nem a previsão do tempo da semana que vem. Num dia gelado de inverno, até poderíamos achar que alguns graus a mais na temperatura não seria tão mau assim. E os alertas sobre as mudanças climáticas súbitas podem parecer uma tática radical dos ambientalistas para nos obrigar a abandonar nosso carro e o conforto do nosso estilo de vida.

Talvez essas ideias nos consolem. Contudo, a Terra de fato tem notícias perturbadoras para nos dar. Do Alasca aos picos nevados dos Andes, o mundo está se aquecendo - agora mesmo, e depressa. Em termos globais, a temperatura subiu 0,6°C no último século, mas os lugares mais frios e remotos se aqueceram mais. O gelo está derretendo; os rios, secando; e os litorais, sofrendo erosão, ameaçando a vida de muitas comunidades. A flora e a fauna também estão sob pressão. Não se trata de projeções, mas de fatos concretos. Os descrentes podem argumentar que, como sabemos, o clima é mutável. Há mil anos a Europa tinha um clima ameno e cresciam vinhedos na Inglaterra; há 400 anos o clima tinha esfriado e o rio Tamisa congelava no inverno. Talvez o aquecimento atual seja mais um capricho da natureza, algo passageiro...

Não confie nisso, dizem os especialistas. Os ritmos naturais do clima podem explicar alguns dos sinais de alerta que você conhecerá nas próximas páginas. Mas um outro fator está causando a febre que toma conta do planeta.

Há séculos derrubamos florestas e queimamos carvão, petróleo e gás, e despejamos na atmosfera dióxido de carbono (gás carbônico) e outros gases que aprisionam o calor mais rápido do que as plantas e os oceanos conseguem absorvê-lo. Hoje o nível de dióxido de carbono na atmosfera é mais alto do que nas últimas centenas de milhares de anos. "Agora o ser humano é um agente geológico, capaz de afetar os processos que determinam o clima", diz George Philander, climatologista da Universidade de Princeton. Na verdade, o que estamos fazendo é pôr mais cobertores em cima do nosso planeta.

A atividade humana causou a maior parte do aquecimento do século passado, como declarou em 2001 um relatório decisivo do Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC), das Nações Unidas. As temperaturas globais estão subindo mais rápido do que já ocorreu nos últimos mil anos, e a modelagem computacional mostra que forças climáticas naturais, como erupções vulcânicas e as lentas alterações na combustão do Sol, não bastam para explicar tanto aquecimento. Enquanto o CO₂ continua a aumentar, o mesmo acontecerá com o nível de mercúrio na atmosfera — causando uma elevação de mais 1,5°C a 5,5°C até o final do século, pelas projeções do IPCC.

Mas o aquecimento talvez não seja gradual. Os registros do clima antigo sugerem que o planeta tem um termostato deficiente, causando mudanças repentinas. Especialistas temem que o aumento atual da temperatura poderia acelerar, causando uma mudança climática súbita e devastadora. Continuar brincando com o termostato global, diz Philander, "não é atitude prudente".

Já emitimos gases suficientes para aquecer o planeta pelas próximas décadas. "Nós criamos o ambiente em que nossos filhos e netos vão viver", diz Tim Barnett, do Instituto de Oceanografia Scripps, na Califórnia. E, por eles, temos de nos preparar para temperaturas mais altas e alterações climáticas.

Não será fácil, para um mundo viciado em combustíveis fósseis, limitar as emissões. Há três anos os Estados Unidos rejeitaram o Protocolo de Kyoto, alegando seus altos custos. Mas mesmo que o protocolo fosse cumprido mal conseguiria desacelerar o aumento dos gases que retêm o calor. Controlar esse aumento "exigiria 40 protocolos de Kyoto", diz Jerry Mahiman, do Centro Nacional de Pesquisas Atmosféricas dos EUA. "Temos de fazer isso."

Os sinais de aquecimento nas páginas seguintes são bem eloquentes, mas dão apenas uma amostra da devastação que o próximo século poderá trazer. Poderemos agir a tempo de evitar o pior? É o que a Terra dirá.

Sinais da Natureza

As migrações fora de época e a morte das florestas incluem-se entre os muitos

efeitos complexos do aquecimento global.

A ilha Biscoe é um pequeno afloramento de pedra e gelo, perdido na paisagem épica da parte ocidental da península Antártica. Elevando-se acima da ilha fica



o Marr Ice Piedmont, uma geleira partida em dois pelo monte Français, de 2 760 metros de altura. Para o leste, a alguns quilômetros, os rochedos íngremes e angulosos da cadeia peninsular - um tabuleiro de xadrez feito de granito negro e vastos campos glaciais - mergulham no oceano. As águas azuis do mar de Beilingshausen são pontilhadas de icebergs. Num dia claro de verão a paisagem é faiscante, fulgurando ao sol.

O ecologista Bill Fraser já visitou a península Antártica - uma faixa de terra que se projeta por 1,3 mil quilômetros, apontando para a América do Sul - em 23 dos últimos 30 anos. Ele pode atestar que a única coisa que não

mudou são as paisagens. Nesse recanto da Antártica, a terra, o mar e as criaturas estão todos em constante mudança - resultado do aquecimento global. No último meio século as temperaturas médias de inverno nessa região subiram quase 5°C.

A mudança mais notável foi o recuo da geleira de Mar. Mas o mais perturbador para Fraser, que foi à Antártica em busca de aventuras, solidão e estudos, foi o efeito do aquecimento sobre os pingüins-de-adélia. Certo dia de janeiro, no

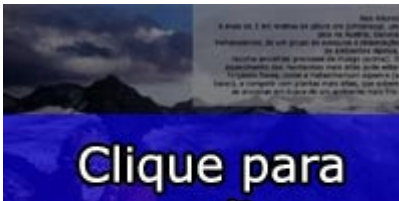
auge do verão, subi com Fraser até um promontório da ilha Biscoe, para fazer o recenseamento de uma colônia desses pingüins. O trecho era pontilhado de ninhos feitos de pedras, manchadas de vermelho-tijolo devido ao guano, o excremento das aves. Os pingüins iam e vinham do mar, levando krill, seres marinhos semelhantes a camarões, para alimentar seus filhotes.

Há 20 anos, a ilha Biscoe era o hábitat de 2,8 mil casais reprodutores de pingüins-de-adélia. Trata-se de uma das duas espécies de pingüins antárticos que dependem do gelo para viver e se alimentar (a outra é o pingüim-imperador). Hoje o número de casais de pingüins-de-adélia na ilha caiu para cerca de mil, confirmando um declínio de 66% deles nas ilhas próximas. Nelas os números despencaram de 32 mil casais para apenas 11 mil no espaço de 30 anos. Como Fraser documentou em seu trabalho, os de-



adélia estão sendo substituídos pelos pingüins-de-bico-vermelho, uma espécie subantártica que começou a migrar para o pólo sul vinda de climas mais temperados, como as ilhas Malvinas. Uma dúzia de casais de pingüins-de-bico-vermelho chegaram em Biscoe no início dos anos 1990. Desde então, seu número aumentou para 660 casais.

Examinando a encosta oeste da cordilheira de Biscoe, onde o número dos pingüins-de-bico-vermelho havia aumentado em cerca de uma centena desde a última estação de reprodução, Fraser parecia assistir, estarrecido, a seu bairro transformar-se em uma favela. "É inacreditável", exclamou ele, que trabalha na estação Palmer, uma base americana de pesquisas. "Os pingüins-de-bico-vermelho estão usando os mesmos locais dos de-adélia para fazer seu ninho. Estes últimos estão condenados."



Logo atrás de nós, a geleira Marr Ice Piedmont partiu-se com estrondo, despejando no mar um paredão de gelo azul. Comecei a compreender que esse ribombar contínuo era a trilha sonora que acompanhava o desaparecimento dos

pingüins de Bill Fraser. "Há um século, essa área era um ambiente polar", explica ele. "Mas agora temos esse sistema subantártico invadindo tudo. O sistema polar desintegrou-se aqui em Palmer. Para mim, a lição número 1 é perceber que os sistemas ecológicos podem mudar assim rápido", completa, estalando os dedos. "Em termos de eras geológicas, não passa de um nanossegundo."

"Em termos de eras geológicas, as mudanças súbitas eqüivalem a um nanossegundo."

A parte oeste da península Antártica sofreu esse aquecimento drástico devido a uma combinação da elevação das temperaturas globais e de mudanças regionais nas correntes oceânicas e atmosféricas. Considerando o planeta como um todo, as temperaturas elevaram-se bem mais devagar - em média 0,6°C no último século. Mas mesmo essa mudança relativamente pequena está causando impacto em todo o mundo natural. Os estudos de Fraser sobre a península Antártica nos revelam como o aquecimento pode afetar os ecossistemas de todo o planeta. Animais, plantas e insetos já estão se adaptando às mudanças climáticas moderadas, transferindo-se de território, antecipando as datas de migração e alterando as épocas de acasalamento e de floração.

Um estudo com 35 espécies concluiu que, nas últimas décadas, cerca de dois terços das espécies europeias de borboletas não migratórias da Europa expandiram seus territórios para o norte, aumentando-os de 30 a 240 quilômetros. Muitas plantas da Europa florescem na primavera uma semana antes do que ocorria há 50 anos, e começam a soltar as folhas no outono cinco dias depois. Os pássaros britânicos reproduzem-se em média nove dias antes do que em meados do século 20. As andorinhas *Tachycineta bicolor* da América do Norte migram para o norte na primavera 12 dias antes do que faziam há um quarto de século. As raposas-vermelhas do Canadá estão mudando seu território, aproximando-se do pólo norte em centenas de quilômetros, invadindo o território das raposas do Ártico.

É verdade que o clima da Terra sempre foi sujeito a variações, alternando entre frio e quente. A atual tendência ao aquecimento, contudo, preocupa os ecologistas. É a primeira vez que o ser humano está ajudando a acelerar essa mudança, e o aquecimento pode ocorrer tão depressa que muitas espécies não terão tempo de adaptar-se e evitar a extinção. E como espécies diferentes reagem às mudanças climáticas de maneira diferente, os ciclos naturais das criaturas interdependentes - tais como as aves e os insetos que lhes servem de alimento - podem ficar desajustados, causando declínio nas populações.

Por enquanto, plantas e animais podem derrotar o calor ao deslocar-se para latitudes e locais mais altos. Mas essas rotas de fuga têm seus limites - alguns deles impostos pelo homem.



Ao contrário do que ocorria nos milênios passados, a flora e a fauna precisam sobreviver num mundo que não só está se aquecendo como também abriga 6,3 bilhões de pessoas. "Durante as mudanças climáticas do passado, não havia muitas perturbações causadas pelo ser humano", diz Camile Parmesan, ecologista da Universidade do Texas em Austin. "As espécies podiam buscar novos territórios. Agora, se elas tentarem se deslocar, podem acabar encurraladas em algum milharal ou à

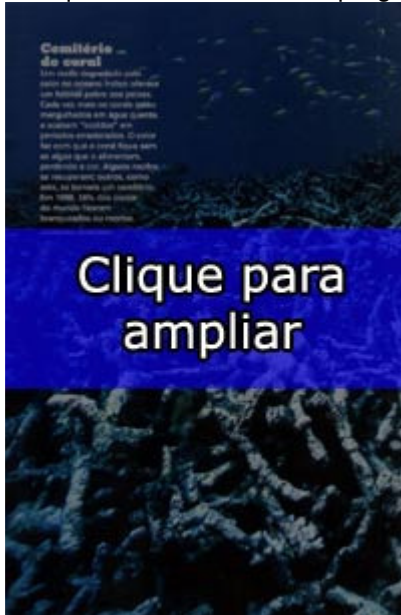
beira de uma cidade grande."

Os estudos de Camile ressaltam as pressões que as espécies têm de enfrentar: o aquecimento do planeta e a destruição de seu habitat. Numa faixa de 500 quilômetros entre o norte do México e o sul da Califórnia, a borboleta *Euphydryas editha* já se extinguiu em 80% de seu território histórico. A razão principal é a elevação das temperaturas, que causa um tempo de vida mais curto das flores de boca-de-leão, privando assim a larva das borboletas do seu alimento básico. A maior parte das populações de borboletas da Baja Califórnia, no México, agora está extinta.



Mais para o norte, em San Diego, na Califórnia, elas continuam se espalhando por áreas mais frescas, que poderiam dar sustento a colônias saudáveis dessa borboleta. Mas chegará o momento, com o contínuo aumento das temperaturas, em que as espécies não terão mais para onde fugir.

Essa é a atual preocupação de Bill Fraser acerca dos pingüins-de-adélia. Hoje, apenas os 300 mil casais da península Antártica parecem estar em risco de extinção devido ao aquecimento. Há mais 2,2 milhões de casais que estão em boas condições em outras partes muito mais frias da Antártica, mais ao sul. Mas quantas décadas mais, pergunta Fraser, isso vai durar?



Postando-se na beirada de uma colônia de pingüins na ilha Humble, Fraser examinou mais de 100 dessas criaturas redondinhas, que pesam até 4 quilos. Densamente concentrados, os pinguins bicavam os vizinhos que invadiam seu território. Os filhotes cinzentos não saíam de perto de seus ninhos, esperando a chegada do pai ou da mãe, que viria regurgitar com paciência cerca de 100 gramas de krill dentro da garganta de cada filhote.

Fraser estava procurando algum pinguim em que pudesse afixar um transmissor via satélite - um aparelhinho impermeável de 8 centímetros

que lhe transmitiria as informações sobre locais de alimentação. Agachando-se, deu alguns passos, penetrando na colônia. Agarrou uma ave pela asa e a trouxe, sob gritos e protestos, até o colo da bióloga Cindy Anderson, que prendeu com fita

colante o transmissor nas costas do pingüim.

Mais tarde esse aparelho informou a Fraser e Cindy que os pingüins-de-adélia estavam se alimentando num raio de 15 quilômetros, já que neste ano havia abundância de krill à beira-mar. O gelo marinho é um criadouro de krill, e ele é o elemento-chave numa cadeia alimentícia que dá sustento a pinguins, baleias e outros animais. Se o gelo marinho continuar recuando, o resultado é que o krill - e todos os seres que se alimentam dele - pode ficar seriamente ameaçado.

Fraser veio pela primeira vez à Antártica em 1974, quando era aluno de pós-graduação da Universidade de Minnesota. Sua base era a estação Palmer, no lado ocidental de península. A estação americana só é acessível de barco, e naquela época não se



conhecia quase nada sobre a fauna e a flora locais. Assim, Fraser começou a fazer o recenseamento das focas e aves marinhas, anotando as datas de chegada, postura de ovos e primeiros vôos dos filhotes. Na época, ele quase não pensava no aspecto do aquecimento global, mas os dados que vem compilando revelaram-se cruciais para seus futuros trabalhos sobre as mudanças climáticas.

"Eu me apaixonei por este lugar tão vasto, tão inóspito", lembra Fraser, hoje presidente de uma ONG, o Polar Oceans Research Group (Grupo de Pesquisa dos Oceanos Polares), em Montana, nos Estados Unidos.

Espécies ameaçadas pelo aquecimento em regiões polares ou montanhosas:

- Urso-polar
- Babuíno-leão
- Gambá-pigmeu
- Borboleta-monarca

"O território era virgem. Aqui só havia a pura força do planeta Terra - gelo e rochas. Era um lugar onde você ainda podia sentir-se sem importância. O ser humano fazia parte de um sistema natural vivo, que não lhe dava nenhuma

atenção."

Fraser lembra-se de seus primeiros encontros com os pingüins-de-adélia. Tinha avistado uma fêmea com o osso externo do peito arrancado do pescoço por uma foca-leopardo. Ele conseguiu olhar dentro da ferida e enxergar os pulmões do animal. A fêmea continuava em guarda em torno de seus filhotes, mal se movendo durante uma semana, enquanto seu companheiro ia buscar comida. Depois, com os ferimentos parcialmente curados, ela partiu para o mar e retomou seu trabalho de alimentar as crias. "O pingüim-de-adélia é o animal mais resistente que já encontrei", diz. "Eles só têm 45 centímetros de altura e não voam, mas conseguem nadar 5,6 mil quilômetros na migração de inverno. Eles se desenvolvem bem neste ambiente, que deve ser o mais hostil do planeta."



A partir de 1983, Fraser começou a voltar todos os anos para a estação Palmer, aí passando a primavera e o verão. Depois de sete anos, encetou a decifrar o mistério do declínio desses pingüins na região. Em dezembro de 1990, Fraser estava numa cordilheira pedregosa que corta em dois a ilha Torgersen. Olhou para a metade norte da ilha, coberta de gelo e quase sem neve, e viu milhares de pinguins fazendo seus ninhos. Olhou então para o sul, e viu as aves lutando para nidificar na neve profunda, sem encontrar pedras para fazer o ninho.

A parte oeste da península Antártica vem recebendo mais neve nas décadas recentes. Por estranho que pareça, é um fenômeno relacionado à elevação da temperatura: quando há menos gelo recobrimo o oceano, ocorre mais evaporação da água do mar, o que em Palmer provoca maior precipitação de neve. Ao redor da estação, as tempestades em geral vêm do nordeste. A neve acumula-se a sotavento, no lado sul das cordilheiras. E são as colônias de pingüins do lado sul dos promontórios que estão sofrendo declínio dramático nas populações.

"De repente, uma lâmpada acendeu", lembra Fraser. Os pingüins-de-adélia, programados pela natureza para fazer seu ninho no mesmo lugar e na mesma época, ano após ano, estavam tentando botar na neve dura ou já derretida, onde os ovos não conseguiam incubar. Por isso, as colônias estavam diminuindo. A população na ilha Litchfield, onde as colônias se situavam todas a sotavento de uma cordilheira, sofreu brusca redução, caindo de 884 casais em 1984 para 47 hoje. Fraser sabia que os pingüins-de-adélia não haviam migrado para nenhum outro lugar, já que sua equipe havia anilhado 20 mil pingüins, dos quais apenas alguns foram encontrados em outras localidades. Mas ele também sabia que as aves sofriam o impacto de outros fatores além das condições locais, pois mesmo as colônias em lugares desprovidos de neve estavam diminuindo. Ali havia grandes forças em ação - e o gelo marinho, vital para o ecossistema antártico, era o problema central.

Os pingüins-de-adélia dependem do gelo marinho como plataforma para alimentar-se e descansar. Os de-bico-vermelho, que os estão substituindo, crescem melhor em águas abertas. O gelo marinho na parte oeste da península Antártica diminuiu 20%, privando assim os de-adélia de importantes bases para mergulhar e buscar as águas ricas de alimento no inverno.



Fraser continua fazendo importantes observações. Ele descobriu recentemente que o peixe-prata da Antártica, antes grande fonte de alimentação para os de-adélia, já desapareceu da área da estação Palmer, e agora só se encontra em águas mais frias, mais ao sul. Ele também documentou uma invasão de lobo-marinho-do-peito-branco, um mamífero subantártico, vindo de áreas como a ilha Geórgia do Sul, 2,2 mil quilômetros a nordeste. Em 1974 Fraser contou apenas seis desses animais nas ilhas em torno de Palmer. No verão passado, ele e sua equipe avistaram 3 mil.



Na realidade, ao longo de três décadas Fraser e seus colegas registraram o recuo de todo um ecossistema antártico. Para ele, "esse sistema já se deteriorou completamente".

Com o aumento contínuo das temperaturas, as espécies não terão mais para onde fugir

No pólo norte, as mudanças climáticas também estão ocorrendo com rapidez, e os animais e as aves já sentem os efeitos. Enquanto as temperaturas sobem na região do Ártico, o gelo marinho permanente diminuiu 9% por década desde 1978, quando começou o monitoramento por satélite da calota polar. Na baía de Hudson, no Canadá, o derretimento do gelo marinho no verão agora ocorre, em geral, duas a três semanas antes do que ocorria em meados do século 20. Para os animais que passam a maior parte do ano vivendo e se alimentando no gelo - caso do urso-polar -, a contínua redução do gelo marinho pode ser desastrosa.

Em setembro último, acompanhei Martyn Obbard, pesquisador da vida selvagem da Secretaria de Recursos Naturais de Ontário, no Canadá, nas margens sul da baía de Hudson. Há cerca de mil ursos-polares nessa região, no limite sul do território ocupado por essa espécie na América do Norte. Obbard, acompanhado por Marc Cattet, biólogo e veterinário, estava no final de um projeto de quatro anos destinado a analisar amostras fisiológicas de 300 ursos.

Obbard desejava comparar suas medidas com aquelas tomadas por outros biólogos na mesma região há duas décadas. Se de fato os ursos-polares estão abandonando as áreas geladas duas a três semanas antes do que ocorria na década de 1980, eles têm de partir bem na época em que tradicionalmente se fartavam de comer os filhotes da foca-anelada. Nesse caso, a perda desse período de alimentação deve estar causando graves prejuízos à saúde dos animais.

Num dia cinzento e ventoso, decolamos da aldeia de Peawanuck em um helicóptero de cinco lugares, acompanhando o rio Winisk na direção norte, rumo à baía de Hudson. Sobrevoando a tundra, interrompida aqui e ali por bosques de pinheiros e lárrix, logo avistamos alguns ursos-polares ao longo da margem, onde passam os meses de verão em jejum, esperando que o gelo marinho se forme no outono. Obbard avistou uma mãe com filhote a 1 quilômetro de distância, e começamos a descer. Debruçando-se na janela do helicóptero, Obbard disparou um dardo com anestesia na mãe urso. Em cinco minutos ela estava imóvel, deitada de lado na vegetação.

Pousamos ali perto e nos aproximamos dos ursos. O filhote, de 9 meses, montava a cavalinho em cima da mãe. O biólogo Lyle Walton aproximou-se por trás e injetou anestésico no pescoço do filhote, com uma seringa presa a uma longa vara. Logo o filhote também estava sem sentidos, pendendo a cabeça no braço da mãe. Durante as duas horas seguintes, os cientistas tiraram amostras de sangue e de gordura e pesaram os dois ursos, utilizando uma maca suspensa por polias e roldanas. O filhote pesava 78 quilos, e a mãe, 246. Ambos pareciam saudáveis. Mesmo assim, não são tão robustos quanto os ursos de 20 anos atrás. Obbard descobriu que desde meados da década de 1980 a proporção entre a massa corporal e a altura dos ursos, no sul da baía de Hudson, caiu cerca de 15%. Ou seja, os ursos estão emagrecendo.

O biólogo Ian Stirling, especializado em ursos-polares, encontrou declínio semelhante na massa corporal de 1,2 mil ursos na parte ocidental da baía. Stirling também detectou outros indícios de que os ursos não estão mais localizando alimento suficiente. Há várias décadas, na mesma área, cerca de 40% dos filhotes desmamavam aos 18 meses de vida, partindo então para encontrar comida sozinhos. Hoje, menos de 5% desmamam com essa idade. Stirling está convencido de que o culpado é o recuo da camada de gelo marinho. Ele teme que os milhares de ursos-polares de Hudson - parte de uma população mundial avaliada em 25 mil - vão desaparecer se, como, prevêem os climatologistas, o gelo marinho desaparecer por completo da baía, por volta de 2070.



Obbard e Cattet afirmam que a relação entre o recuo do gelo marinho e a redução da massa corporal dos ursos, embora seja provável, ainda não foi comprovada de maneira conclusiva. Mas os dois pesquisadores concordam com Stirling num ponto fundamental: se as temperaturas continuarem aumentando e o gelo marinho continuar derretendo, os ursos da baía de Hudson terão um triste futuro. "Não há dúvida de que, se essas tendências se mantiverem nos próximos 50 anos, os ursos não sobreviverão", diz Cattet. "Eles terão de aprender a caçar caribus ou então subir mais para o norte, para o círculo Ártico."

Os ciclos naturais das criaturas interdependentes podem sair de sincronia

No fim de janeiro, já próximo ao término da minha estadia na estação Palmer fui com Bill Fraser num bote de borracha fazer a pequena travessia até a ilha Torgersen. Em minhas quatro semanas na península Antártica, tinha acompanhado o crescimento dos filhotes de pingüins-de-adélia. Antes nada mais que bolinhas de penugem, eram agora aves bem desenvolvidas, pesando quase tanto quanto seus pais. A maior parte dos filhotes estava afastada dos ninhos, passando o tempo em grandes grupos, como fazem os escolares adolescentes. Os filhotes perseguiram os pais, pedindo comida.

Mas os pingüins-de-adélia adultos têm uma maneira curiosa de lidar com adolescentes importunos. Como não conseguem mais alimentar os filhotes, os pais vão embora para nunca mais voltar. Depois de alguns dias os filhotes, famintos, se dirigem para o mar em grandes grupos. Por fim, movidos pela fome que aumenta dia a dia, eles mergulham e, depois de se debater um pouco, começam a alimentar-se de krill.

A ilha Torgersen sofreu uma queda brusca no número de pingüins-de-adélia - de 9 mil casais para 3,2 mil. Mas ainda há um bom número deles em reprodução no norte da ilha, fazendo Fraser lembrar-se da abundância dos anos 1970. Naquela época, nas longas tardes de verão, ele alegrava-se ao avistar 30 mil adultos e filhotes pelas praias, alimentando-se e piando sem cessar.



Caminhamos até o lado sul da ilha, coberto de neve, onde o número de casais reprodutores sofreu sua queda mais drástica, baixando de 1,2 mil para apenas 99. Quando uma colônia se reduz a menos de 30 casais, a escassez de adultos alertas contra o perigo torna ovos e filhotes presa fácil das gaivotas-rapeiras. Fraser observou os danos causados nas quatro colônias mais recentes do lado sul: as colônias 2 e 3 abandonadas; todos os ovos e dez filhotes da colônia 1 comidos pelas gaivotas; e 48 filhotes ainda vivos na colônia 4. Ele prevê que no sul da ilha Torgersen logo não haverá mais pingüins-de-adélia.

"São aves muito resistentes, mas parece que tudo trabalha contra eles. Se existe a marca do ser humano no aquecimento global, aqui temos esse animalzinho, de resistência inacreditável, sucumbindo aos efeitos em grande escala das atividades humanas. É algo que eles não conseguem derrotar. É isso que me deixa irado: pensar que esses incríveis animais precisam sofrer tanto só porque o ser humano não consegue decidir o que fazer com o planeta", analisa Fraser.

Mais tarde, ele e sua equipe voltaram à ilha Torgersen para extrair o conteúdo do estômago dos pingüins-de-adélia e ver o que eles andavam comendo. Enquanto os cientistas trabalhavam, virei-me para ver um grupo de dezenas de pingüins marchando para o mar. As nuvens estavam baixas sobre a geleira de Mar, e soprava uma leve brisa da tarde. Os pingüins caminhavam com passos delicados em cima das pedras cinzentas, polidas ao longo de séculos pela passagem de seus antepassados. Ao pisar nas pedras com seus pés cor-de-rosa, faziam um som dos mais encantadores que já ouvi - um delicado clinque-clinque-clinque, como sininhos agitados pelo vento.

Um. Dois. Três. Levantar! Quem comanda e Cathy Whitlock, cientista da Universidade de Oregon especializada em

pólen fossilizado e paleoclimatologia, o estuzdo do clima de épocas primitivas da Terra. Ela e nós três - eu e mais dois alunos dela - agarramos com mais força o frio tubo de metal que pende de uma pequena torre, própria para enterrar a sonda no fundo do lago. Com muito esforço, nós o levantamos. "Mais uma vez!", ordena ela. Devagar, centímetro por centímetro e gemido por gemido, vai surgindo da lama o tubo para extração de amostras sedimentares, que Cathy e seus alunos tinham enterrado com cuidado no solo. Estávamos nas margens lamacentas do lago Little, uma verdadeira jóia de águas azuis na cordilheira da costa central do estado americano de Oregon.

"Mais uma vez", comanda Cathy. Fazemos mais um esforço e, por fim, conseguimos libertar o cilindro da lama. Ela já extraiu cerca de 200 amostras semelhantes de sedimentos profundos desse lago. Mesmo assim, dá um largo



sorriso, como uma criança ao ganhar sua primeira bicicleta. Ela então retira do cilindro metálico a amostra de lama de eras passadas, com 5 centímetros de espessura e 1 metro de comprimento. "Que amostra fantástica!", diz Cathy. Para mim, parece tão interessante como um tubo de chocolate gigante. Mas, aos olhos treinados da cientista, até mesmo a cor de chocolate da lama tem uma história para contar. "A

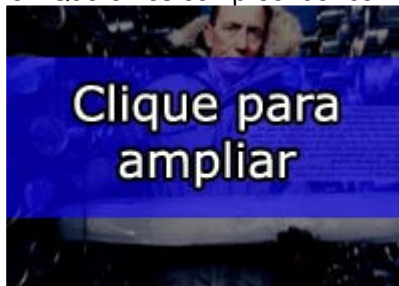
tonalidade marrom intenso nos diz que a lama está cheia de matéria orgânica, especialmente pólen." Com seu canivete, ela corta a amostra ao meio, no sentido do comprimento. "Não se pode ver o pólen sem microscópio, mas ele está aqui."

E nesse pólen estão as pistas de um dos maiores quebra-cabeças para os pesquisadores: o que causou - e voltará a causar - as bruscas mudanças climáticas que o planeta sofre periodicamente? Não se trata de flutuações que duram 100 mil anos, alternando entre eras glaciais e épocas mais quentes. O que interessa agora são as mudanças mais rápidas, identificadas há pouco pelos cientistas, quando a Terra passou, de súbito, de uma era glacial a uma temperatura agradável, própria até para piquenique, e depois voltou a ter um clima glacial. Com que frequência e rapidez ocorreram essas mudanças radicais? E, talvez o mais importante, o que essas mudanças abruptas no passado têm a nos dizer sobre o clima da Terra hoje e sua tendência para o futuro?

Para responder a essas perguntas, os cientistas desenterram vestígios que revelam o clima antigo, provindos de uma variedade surpreendente de fontes: gelo de geleiras e de morenas, estalagmites de cavernas, anéis de árvores, corais, poeira, dunas de areia e ainda conchas microscópicas de organismos enterrados em sedimentos no leito dos oceanos profundos. Outros, na esperança de formar um quadro coerente do clima do passado recente, recorrem aos registros humanos: inscrições arqueológicas, diários escritos por jardineiros e cultivadores de vinhas e os de bordo dos capitães. "Precisamos de registros tanto humanos como naturais", explica Lonnie Thompson, glaciologista da Universidade Estadual de Ohio. "Queremos compreender como o clima funcionava antes e depois do aparecimento do ser humano. Essa é a única maneira de compreender qual o impacto do homem sobre o clima."

A rapidez com que o clima pode mudar fica bem clara pelo estudo feito por Cathy das amostras sedimentares do lago Little. As outras, semelhantes a essas que extraímos, estão guardadas em seu laboratório na universidade. Cada metro de lama contém

grãos de pólen acumulados por cerca de 2,3 mil anos, vindos das árvores, das flores e da relva. Para encontrar os grãos de pólen na lama, Cathy recolhe uma pequena amostra de cada "testemunho" cilíndrico, em intervalos predeterminados, e em seguida trata essa amostra com um banho químico que corrói tudo, exceto os milhares de grãos de pólen, antes invisíveis. Ela então



põe uma gotinha desses resíduos de pólen num slide, e em seguida examina cerca de 300 grãos, identificando a espécie de cada um. Esse processo permite perceber como mudou a vegetação na cordilheira litorânea de Oregon durante as variações climáticas do passado. "Atingimos o leito do lago a 18,25 metros de profundidade", diz ela, colocando um slide sob o microscópio. "O pólen nesse nível data de cerca de 42 mil anos."

Poucos lagos de montanha têm um registro tão contínuo, já que muitos são formados quando as geleiras recuam. Mas o lago Little foi formado por uma avalanche de terra que bloqueou um pequeno riacho, antes da última era glacial. O pólen nos sedimentos lamacentos "nos diz como era o ambiente no litoral do estado de Oregon antes e no auge dessa era glacial, e como ele se transformou à medida que o clima foi se aquecendo, cerca de 13 mil anos atrás", diz Cathy. "Foi uma grande mudança", continua ela. "Eis aqui como era a floresta há 21 mil anos, no auge da última era glacial. Um mundo totalmente diferente!"

Tomo o lugar dela no microscópio, e ela vai me orientando de grão em grão. É uma viagem de uma facilidade surpreendente, já que há apenas dois tipos de pólen naquele slide: os grãos maiores, em formato de rim, da *Picea engelmannii*, e os grãos menores, de *Tsuga mertensiana*, que parecem uma oval com duas pequenas orelhas.

"Veja bem", diz Cathy. "A árvore de Engelmann não cresce hoje na cordilheira litorânea. Em vez dela, o que encontramos é o pinheiro-do-oregon: essa é a conífera predominante. Mas neste slide não há nenhum pólen dessa árvore. Esse pinheiro só aparece perto do fim da última era glacial. E, de repente, eis que ele surge, e a floresta de espruce desapareceu. E isso aconteceu num período de 200 a 500 anos: uma floresta inteira desaparece e outra, diferente, toma o seu lugar."

A cientista faz uma pausa. "Então, queremos saber como isso aconteceu e por quê. O que fez com que a floresta e o clima se transformassem de maneira tão radical e abrupta? E o que acontecerá se o clima mudar na direção oposta - voltando a uma era glacial ou continuando a se aquecer? Como nós, humanos, vamos reagir?"

“O gelo que guardamos aqui já desapareceu de muitas montanhas”

Amostras de gelo da Groenlândia, obtidas pela primeira vez na década de 1960, deram aos cientistas as primeiras pistas sobre as rápidas mudanças climáticas. Já que nessa região o gelo se acumulou sem ser perturbado pelo ser humano por mais de 100 mil anos, ele contém excelentes registros de dados, como as temperaturas do passado, a quantidade de precipitação pluvial e as condições atmosféricas.

As amostras de gelo da Groenlândia, combinadas com outras ainda mais antigas vindas da estação Vostok, na Antártica, demonstraram o que já se esperava: longos períodos de frio que aumentavam gradualmente, seguidos por períodos quentes mais breves. Mas o gelo da Groenlândia também revelou que



dentro desses longos períodos frios havia breves períodos de aquecimento e resfriamento. Esses períodos mais curtos vinham em intensas ondas, fazendo o clima passar de frio para quente e de novo para frio, às vezes no curto espaço de algumas décadas. Isso traz uma pergunta que até agora continua sem resposta: o que causou - e pode causar novamente - todas essas mudanças?

Essas variações climáticas repentinas ocorreram durante a última era glacial - de 70 mil a 11,5 mil anos atrás. No auge dessa glaciação, vastos lençóis de gelo recobriam boa parte da América do Norte, Europa, partes da Rússia e todo o continente antártico. Periodicamente, o gelo derretia e depois voltava a avançar, até o mais recente degelo, que marca o início da época moderna, com seu clima mais quente e mais estável, conhecida como Holoceno.

Mas até chegar o Holoceno aconteceram muitas fases e interrupções. Tudo começou com um aquecimento abrupto. Houve então outra mudança quando o clima voltou a esfriar, e outro aquecimento, há 11,5 mil anos. Nesse salto, a

temperatura da superfície na Groenlândia aumentou 8°C numa única década. A Inglaterra se aqueceu de repente, tornando-se um paraíso para certos besouros que só vivem em climas mais amenos. E, em ambos os lados do Atlântico Norte, o calor repentino derreteu, em centenas de anos, geleiras terrestres de milhares de anos de idade.

"Gostaríamos de compreender por que aconteceram esses repentinos recuos das camadas de gelo. Qual foi a causa? E será que isso poderia acontecer hoje?", questiona Peter Clark, da Universidade Estadual de Oregon, que estuda as mudanças climáticas na geologia glacial da Irlanda. "Mas para responder precisamos primeiro saber quando foi, exatamente, que o gelo derreteu."

Para responder a essa pergunta, Clark e seu colega geólogo Marshall McCabe, da Universidade de Uister, vestem capa de chuva e botas de borracha, pegam seus sacos plásticos e pás e saem a campo. Seu destino é um rochedo numa fazenda no litoral atlântico da Irlanda. No caminho, McCabe aponta com a pá para uma palmeirinha plantada diante da casa do fazendeiro. "Veja, estamos na mesma latitude do sul do Alasca. E essa palmeira mostra que nossa amiga, a corrente do Atlântico Norte, está trabalhando bem." Ele se referia às correntes oceânicas que captam a água aquecida dos trópicos e a levam para as costas da Irlanda, tornando mais amena a temperatura dessa região. "Se não fosse assim, esta palmeira estaria morta."

Com seus estudos de recifes de coral e sedimentos marinhos, os paleoclimatologistas mostraram como é importante esse sistema de circulação oceânica, a corrente do Atlântico Norte, para o clima de todo o planeta. Durante as eras glaciais, essa corrente às vezes perdia sua força, deflagrando uma série de eventos que resultaram em temperaturas mais quentes no hemisfério sul e mais frias no hemisfério norte. "A corrente do Atlântico passa próximo ao litoral", acrescenta McCabe, apontando, com a pá, para o mar. "A Irlanda é especialmente sensível a ela. Qualquer alteração logo se manifesta aqui."



Na última era glacial, quando a corrente desacelerou, a Irlanda era mais semelhante ao Alasca. Geleiras cobriam montanhas e avançavam até o mar. Mas sempre que o "interruptor" climático era acionado e o congelamento profundo terminava as geleiras começavam a recuar, com rapidez. A água do derretimento do gelo passou a correr pela terra, abrindo profundos canais do tamanho de rios, e despejando lama no mar.

Quando a lama se depositou, minúsculos organismos chamados zooplâncton ficaram enterrados nos sedimentos. Hoje, com o nível relativo do mar mais baixo do que no passado, já que as camadas terrestres não estão mais sob o peso de uma capa de gelo, esses depósitos lamacentos se localizam em níveis até 80 metros acima do oceano. Um geólogo que saiba aonde procurar pode encontrar ali os fósseis de zooplâncton cobertos de conchas, chamados foraminíferos. Eles são parte integrante das pesquisas sobre o paleoclima, pois suas conchas calcárias podem ser datadas. E é por isso que McCabe e Clark vieram até essa fazenda: para escavar cerca de 20 quilos de lama repleta de foraminíferos, e fazer a datação. Com dados precisos para o rápido recuo da cobertura de gelo, os dois conseguirão relacionar a história da era glacial da Irlanda com a da América do Norte e da Escandinávia. Datando foraminíferos provindos da lama nas costas do mar da Irlanda, McCabe e Clark encontraram indicações de uma rápida elevação de 10 metros no nível global do mar há uns 19 mil anos. "Foi devido a um derretimento ocorrido no hemisfério norte, um recuo das margens de toda a cobertura de gelo", diz Clark. "Nós imaginamos que dois lençóis de gelo do tamanho da atual Groenlândia devem ter se derretido em poucas centenas de anos."

O que teria provocado esse evento de tão grande escala? Segundo McCabe e Clark, pode ter sido o peso do próprio gelo. Com o aumento dos lençóis de gelo, seu peso, cada vez maior, comprimia a camada de terra embaixo. Nos lugares onde as geleiras afundaram até atingir o nível do mar, o gelo começou a flutuar, fragmentando-se em icebergs. "Isso pode ter acrescentado mais água doce ao oceano, modificando a salinidade e as correntes em águas profundas", diz

Clark.

Mais água doce no Atlântico Norte teria reduzido a velocidade da corrente e diminuído o volume de água mais tépida vinda dos trópicos. Isso mudaria a dinâmica da circulação oceânica e também as temperaturas globais, até a Antártica, no extremo sul. Modelos computacionais que simulam o clima da Terra mostram que tudo o que acontece no Atlântico Norte logo afeta o resto do planeta. "Quando a água esfria no hemisfério norte, o oceano se aquece no hemisfério sul", diz Clark. "É um efeito gangorra. Esse aquecimento pode ter causado o derretimento de um lençol de gelo na Antártica."

Toda essa água doce extra vinda da Antártica teria feito, por sua vez, as correntes tropicais tépidas fluírem de volta para o norte, impulsionando a corrente do Atlântico Norte. Mais uma vez os lençóis de gelo do hemisfério norte teriam começado a derreter. "Em suma, o resultado teria sido o derretimento dos lençóis nos dois extremos do planeta, em épocas ligeiramente diferentes", diz Clark. "Hoje temos dois grandes lençóis de gelo: a Groenlândia e a Antártica. E o clima está mudando devido às grandes quantidades de dióxido de carbono que lançamos na atmosfera. Como isso afeta esses lençóis? Se eles derreterem, que impacto isso terá sobre nós?"

Verão total

"O que acontecerá se o clima mudar na direção oposta, rumo a uma era glacial, ou, então, aquecer-se ainda mais?"

Nem todos estão convencidos de que a corrente do Atlântico Norte é o único "interruptor" que causa as súbitas mudanças climáticas da Terra. "Talvez isso seja verdade nas latitudes mais elevadas, mas não nos trópicos", diz Lonnie Thompson. Esse pesquisador tem o crédito de ter obtido os melhores registros do paleoclima da zona tropical - as latitudes entre o trópico de Câncer e o de Capricórnio. "Sem dúvida há um viés na visão dos pesquisadores que consideram as mudanças climáticas no hemisfério norte as

mais importantes", diz Thompson, enquanto nos vestimos para entrar em sua sala de amostras de gelo, na Universidade Estadual de Ohio. "Mas é um viés que provém da coleta de dados: como é natural, a maioria dos nossos registros provém do hemisfério norte."

Por trás de uma porta bege que não indicava nada de especial, marcada apenas como "089-B", há um total de 6 mil metros de amostras de gelo, que dão a Thompson os dados necessários para questionar aquela interpretação. Essas amostras derivam de geleiras que coroam altas montanhas nos Andes, no Himalaia, no Alasca e também no monte Kilimanjaro, na África.



As amostras roliças são guardadas em cilindros de papelão prateado, e ficam empilhadas em prateleiras recobertas de um fino gelo. Um termômetro marca a temperatura: 30°C negativos, e estou tremendo, apesar da roupa forrada de pena de ganso. Mas esse frio extremo é necessário para conservar algo que já desapareceu ou logo desaparecerá: a história climática dos trópicos. "As fontes de onde vieram estes registros, isto é, as geleiras nas montanhas mais altas, estão derretendo, devido ao aumento dos gases causadores de efeito estufa na atmosfera", diz Thompson. "Algumas amostras que temos aqui vieram de geleiras que hoje já desapareceram das montanhas."

Os gases causadores de efeito estufa, tais como o metano e o dióxido de carbono, são liberados na atmosfera terrestre por muitas

atividades humanas. Nos últimos 150 anos, a quantidade desses gases aumentou muito. Eles aprisionam o calor, fazendo as temperaturas subirem - e as geleiras do mundo inteiro derreterem.

Thompson retira um dos cilindros de papelão e o leva à mesa. "Nós nos esquecemos de que a Terra é uma esfera, e que 50% da superfície do planeta se localizam nos trópicos. Essa região é grande fonte de calor, e creio que ela tem papel muito mais importante nas mudanças climáticas do que percebemos até agora." Thompson abre o cilindro e retira uma amostra de gelo de 1 metro de comprimento, embrulhada em plástico. "Essa é uma amostra que perfuramos na montanha de Sajama, na Bolívia", explica. O gelo é denso e branco, mas Thompson nos exhibe faixas com ligeiras variações - os anéis que indicam os acúmulos anuais de precipitação de neve. Contando esses anéis, ele avalia a idade. E essa, a amostra final de Sajama, a última que Thompson extraiu do gelo dessa montanha antes de atingir a rocha, é de 25 mil anos atrás - a mais antiga que já encontrou em seu trabalho em altas altitudes na zona tropical.

"Este naco de gelo revela que houve mudanças climáticas nos trópicos da mesma magnitude das que ocorreram na Groenlândia nas eras glaciais", explica. Perto do Equador, o clima havia se alterado rapidamente de frio para quente e vice-versa, assim como foi na Groenlândia. Isso faz Thompson pensar que o Atlântico Norte não é o único mecanismo que causa essas mudanças abruptas. Pode haver um segundo fator no oceano Pacífico.

Outras anomalias no gelo recolhido em altas montanhas sugerem que os últimos 10 mil anos, período em geral caracterizado como de clima estável, na verdade também foram sujeitos a alterações bruscas. Thompson abre outro cilindro e tira uma amostra das antigas neves do monte Kilimanjaro. Assim como a de Sajama, é um gelo denso e branco - exceto por um anel de 2 centímetros de largura, de cor negra. "Isto é

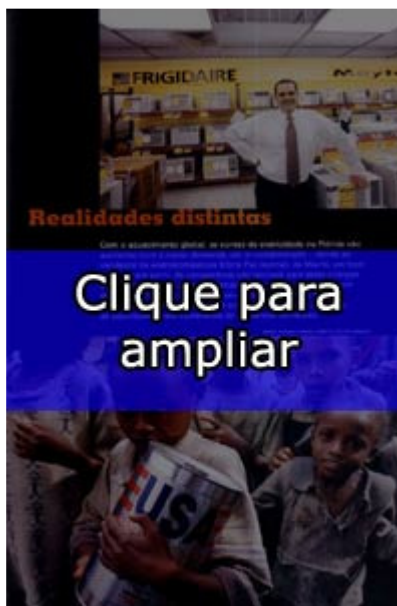
poeira", diz Thompson. "Data de 4,2 mil anos, quando houve uma seca que durou 200 anos na África do Norte e África Oriental. A parte superior da atmosfera deve ter ficado cheia de areia, sujeira e poeira, e tudo isso se misturava com a neve que caía no Kilimanjaro."

As inscrições em hieróglifos desse tempo relatam que a enchente anual do Nilo falhou durante cerca de 50 anos. Os egípcios sofreram com uma grande seca, e a população morria de fome. Por volta dessa época, terminou o período do Antigo Império do Egito, e começou um ciclo de revoltas sociais e políticas. Thompson acredita que essa época de seca contribuiu para o colapso do Antigo Império. Alguns arqueólogos também crêem que a seca se estendeu para o norte até o Mediterrâneo oriental, e ajudou no declínio do Império

Acadiano na Mesopotâmia. "Isso mostra o que as mudanças climáticas são capazes de fazer", diz Thompson. "E note que essa foi uma ocorrência abrupta, porém natural, numa época em que havia apenas 250 milhões de pessoas no planeta. Hoje somos 6,3 bilhões, e modificamos o clima ativamente.

Todos os especialistas em paleoclima com quem conversei disseram o mesmo. Alguns estavam certos de que nós já acionamos um dos "interruptores" climáticos e provocamos uma nova mudança abrupta. Outros foram mais cautelosos. Mas todos estão alarmados com a nossa recusa em diminuir o uso dos combustíveis fósseis.

Daqui a 30 anos teremos uma idéia melhor



das mudanças. Mas será um mundo muito diferente.

O clima do passado é a nossa âncora para olhar para o futuro", diz Cathy Whitlock. "Se conseguirmos compreender as relações entre o oceano, a atmosfera e a biosfera, e determinar as causas das mudanças abruptas do passado, talvez possamos lidar melhor com as surpresas que virão." Esse é o grande sonho, o objetivo da paleoclimatologia.

Especialistas em modelagem computacional já esboçam o clima num futuro próximo. Um dos melhores modelos roda num supercomputador do Centro Hadley de Previsões e Pesquisas Climáticas, na Inglaterra. O climatologista Simon Tett abre seu laptop no meu hotel em Londres e acessa um mapa-múndi. Superposto a ele, há volutas e manchas coloridas representando as correntes oceânicas e atmosféricas - basicamente, um modelo do clima na Terra. Basta alimentar o programa com diversos fatores, um aumento nos níveis de CO₂ e metano, por exemplo, e assistir às mudanças climáticas que se desenrolam.

"Muito bem. Eis aqui como poderia ser o clima do planeta em 2080", diz Tett. Uma mancha vermelha se espalha sobre a maior parte da América do Norte e da Europa, indicando temperaturas mais altas, enquanto o oceano Ártico vai passando de branco a azul, com o derretimento da calota polar. "As pessoas não entendem o quanto essas mudanças serão radicais", diz ele. "Mas nós já contamos com um aquecimento global de 2° a 5° nos próximos 100 anos. O aquecimento será maior na parte terrestre do globo, mas a temperatura dos mares também vai aumentar."

O aquecimento não significa que todos os lugares do planeta de repente se tornarão uma Miami ou um Rio de Janeiro. Algumas áreas, como o interior dos EUA, provavelmente ficarão mais quentes e mais secas. Outras, como a China e o Sudeste Asiático, podem receber mais chuva, porém menos neve - uma ameaça à água potável. O nível do mar no mundo todo deve subir quando as últimas geleiras se derreterem e os oceanos, mais aquecidos, se expandirem. Intensos furacões podem ocorrer com mais frequência, e uma série de tempestades severas pode causar graves prejuízos a cidades como Nova York. No verão, a norma serão as ondas de intenso calor, tais quais a que a Europa sofreu no ano passado.

Será que podemos fazer alguma coisa para deter essa mudança? "Não", diz Tett. "Teríamos de baixar para zero as emissões para estabilizar o CO₂ que já existe na atmosfera. E não é esse o caminho que nós, sociedade, escolhemos. Nem que interrompêssemos hoje todas as emissões de CO₂ já estamos comprometidos com o aquecimento global." Ele continua: "Por fim, haverá um efeito na circulação termo-halina do oceano - a corrente do Atlântico Norte. Os modelos climáticos mostram que a circulação vai desacelerar, mas é possível que ela termine por completo. Um dos resultados seria uma temperatura mais baixa no inverno europeu."

Tett desliga seu laptop. "Teremos uma idéia melhor das mudanças daqui a 30 anos, pois alguns de nós vão passar por elas. Mas será um mundo muito diferente." Lá fora, a luz do sol frio de inverno se derrama sobre as ruas de Londres. Falta uma semana para o Natal e há muita gente fazendo compras. Ouço o ruído de tráfego e buzinas, e o cheiro de óleo diesel e gasolina sobe no ar. Chamo um táxi e parto para o aeroporto.

"O tempo vai mudar", diz o taxista. "Agora está bom, mas amanhã teremos mau tempo." Eu concordo. Ele tem razão - mais do que imagina.