



CLIMA

## O dia depois de amanhã

Pesquisadores unem-se para esmiuçar os efeitos do aquecimento global no Brasil

FABRÍCIO MARQUES

**H**á uma articulação para ampliar o conhecimento sobre os efeitos das mudanças climáticas no Brasil. Um grupo de pesquisadores de várias disciplinas prepara um livro, que deverá ser lançado ainda neste ano com o apoio do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), cujo objetivo é estimar as consequências do aquecimento global no Brasil e propor alternativas para enfrentá-las. “A idéia é criar um fórum de discussão como se fosse uma espécie de IPCC nacional”, diz Marcos Buckering, pesquisador do Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (USP), idealizador e coordenador da iniciativa.

A saúde dos brasileiros deverá ser golpeada em vários flancos, observa Paulo Saldiva, professor da Faculdade de Medicina da USP, autor de um capítulo do livro sobre o tema. Os extremos de temperaturas, com a eclosão de epidemias e as secas e enchentes, são fenômenos previsíveis, mas têm efeito limitado no tempo. Saldiva revela-se especialmente preocupado com os efeitos de longo prazo da exposição aos poluentes atmosféricos – não há evidência no Brasil de que a poluição provocada pelos carros nas grandes cidades vá diminuir. “As consequências à saúde das mudanças climáticas vão manifestar-se mais em termos de aumento ou no número ou na severidade de problemas já conhecidos, como moléstias cardíacas, asma, câncer e infecções respiratórias”, escreveu. “Poucos

morrerão de hipertermia ou hipotermia durante os eventos extremos do clima, mas milhares morrerão de ataques cardíacos e doenças respiratórias”, afirma. Estima-se que, a cada ano, a poluição seja responsável pela morte de 3.500 moradores da cidade de São Paulo.

O efeito do aumento das temperaturas sobre a biodiversidade será desigual. Os mamíferos, que são capazes de regular sua temperatura corporal, sofrerão menos com o ambiente mais quente. Mas as mudanças climáticas podem promover alterações na paisagem com fôlego para definir o destino de várias espécies. Mario de Vivo, pesquisador do Museu de Zoologia da USP, lembra que um cenário provável é o avanço do Cerrado em regiões de transição com a Floresta Amazônica. “Se o clima ficar mais seco, isso poderá desencadear a extinção de espécies da floresta e beneficiar animais típicos do Cerrado, como o lobo-guará, o tamanduá-bandeira e o tatu-canastra”, afirma o pesquisador, autor do capítulo do livro sobre os mamíferos. A situação dos anfíbios é mais complexa. Sapos, rãs, pererecas, cobras-cegas e salamandras normalmente repousam durante o dia, evitando o sol e as altas temperaturas e entrando em atividade após o crepúsculo. Parte significativa de sua respiração é feita pela pele, que precisa estar sempre úmida. “Os anfíbios têm alta sensibilidade a alterações ambientais”, diz o biólogo Célio Haddad, do Laboratório de Herpetologia da Universidade Estadual Paulista (Unesp) de Rio Claro, que escreveu o capítulo sobre anfíbios. Ou-

tra desvantagem é que os anfíbios tendem a ser endêmicos. Muitas espécies são circunscritas a determinadas regiões, o que as torna mais vulneráveis a processos de extinção. Haddad diz, contudo, que outras espécies podem sair ganhando. “A biodiversidade vai empobrecer, mas espécies com maior capacidade de adaptação terão a chance de crescer no terreno deixado por outras”, afirma.

**Manguezais afogados** - A elevação do nível do mar projeta cenários temíveis para as espécies costeiras: espera-se que os deltas dos grandes rios recuem, empurrados pela água do mar. “O ecossistema predominante na Ilha de Marajó, na foz do Amazonas, poderá ser transplantado para o interior. Já os manguezais poderão simplesmente ser afogados, colocando em risco toda a cadeia de espécies que depende deles”, diz Mario de Vivo. Avalia-se que o avanço das águas será lento, permitindo que as espécies tenham tempo de buscar um local mais alto para viver. “Mas em alguns trechos da costa com declividade mais baixa o avanço pode ser repentino. Para os anfíbios, pode ser um grande problema, porque eles não toleram a salinidade da água do mar”, diz Célio Haddad, que antevê cenários de desequilíbrio ecológico, com efeitos danosos inclusive para o homem. “Na ausência dos anfíbios, insetos como os pernilongos e o mosquito da dengue que lhes servem de alimento podem proliferar mais rapidamente”, diz o pesquisador. Num rio como o Amazonas,



Elêvação do nível  
do mar pode destruir  
manguezais



EDUARDO CESAR

Mudança do clima pode fazer com que as florestas cedam espaço para o Cerrado

que tem declividade pequena e corre lentamente rumo ao mar, a invasão das correntes marinhas na profundidade dos cursos d'água pode eventualmente contaminar aquíferos. "Talvez não haja um grande problema de abastecimento na Amazônia porque a área não é densamente povoada, mas, em outros países, esse fenômeno pode levar à falta de água potável para parte da população", diz Carlos Nobre, pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

**Cafezais** - O aumento da temperatura deverá ter implicações na geografia das culturas agrícolas do Brasil. Café, arroz, feijão, milho e soja poderão ter suas áreas reduzidas à metade se a temperatura da Terra subir 5,8°C em relação à mé-

dia atual. Com base nos atuais modelos climáticos, pesquisas do Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura (Cepagri), da Unicamp, e da Embrapa Informática sugerem que o Brasil poderá perder cerca de 25% da área com potencial para plantio de cafezais em Goiás, Minas Gerais e São Paulo, com perdas de até US\$ 500 milhões por ano, caso a temperatura suba 1°C. Com três graus a mais, a área para plantio de café cairia para um terço da atual. Com mais seis graus, os cafezais seriam extintos das terras paulistas. A tendência seria a transferência para a Região Sul. Já as plantações de trigo e de girassol do Sul poderiam tornar-se inviáveis.

Há um consenso de que a redução dos efeitos e a adaptação a eles depende-

rão de um somatório de medidas. "Cada país terá de discutir opções condizentes com o impacto e as conseqüências econômicas e sociais regionais. Isso precisa envolver a comunidade científica e as autoridades e inspirar políticas de Estado", diz Paulo Artaxo, pesquisador do Instituto de Física da USP e coordenador do Instituto do Milênio do experimento Large Scale Biosphere - Atmosphere Experiment in Amazônia (LBA). O Brasil, diz Artaxo, tem um grande papel a cumprir no combate global aos efeitos do aquecimento. "Podemos nos tornar uma potência energética em algumas décadas. Seremos grandes produtores de combustíveis renováveis, como o álcool. Essa é uma perspectiva tangível", diz. "Se o país não descuidar da Amazônia, terá um grande cacife nas negociações internacionais sobre o clima."

**Dívidas** - O livro editado por Marcos Buckeridge sobre as conseqüências do aquecimento do Brasil pretende arriscar soluções. Um caminho natural é aproveitar cada vez mais as oportunidades criadas pelo chamado Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), artifício criado pelo Protocolo de Kyoto que autorizou os países desenvolvidos a compensar suas dívidas ambientais investindo em projetos de tecnologia limpa, implantado por países em desenvolvimento. O Brasil só perde para a Índia no *ranking* dos beneficiários desse mercado, que deverá movimentar mais de US\$ 40 bilhões até 2010. Para o pesquisador Carlos Clemente Cerri, do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da USP, é enorme o potencial para implantação de projetos de reflorestamento no âmbito do MDL. "Uma alternativa viável seria o desenvolvimento de mais programas de incentivo à recuperação de áreas degradadas em matas ciliares, promovendo a mudança de uso da terra em extensas áreas, gerando os chamados créditos de carbono", escreveu Cerri, que também defende outras iniciativas para reduzir as emissões de carbono resultantes da agricultura, como o uso de técnicas de plantio direto e a mecanização da colheita de cana, que cada vez mais substituiu as queimadas nos canaviais.

Em outra frente, Buckeridge sugere que as técnicas de reflorestamento devem contemplar o plantio de diferentes tipos de espécies: as árvores de cresci-

mento mais rápido, classificadas como pioneiras e secundárias iniciais, são importantes para deflagrar o processo de recuperação das áreas degradadas, mas também é necessário apostar em outras espécies, como as secundárias tardias, mais resistentes à sombra, que parecem acumular mais CO<sub>2</sub> ao longo da vida. Essa sucessão é a observada na natureza: primeiro proliferam as árvores de crescimento rápido e ciclo de vida mais curto. Quando elas morrem, tomam o lugar árvores de ciclo de vida mais longo, como perobas e jequitibás. Um doutorando de seu grupo, João Godoy, aluno do Programa de Biodiversidade e Meio Ambiente do Instituto de Botânica, acaba de defender sua tese, demonstrando por meio de experimentos em laboratório que o seqüestro de carbono é maior por um sistema em sucessão ecológica em comparação ao plantio isolado de espécies de árvores nativas.

Outro dado importante obtido pelo grupo de Buckeridge diz respeito à resposta da cana-de-açúcar ao excesso de

carbono na atmosfera. Amanda Pereira de Souza, aluna do Departamento de Biologia Celular da Unicamp, acompanhou o desenvolvimento de mudas de cana que cresceram num ambiente com excesso de carbono (720 partes por milhão, cerca de duas vezes mais do que a média atual, que já chega a 384). Constatou-se que a produção de biomassa aumentou 60%, com incremento equivalente da produtividade de álcool e uma produção maior ainda de sacarose. Tamanho desempenho não se repete em outras culturas, como a da soja, que dispersa parte da energia que acumula nos processos de florescimento e de produção de sementes. As descobertas sugerem que o aquecimento global produziria efeitos benéficos na cultura da cana, que já é uma grande vocação do agronegócio brasileiro. Buckeridge acha possível articular os dois achados e propõe uma estratégia: seguir com o plantio de cana, mas também usar uma parte das áreas hoje ocupadas com plantações para regenerar corredores de florestas. "Ganharíamos em várias frentes: continua-

ríamos produzindo álcool como a principal fonte de energia renovável, ajudaríamos a regenerar a biodiversidade formando os corredores para que plantas, animais e microorganismos pudessem transitar entre os fragmentos de florestas restantes e esperamos crescentes", afirma. "Além disso, como provavelmente vários países irão desenvolver tipos diferentes de tecnologia de produção de energia limpa, o álcool brasileiro produzido dessa forma teria um selo de preservação ambiental que possivelmente seria de grande valor para comercialização no futuro" (Veja Pesquisa FAPESP, nº 82).

A comunidade científica brasileira, como se vê, está promovendo um esforço conjunto para auxiliar na questão das mudanças globais. "Devido ao nível de complexidade sem precedentes, o problema das mudanças climáticas globais só pode ser atacado de forma efetiva por um conjunto de cérebros trabalhando em rede em diversos lugares do mundo", diz Buckeridge. "Não será uma tarefa para um cientista só." ■

## Os próximos relatórios

As perspectivas sombrias sobre as mudanças climáticas alardeadas no mês passado pelo IPCC (sigla em inglês para Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas) ganharão contornos mais definidos em abril e maio. O órgão, que é um fórum de cientistas vinculado à Organização das Nações Unidas, prepara o lançamento de dois novos capítulos de seu relatório, nos quais vai esmiuçar as conseqüências práticas do aquecimento e as propostas de como enfrentá-las. Um dos documentos será divulgado em Bruxelas no dia 6 de abril e tratará dos impactos das mudanças climáticas e as formas possíveis de adaptação. O outro deve ser divulgado no dia 4 de maio em Bangcoc, Tailândia, e irá abordar as opções e os cursos do combate ao aquecimento. Depois de prever um aumento médio de temperatura entre 1,8 e 4°C e uma elevação de 18 a 59 centímetros no nível do mar até o final do século, o IPCC dirá agora como isso afetará as pessoas e a economia dos países – e sugerirá estratégias para adaptar-se às mudanças ou, quando possível, amenizá-las.

Ambos os documentos deverão reeditar o chocante debate sobre a irreversibilidade de alguns efeitos do aquecimento. A versão final dos sumários dos relatórios ainda não está definida. Como os participantes do IPCC vão se basear na força da literatura científica publicada nos

últimos anos, esperam-se novas afirmações contundentes, como a paulatina transformação do mapa da agricultura no planeta: certas culturas podem ser varridas de suas atuais latitudes, com impacto no abastecimento de comida no mundo. O impacto da elevação do nível do mar deverá projetar cenários igualmente desconfortáveis. Na melhor das hipóteses, 1% da população do planeta sofrerá algum efeito com o encolhimento das faixas litorâneas. Na pior, 2% da população mundial terá de procurar outro lugar para morar, o que poderá tornar tangível a figura dos refugiados do clima. É bastante provável que o relatório afirme que a biodiversidade do planeta já começou a empobrecer em virtude das mudanças climáticas. Segundo artigo publicado no ano passado na revista *Nature*, dois terços das espécies de sapos *Atelopus*, encontrados na América Central, foram extintos nos últimos anos, sugerindo-se que um tipo de fungo que se espalha favorecido por temperaturas elevadas seria a causa do desaparecimento. O ataque, dizem os pesquisadores, é resultado do aumento da temperatura, que deixou os sapos mais suscetíveis ao micróbio. Os documentos de Bruxelas e Bangcoc também poderão avançar na sugestão de estratégias capazes, por exemplo, de mudar o perfil da produção e do consumo de energia nas próximas décadas, tornando o planeta menos dependente do petróleo.