

**CAPA**



Caapiranga,  
no Amazonas,  
em outubro  
de 2005: o lago  
virou sertão



# Clima de união

FAPESP lança programa e convoca pesquisadores de várias áreas, das ciências naturais às humanidades, para amplificar a contribuição brasileira no estudo das mudanças globais

FABRÍCIO MARQUES

O maior e mais articulado esforço multidisciplinar já feito no Brasil para ampliar o conhecimento a respeito das mudanças climáticas globais foi deflagrado no final do mês passado. Cientistas do estado de São Paulo de múltiplas áreas – das ciências físicas e naturais às humanidades – estão sendo convocados a participar do Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais, lançado oficialmente na manhã de 28 de agosto. Serão investidos R\$ 100 milhões nos próximos dez anos – ou cerca de R\$ 10 milhões anuais – na articulação de estudos básicos e aplicados sobre as causas do aquecimento global e de seus impactos sobre a vida das pessoas. “O objetivo é intensificar em quantidade e qualidade a contribuição dos pesquisadores de São Paulo no avanço do conhecimento sobre este tema complexo e temos expectativa de que o programa propicie a produção de mais estudos em assuntos nos quais o Brasil tenha interesse específico”, afirma o diretor científico da FAPESP, Carlos Henrique de Brito Cruz. “Esperamos que o aumento da produção científica

brasileira nesse tema garanta ao país um espaço maior no debate mundial sobre as mudanças climáticas”, disse.

Foram lançadas duas chamadas de propostas, no valor total de R\$ 16 milhões, divididos em partes iguais entre a FAPESP e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio do Programa de Apoio a Núcleos de Excelência (Pronex). Uma das chamadas, com um montante de R\$ 13,4 milhões, abrange projetos em seis temas distintos. O primeiro é o funcionamento de ecossistemas, com ênfase na biodiversidade e nos ciclos de carbono e de nitrogênio. O segundo é o balanço da radiação atmosférica, em especial estudos sobre os aerossóis; os chamados gases-traço (monóxido de carbono, ozônio, óxidos de nitrogênio e compostos orgânicos voláteis, entre outros); e a mudança no uso da terra. O terceiro trata dos efeitos das mudanças climáticas sobre a agricultura e a pecuária. O quarto, da energia e do ciclo de gases de efeito estufa. O quinto aborda os impactos na saúde e o sexto, as dimensões humanas da mudança ambiental global. Como o objetivo do programa em sua

fase inicial é formar e articular redes de pesquisadores, a FAPESP optou por oferecer recursos para projetos temáticos, mas futuras chamadas de propostas poderão dispor de outras modalidades de financiamento, como Apoio a Jovens Pesquisadores. Convênios com fundações de amparo à pesquisa de três estados, Amazonas, Pará e Rio de Janeiro, serão contemplados em editais a serem lançados nas próximas semanas.

A justificativa para o lançamento do programa vai além da premente necessidade de fazer avançar o conhecimento no Brasil nesse tema num momento em que há uma mobilização mundial de cientistas para compreender as mudanças climáticas e tomar atitudes para enfrentar suas consequências. Como há uma série de impactos e aspectos relacionados ao aquecimento global que afetam ou afetarão o Brasil de forma peculiar, cabe aos pesquisadores nacionais investigá-los e encontrar respostas sobre como enfrentá-los. “Os países desenvolvidos querem envolver todos os países em desenvolvimento na mesma grande batalha mundial para reduzir as emissões de gases estufa. Eles estão preocupados com a adaptação às mudanças climáticas, mas



RAIMUNDO VALENTIM/DIÁRIO DA AMAZÔNIA/AE

não com a nossa adaptação”, afirmou Carlos Nobre, coordenador do Programa FAPESP de Pesquisa sobre Mudanças Climáticas Globais e do recém-criado Centro de Ciência do Sistema Terrestre (CCST) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe).

Como é consenso entre a grande maioria dos cientistas, a ação humana está contribuindo decisivamente para as mudanças climáticas em razão da emissão de gases e aerossóis que provocam o efeito estufa. As contínuas alterações no padrão de cobertura vegetal do Brasil, por exemplo, são um importante fator regional do fenômeno. A queima de florestas, além de comprometer a qualidade do ar, é uma fonte relevante de aerossóis e gases-traço. A mudança no regime de chuvas, a que se atribui uma frequência maior de eventos extremos como inundações e secas, promete ter efeitos econômicos na geração das hidrelétricas, na erosão do solo ou na oferta de água. A elevação da temperatura deverá ter impacto na biodiversidade, especialmente em áreas em que a vegetação original já se fragmentou, ou na agricultura, com a possibilidade de eclosão de novas pragas e a inviabilidade de manter em suas regiões atuais culturas agrícolas dependentes de temperaturas amenas. A provável elevação do nível do mar traz riscos tanto para os milhões de brasileiros que vivem no litoral quanto para os ecossistemas costeiros. No campo da saúde, prevê-se um aumento da incidência de doenças como a dengue e a malária em regiões mais atingidas pelas chuvas e de moléstias cardíacas e respiratórias agravadas pela poluição atmosférica. Essa perspectiva sombria coloca uma infinidade de perguntas ao escrutínio dos pesquisadores.

Carlos Nobre enumera algumas ambições desse esforço de investigação. Uma delas é reduzir as incertezas acerca das causas das mudanças climáticas no Brasil. “Nós observamos as mudanças, mas temos dificuldade em definir se são efeito do aquecimento global ou do desmatamento. No Brasil há uma alteração da vegetação significativa que ocorre em paralelo aos fenômenos climáticos

Seca em Manaus e tornado em Florianópolis: eventos extremos



e às vezes os sinais se confundem”, afirma Nobre. “Como políticas públicas precisam de conhecimentos científicos sólidos, é necessário investir em estudos capazes de atribuir as causas”, diz. Um foco adicional será o mapeamento das vulnerabilidades do país às mudanças climáticas em campos como a saúde, a agricultura, os recursos hídricos e as energias renováveis. “Temos pouco conhecimento dos impactos futuros na vida das pessoas e na sociedade. Ao levantarmos nossas vulnerabilidades, conseguiremos também traçar políticas para a necessária adaptação.”

O estreitamento de colaborações internacionais, a fim de colocar os pesquisadores brasileiros em contato com os melhores centros em estudos de mudanças climáticas do planeta, é outro objetivo do programa. A cooperação é fundamental – o Programa Internacional da Geosfera-Biosfera (IGBP) ou o Painel Intergovernamental das Mudanças Climáticas (IPCC), entre outros, estão na mira do programa lançado pela FAPESP. Outra meta consiste em conhecer e desenvolver novas

tecnologias capazes de amenizar os efeitos das emissões de gases estufa, no campo, por exemplo, das energias renováveis, e tornar possível a adaptação da sociedade às mu-

danças incluindo o estabelecimento de parcerias com o setor privado. Na área da agricultura existe uma série de desafios tecnológicos no horizonte, como, por exemplo, adaptar culturas a temperaturas mais elevadas. “Há boas idéias que merecem ser alvo de esforços de pesquisa, como os sistemas agrossilvopastoris, que conjugam pecuária de alta produtividade, culturas agrícolas e plantio de árvores, ou técnicas como a arborização de cafezais”, disse Eduardo Assad, pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que também participa da coordenação do programa da FAPESP. “Também precisamos aperfeiçoar as medições sobre a capacidade da agricultura de sequestrar carbono”, afirma.

Uma segunda chamada de propostas, com R\$ 2,6 milhões, tem o propósito específico de escolher um grupo de pesquisadores incumbido de criar o primeiro modelo climático brasileiro, um *software* capaz de fazer simulações sofisticadas sobre fenômenos do clima. A necessidade de desenvolver competência nacional nesse campo se explica: hoje, para projetar os efeitos das mudanças climáticas, utilizam-se ferramentas computacionais inespecíficas que são, na verdade, recortes da previsão para o mundo inteiro. “Conquistar essa autonomia é estratégico pa-



ra o país”, diz Carlos Nobre. “O Brasil é grande, diverso e dispõe de uma grande variedade de climas em seu território. A exploração econômica é muito ligada a recursos naturais, dependente em grande parte do clima. A capacidade de fazer simulações de maior interesse para Brasil e América do Sul nos dará garantias de que as projeções serão de boa qualidade.” De acordo com ele, o Brasil vai entrar no grupo seleto de países, como Estados Unidos, Japão e Inglaterra, que têm um modelo climático. Com isso, a comunidade científica dessa área vai crescer em importância.

O pesquisador explica que para desenvolver e refinar o modelo climático o Brasil não irá começar do zero. “Faremos parcerias com dois ou três centros do melhor nível mundial e poderemos escolher alguns módulos dos modelos deles para agregar ao nosso. Mas pretendemos desenvolver um modelo competitivo e adequado para entender o que acontece num país de dimensões continentais como o nosso”, afirma Nobre, que vê um prazo de pelo menos quatro anos para alcançar esse

objetivo. Brito Cruz, diretor científico da FAPESP, expõe a expectativa da Fundação em relação ao modelo. “Gostaríamos que, em algum momento, um cenário climático gerado pelos pesquisadores de São Paulo fosse usado como base para as análises do IPCC”, diz ele, referindo-se ao colegiado de cientistas reunido pelas Nações Unidas, que a cada cinco anos atualiza o conhecimento sobre as mudanças globais. “Uma coisa boa da chamada de propostas é que serão contempladas bolsas de mestrado, doutorado e pós-doutorado. Com isso, poderemos planejar formação de doutores em áreas de grande complexidade”, disse Nobre.

**A** criação do modelo climático brasileiro será possível graças a um investimento no valor de R\$ 48 milhões, anunciado há cerca de dois meses. O Inpe vai abrigar um dos mais poderosos supercomputadores do mundo, com capacidade de processamento de 15 trilhões de operações matemáticas por segundo, para pesquisa de mudanças climáticas. Do total de R\$ 48 mi-

lhões, R\$ 35 milhões vêm do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e R\$ 13 milhões da FAPESP. O investimento conjuga a prioridade ao estudo das mudanças climáticas definido pelo MCT com o programa da FAPESP. “Com esse tipo de instrumento computacional altamente potente será possível coordenar o clima como ninguém imaginou há 60 anos”, afirmou o ministro da Ciência e Tecnologia, Sérgio Rezende.

O Inpe se ofereceu para abrigar a secretaria executiva do novo programa e já começa a se preparar para receber o supercomputador, que deverá operar a partir de 2009. A máquina será instalada no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) no município de Cachoeira Paulista, no Vale do Paraíba. Trinta por cento do tempo do supercomputador será reservado para as redes de pesquisadores de todas as áreas vinculados ao programa, para que possam simular os efeitos do clima na saúde humana, na biodiversidade, na agricultura e pecuária e assim por diante. O diretor científico da FAPESP chama a atenção para o apoio que o Inpe dispôs-se a oferecer ao programa: além de abrigar o supercomputador, o instituto disponibilizará pessoal especializado para dar suporte ao uso da máquina. Cinco pesquisadores serão contratados para essa tarefa, coordenados por um cientista-chefe. “Trata-se de um grau de apoio institucional especial que poucas vezes obtivemos em nossos programas”, afirma Brito Cruz.

O caráter multidisciplinar do programa impõe outros desafios. Uma das metas é garantir a articulação e a comunicação entre todos os pesquisadores envolvidos. “É necessário que os resultados de uns ajudem os resultados de outros”, diz Brito Cruz. Essa estratégia repete a experiência do Programa Biota-FAPESP, responsável pela descrição de mais de 500 espécies de plantas e animais espalhados pelos 250 mil quilômetros quadrados do território paulista, que lançou mão de protocolos de integração de projetos para permitir que pesquisadores de diferentes áreas produzissem e compartilhassem o acesso aos dados coletados da biodiversidade paulista. “Um dos nossos grandes desafios é

**Cheia do rio Tocantins invade Marabá: impacto provável no regime de chuvas**

criar competência em modelagem de biodiversidade”, diz Carlos Alfredo Joly, professor da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) que coordenou o Biota-FAPESP e participa da coordenação do Programa de Mudanças Climáticas no capítulo relacionado à biodiversidade. “Temos competência para fazer inventários e para caracterizar as paisagens e a perda de habitats. Agora precisamos integrar esses dados em modelos capazes de simular o impacto das mudanças climáticas nos ecossistemas e nas espécies”, afirma.

Joly dá exemplos práticos de como a modelagem pode alavancar a compreensão sobre os efeitos das mudanças climáticas. “As mudanças climáticas podem mudar o período de floração ou de frutificação de uma determinada espécie. A modelagem matemática permitirá fazer uma previsão detalhada dos impactos da mudança: se o inseto ou o pássaro polinizador estará presente no novo momento de floração, se haverá redução na produção de frutos e que efeito isso terá na sobrevivência de espécies que dependem dos frutos como alimento”, explica. Outros alvos prováveis para simulações são insetos ou plantas invasoras, que podem se beneficiar de alterações nos ecossistemas provocadas pelas mudanças climáticas.

No Brasil, a biodiversidade tem uma interação aguda e complexa com as mudanças climáticas: tanto afeta como é afetada pelo fenômeno. “A biodiversidade certamente sofre as consequências das mudanças climáticas, que provocam alterações nos habitats e podem levar à perda de espécies em paisagens fragmentadas”, diz Joly. “Por outro lado, a biodiversidade também funciona como um amortecedor dos efeitos das mudanças. As florestas e o plâncton marinho, por exemplo, representam um grande estoque de carbono. Se a floresta desaparecer, as consequências serão grandes. A umidade do Centro-Oeste e do Sudeste vem da Amazônia. Se a floresta desaparecer, isso vai afetar toda a área agrícola dessas regiões”, diz o pesquisador. Entre os temas relacionados à biodiversidade que o programa irá estudar, destacam-se questões como a reconstrução dos padrões de ocorrência de

vegetação e da fauna no passado e suas ligações com eventos de mudanças climáticas; os efeitos da elevação da quantidade de CO<sub>2</sub> na fisiologia das plantas nativas; o impacto do desmatamento em sistemas econômicos e ambientais; e um aumento da densidade dos estudos sobre sistemas aquáticos, entre outros.

**A** idéia de lançar um programa capaz de integrar aspectos múltiplos relacionados às mudanças climáticas surgiu da constatação de que a complexidade dos problemas envolvidos é incompatível com o recorte estanque e convencional das disciplinas. E, além disso, a adesão das ciências humanas ao esforço liderado pelas ciências físicas e naturais é vista como essencial para compreender causas e consequências de fenômenos que, afinal, são provocados pelo homem. “Nas discussões sobre o formato do programa trouxemos pessoas de várias áreas, como a economia, a saúde, a biologia ou a engenharia para garantir que ele fosse articulado, inclusivo e transversal”, diz Pedro Leite da Silva Dias, professor do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (USP) e diretor do Laboratório Nacional de Computação Científica, que também participou da coordenação do programa.

Outro diagnóstico levantado indica que o Brasil, embora disponha de massa crítica envolvida com o tema no campo das ciências naturais, carece de um esforço coordenado capaz de reunir seus cientistas e produzir resultados mais abrangentes. “O Brasil não faz pesquisa pequena nessa área. É um dos líderes, embora falte mais articulação entre os pesquisadores”, diz Paulo Artaxo, professor do Instituto de Física da Universidade de São Paulo (USP), coordenador do programa no capítulo que trata sobre o balanço da radiação atmosférica e o papel dos aerossóis. Artaxo se refere, por exemplo, à participação ativa de diversos pesquisadores brasileiros no IPCC – ele e Carlos Nobre são exemplos disso. A relevância da pesquisa brasileira também é ressaltada por Nobre. “Nas 20 principais revistas internacionais, 1,5% dos artigos sobre ciência do clima ou temas interdisciplinares ligados a ela são de brasileiros e dois terços deles foram feitos em

São Paulo. Esse índice fica um pouco aquém da média da produção acadêmica brasileira em revistas indexadas internacionalmente, responsável por 2% do total, mas é significativo”, disse Nobre. Entre as raras exceções à regra da descoordenação, é possível apontar o Biota-FAPESP, que integrou pesquisadores de áreas diversas, e o Projeto de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera da Amazônia (LBA), que gerou uma enorme quantidade de informação sobre as interações entre a Amazônia e o sistema climático global. “Teremos a chance de usar dados colhidos pelo LBA e outros programas para usá-los em simulações computacionais que nos permitam realizar estudos sobre, por exemplo, a interação entre a Floresta Amazônica, o Pantanal e o clima”, diz Pedro Leite da Silva Dias.

**U**ma das inovações do programa é convocar pesquisadores das ciências humanas a se integrar ao esforço. “Estamos muito curiosos para ver as propostas que serão apresentadas”, diz o demógrafo Daniel Joseph Hogan, professor da Unicamp que trabalha no Núcleo de Estudos de População e de Estudos e Pesquisas Ambientais da universidade e coordena o capítulo das dimensões humanas das mudanças climáticas. Ele vaticina alguns temas que poderiam surgir. “Seria interessante termos, por exemplo, pesquisadores da área de relações internacionais apresentando projetos sobre os tratados e os organismos supranacionais envolvidos com as mudanças climáticas e como eles desafiam o conceito estabelecido de soberania nacional”, afirma. As questões da segurança alimentar, da urbanização e da transformação tecnológica da indústria em busca da sustentabilidade são outros assuntos emergentes.

Hogan lembra que os cientistas sociais demoraram a se interessar pelos efeitos do aquecimento global e foram despertados pelo chamado dos colegas das ciências naturais. “Sociólogos e antropólogos têm dificuldade em abordar, com uma perspectiva de longo prazo, fenômenos que ainda vão acontecer. Eles estão mais habituados a fazer isso com fenômenos do passado”, afirma. Uma das referências do Programa de Pesquisa em Mudanças Climáticas Globais é o International Human Dimensions

Program (IHDP), criado em 1990 para desenvolver programas de pesquisa em tópicos críticos para a compreensão da influência do homem na mudança global e as implicações das mudanças globais para a sociedade humana.

Embora outros países estejam bem à frente do Brasil no estudo das dimensões humanas, Hogan observa que o grau de sofisticação dessas pesquisas não está no mesmo patamar do de áreas como a física ou a meteorologia, por exemplo. “Basta comparar os quatro relatórios lançados pelo IPCC no ano passado. O primeiro texto, que trata da base científica acumulada sobre o tema, foi o que mais repercutiu, pois conseguiu definir as causas e efeitos futuros das mudanças climáticas com elevado grau de certeza. Os outros textos,

que tratavam de dimensões humanas, eram menos contundentes”, afirma. Segundo ele, há generalizações calcadas pelo senso comum, como a idéia de que os mais pobres sofrerão mais com as mudanças climáticas, que precisam ser investigadas. “Picos de calor afetam principalmente as crianças pequenas e os idosos. É preciso criar estratégias, no campo das políticas públicas, para enfrentar esses eventos extremos. Isso implica uma preparação para agir antes e depois do evento. O Brasil ainda está engatinhando nisso”, diz o professor.

No capítulo da saúde humana, o desafio de construir as redes de pesquisadores será complexo, como prevê o coordenador dessa área, Paulo Saldiva, professor da Faculdade de Medicina da USP. “A abordagem é bem diferente das pes-

**Poluição em São Paulo: risco de doenças respiratórias pode aumentar**



quisas tradicionais em saúde. Não estamos só interessados em levantar dados epidemiológicos ou avaliar riscos, mas também em integrar especialistas em antropologia, gestão de saúde ou urbanização”, diz Saldiva. “Estamos falando de fenômenos complexos. O aumento da temperatura terá impactos na saúde também por mudar a dinâmica das cidades. É possível que habitantes das áreas rurais tenham de se transferir para as cidades, com impacto na favelização e no custo da saúde. Comparo o desafio ao de enfrentar as doenças provocadas pela poluição em São Paulo. A medicina oferece ferramentas incompletas para lidar com o problema, que se tornou uma questão de planejamento urbano”, afirma. O professor espera que surjam projetos sobre vários desses tópicos. “Se forem propostas isoladas, trataremos de integrá-las e fazer os pesquisadores trabalhar em redes”, diz.

O coordenador do programa, Carlos Nobre, acredita que o projeto deslançará com mais velocidade caso a maioria das propostas apresentadas já incorpore o espírito da interdisciplinaridade que permeia o programa. “Não há limites para as propostas. Elas podem se debruçar sobre pesquisa básica ou aplicada, sem restrições. O desafio é fazer os grupos conversarem. Quanto mais interinstitucionais forem os projetos, maior a chance de dar certo”, afirmou Nobre.

No lançamento do programa, o secretário do Meio Ambiente de São Paulo, Xico Graziano, anunciou que o governo estadual vai enviar à Assembleia Legislativa um projeto de lei sobre mudanças climáticas que proporá ações de redução da emissão de gases no estado. Presente à cerimônia, o ex-presidente da República Fernando Henrique Cardoso lembrou que o esforço dos

cientistas também deve ser direcionado a informar e envolver a sociedade, a fim de que o conhecimento gerado se transforme em ações concretas. “Sem a pressão da sociedade, não há cobrança e as coisas acontecem com mais dificuldade. Mesmo nos Estados Unidos, que têm uma postura reacionária, estados, municípios e empresas tomaram decisões para controlar as emissões de gases estufa na contramão de Washington, porque a base da sociedade participa do processo de compreensão dos efeitos do aquecimento global”, afirmou o ex-presidente. Fernando Henrique entregou uma cópia do programa da FAPESP ao ex-presidente chileno Ricardo Lagos, que atualmente é o representante da Organização das Nações Unidas (ONU) na questão de mudanças climáticas, com o objetivo de divulgar a iniciativa e estimular parcerias internacionais. ■