

Floresta ameniza o aquecimento da Terra

POR ULISSES CAPOZZOLI

Investigações científicas confirmam funções da Amazônia como sorvedouro do CO², gás do efeito estufa, e criadora de chuvas para seu próprio equilíbrio

Ao longo dos últimos dois meses, um pequeno exército de pesquisadores científicos infiltrou-se pelas terras de Rondônia, no sudoeste da Amazônia, determinado a uma sondagem capaz de desvendar parte dos segredos da grande floresta pluvial.

Um grupo de, aproximadamente, 150 pessoas, entre brasileiros e estrangeiros, além de pessoal de suporte técnico, utilizou de pluviômetros a radares, além de aviões e um conjunto de torres metálicas, pairando acima da copa das árvores mais altas, para investigar o impacto dos desmatamentos e queimadas na transição do período das secas para o chuvoso nessa região.

Em 1999 já havia sido feita uma campanha na época das chuvas, em Rondônia, investigando áreas transformadas pela atividade humana.

A conclusão foi que nesses pontos, especialmente nas extensas pastagens para a prática da agropecuária, as precipitações são menores que nos domínios da mata intocada, com conseqüências negativas na absorção de CO² atmosférico. Seria uma resposta da floresta às perturbações trazidas pelo homem que chegou em ondas sucessivas e num curto espaço de tempo. O levantamento em Rondônia tem recursos de R\$ 2,7 milhões, soma invejável num momento de cortes de verbas para a pesquisa científica interna. Mas nem todo o dinheiro saiu do Brasil. Deste total, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) entrou com R\$ 1 milhão. A Comunidade Européia desembolsou outro tanto. O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) cobriu R\$ 500 mil e a agência espacial norte-americana, Nasa, completou com R\$ 200 mil.

Por que tanto interesse no regime de chuvas numa região, que até o início

dos anos 70 era distante e pouco convidativa mesmo em escala nacional? A resposta começa exatamente aqui. Conectada ao resto do país pela BR-364, além da ligação fluvial pelo rio Madeira, Rondônia foi intensa e rapidamente ocupada por povoaamentos considerados estratégicos pelos governos militares a partir de fins dos anos 60. As rápidas mudanças ambientais que vêm ocorrendo desde então, transformaram a região num imenso laboratório natural para observações de como a floresta responde a intervenções humanas, com impactos locais e eventuais desdobramentos planetários. Por trás de investigações localizadas em diferentes áreas, os pesquisadores querem saber como a maior floresta tropical do planeta – estendendo-se por 7,2 milhões de km² – interage com a atmosfera.

A influência global da floresta será investigada numa pesquisa prevista para janeiro próximo denominada “Jatos de Baixo Nível Sul Americanos” envolvendo correntes de umidades num corredor de ventos entre as bacias do Rio da Prata e Amazônica.

Os trabalhos em Rondônia integram parte das sete áreas em que está dividido o Experimento de Grande Escala da

Biosfera-Atmosfera na Amazônia (The Large Escale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia) mais conhecido por LBA, na sigla em inglês. O projeto é uma cooperação internacional liderado pelo Brasil e subordinado à Secretaria de Políticas e Programas de Ciência e Tecnologia (SEPCT), do Ministério da Ciência e Tecnologia, com o propósito de desvendar o complexo ecossistema da floresta que, além do Brasil, onde tem 60% de sua área, estende-se por outros oito países.

Para explorar os segredos da floresta, aproximadamente mil pesquisadores científicos e técnicos de 40 países tocam mais de 100 projetos diferentes. O LBA, o maior esforço realizado para a investigação da Amazônia, estava previsto para durar até 2004. Mas, em consequência de descobertas realizadas, como o papel dos rios na emissão de dióxido de carbono, já existem pesquisas com financiamentos definidos até 2005.

Ao contrário da geopolítica dos anos 70, quando a ocupação era a melhor maneira de se assegurar soberania territorial, no começo do século XXI, o conhecimento científico é o dado estratégico. Até porque, além de soberania, também pode render boas negociações no balcão de negócios internacional envolvendo, das potencialidades da biodiversidade às cotas de estocagem de gás carbônico. O CO₂ é o principal vilão do efeito estufa, mecanismo de aquecimento atmosférico estimulado pela ação antrópica.

Um dos subprodutos do LBA é a formação de recursos humanos. Mais da metade dos estudantes e bolsistas envolvidos com os diferentes projetos do LBA são da região. Cursos de curta duração têm sido oferecidos para suplementar a formação desses jovens pesquisadores com a intenção de se criar núcleos bem qualificados para o trabalho científico, segundo Carlos Nobre, coordenador nacional do LBA, ouvido pelo repórter Júlio Ottoboni.

A preocupação com recursos humanos é parte de uma corrida contra o tempo. A Amazônia só tem 700 doutores quando deveria dispor de pelo menos 3 mil, avalia Nobre. Mas, parcerias internacionais mantidas por seis institutos de excelência na região, podem permitir que, em uma década, seja possível chegar ao desenvolvimento sustentável, conceito de exploração econômica que não compromete a manutenção dos recursos naturais.



REINATO SOARES

INTERPRETAÇÃO ANTERIOR previa que decomposição de árvores fazia da Amazônia fonte de emissão de CO₂, em vez de sorvedouro



TORRES METÁLICAS assomam sobre a superfície das árvores, formando plataforma de coleta de dados para estudos da complexa dinâmica da floresta

DIVULGAÇÃO/INPE

Para cobrir os 60% da floresta pluvial em território brasileiro, o LBA está estruturado em sete componentes principais: física do clima, ciclos biogeoquímicos, química da atmosfera, ciclagem e armazenamento de carbono, hidrometeorologia, uso e cobertura da terra e dimensões humanas.

O LBA iniciou-se formalmente em 1998 como continuação de trabalhos iniciados em 1975, quando o climatologista Luiz Carlos Molion, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) sugeriu que pelo menos 55% das chuvas na Amazônia eram provenientes de umidade gerada pela própria floresta, ou seja, reciclada internamente, sem cumprir toda a extensão do ciclo hidrológico.

Calor e efeitos climáticos

Molion, que em seguida interagiu com várias universidades brasileiras, além do Institute of Hydrology, em Wallingford, na Inglaterra, no Amazon Region Micrometeorological Experiment (ARME) sugeriu, também, que graças à enorme quantidade de calor latente liberado na atmosfera pelas chuvas, a região seria uma fonte de calor significativa para o sistema climático global.

Fundamentais para a manutenção da floresta – embora subproduto dela, como num ciclo de eterno retorno – as chuvas são uma das variáveis na enorme complexidade da maior floresta. Se os desmatamentos, e especialmente as queimadas, afetam o regime de chuvas, como podem alterar a atmosfera, pela liberação de gases como o metano (CH_4), óxido nitroso (N_2O), gás carbônico (CO_2) e mesmo vapor de água (H_2O)? Esta é outra das respostas procuradas em Rondônia.

O que os pesquisadores já descobriram, em relação às chuvas é que o modelo de previsão meteorológica utilizado no resto do país não serve para a Amazônia. Sobre a floresta, as nuvens de precipitação formam-se a altitudes de 4 mil metros. As investigações revelaram que componentes orgânicos voláteis estão intimamente associados a esse processo ao atuarem como núcleos de condensação de gotas em nuvens baixas. Sem a floresta, o vapor d'água em suspensão seria deslocado pelos ventos antes de se precipitarem como chuva.

Em julho passado, durante a II Conferência Científica Internacional do LBA, em Manaus, foi feito um balanço dos resultados. Flávio Luizão, pesquisador do Instituto Nacional de

Pesquisas da Amazônia (Inpa) e presidente do encontro, sintetizou que a floresta é muito mais complexa que se poderia imaginar. Resumindo o pensamento dos seus colegas, acrescentou que “o estudo da região exige investigações em diferentes linhas e, por isso, o LBA tem juntado pesquisadores de diferentes formações”.

Entre os principais resultados do encontro estão o balanço do carbono, o papel dos rios no ciclo desse gás e o impacto da poluição urbana em ecossistemas intactos, além de técnicas de preparo do solo para a exploração agrícola sem o uso do fogo.

Sorvedouro de carbono atmosférico

Do ponto de vista global, o balanço do gás carbônico é a principal preocupação, intimamente ligada ao efeito estufa. Investigações desenvolvidas pelo LBA e trabalhos paralelos, como os realizados por Philip Fearnside, do Inpa, confirmam que, ao contrário do que se pensava, quando a floresta era vista como equilibrada em relação ao CO_2 , ela é um enorme sorvedouro desse gás. Os dados variam de acordo com a metodologia e a região investigada, mas, na Amazônia, aceita-se a idéia de que a floresta absorve entre uma e nove toneladas de gás carbônico por hectare/ano.

Ao absorver carbono, a floresta está retirando esse gás da atmosfera e, assim, contribui para a minimização do efeito estufa, avalia Luiz Carlos Molion, atualmente na Universidade Federal de Alagoas. E o seqüestro de carbono, argumenta, tem estreita ligação com as chuvas. A maior oferta de água faz com que as plantas mantenham os estômatos mais abertos, alterando a relação com a atmosfera. Os estômatos, poros na epiderme nas partes aéreas das plantas, permitem as trocas gasosas entre o tecido interno e a atmosfera. Para Molion é razoável considerar que a floresta amazônica possa estar sequestrando pelo menos 1 bilhão de toneladas/ano de gás carbônico da atmosfera. Se está retirando CO_2 emitido desde o começo da Revolução Industrial, a manutenção da floresta deve exigir uma contrapartida financeira.

Função complexa dos rios

Outra das descobertas envolve o papel dos rios como emissores de gás carbônico, num processo ainda longe de estar inteiramente decifrado. Isso tudo deve levar a investigações concentradas em regiões degradadas, onde a emissão do gás não é compensada por absorção.

Coordenador nacional do LBA, Carlos Nobre (ver *Amazônia e o carbono atmosférico*, página 36) avalia que nos últimos 30 anos, como consequência do processo de ocupação deflagrado pela geopolítica dos governos militares, perto de 550 mil km^2 foram desflorestados apenas no Brasil. As taxas atuais ficam entre 15 mil km^2 e 20 mil km^2 com impactos significativos, ainda que localizados, na precipitação, liberação de energia na atmosfera, emissão de carbono e alteração de nutrientes.



DIVULGAÇÃO/INPE

QUEIMADAS, que este ano batem o recorde, liberam mais CO_2 que indústrias e frota automotiva juntas

Gás carbônico, vapor d'água e amônia, entre outros, podem parecer vilões típicos da sociedade contemporânea. Na verdade, as primeiras investigações teóricas envolvendo esse processo vêm do século XIX. Num artigo publicado em 1863 no *Philosophical Magazine*, o físico inglês John Tyndall, que explicou o azul do céu pela ação de moléculas da atmosfera, apontou o aparentemente inofensivo vapor d'água como um dos responsáveis por um possível aquecimento. Em 1896, o físico-químico sueco e prêmio Nobel Svante Arrhenius chamou a atenção para o mesmo efeito produzido pela queima do carvão, liberando o CO_2 . Três anos depois, foi o norte-americano P.C. Chamberlain quem reafirmou o ponto de vista de Arrhenius.

Durante o século passado, o assunto continuou entre as preocupações dos ambientalistas e se intensificou após medidas feitas, em 1975, no topo do monte Mauna Loa, um vulcão extinto no Havá. Isolado de áreas industriais capazes de falsear as medidas, a coleta em Mauna Loa mostrou que a quantidade de gás carbônico na atmosfera havia subido significativamente. Investigações feitas em anéis de árvores revelaram que de 270

partes por milhão (ppm) em 1850, quando a Revolução Industrial espalhava-se pelo planeta, havia evoluído para 315 ppm em 1957 e está em torno de 360 ppm atualmente. Baseado nestes dados, Wallace Broecker, do Observatório Geológico Lamont-Dherty, escreveu um artigo para a revista *Science*, partilhando as preocupações com observadores fora da comunidade científica.

Poluição urbana e queimadas

Na Amazônia, as áreas de concentração urbana também já interferem no regime de chuvas e, indiretamente, na capacidade da floresta em absorver CO₂ atmosférico. Dados levantados por Paulo Artaxo, da Universidade de São Paulo, e Meinrat Andreae, do Instituto Max Planck, na Alemanha, mostram que a poluição diminui a quantidade de chuvas e eleva o calor em cidades como Manaus, onde os índices de material particulado na atmosfera são superiores aos da cidade de São Paulo. Além de afetar a saúde da população, a poluição urbana já atinge ecossistemas até agora intactos. Dados coletados por um avião de pesquisa evidenciaram que a poluição de Manaus atinge a reserva ecológica fluvial de Anavilhanas, a 70 quilômetros de distância.

Quanto às queimadas, uma das razões dessa prática é o recurso ao método tradicional de preparação da terra para o plantio. Em junho, às vésperas da II conferência do LBA, o total de queimadas, no Brasil, atingira, 10.903, com 691 picos (registro de ocorrência diária), 30% superior ao mesmo mês do ano anterior. Em maio havia subido para 3.982, com 369 picos, o que já era maior que abril, com 1.711 queimadas e pico de 161. O balanço de setembro confirma o ano de 2002 como o recordista em queimadas: 61.991, nada menos que um aumento de 53% sobre idêntico período do ano anterior, que já havia sido maior que julho (11.210 focos) e agosto (42.632).

A maior parte das queimadas localiza-se no chamado Arco do Desflorestamento, região que se estende do sul do Pará em direção à Amazônia Ocidental, com ênfase, em setembro, para o Estado do Mato Grosso. Apenas esse Estado teve, em setembro, 15.996 focos de fogo, perto de 26% do total nacional. O Pará veio em segundo lugar, com 10.202 queimadas, ou 16% do total nacional.

No Brasil, queimadas e desmatamentos liberam mais CO₂ na atmosfera que o parque industrial e a frota de veículos automotores somados, segundo dados preliminares sobre as emissões concluídos no mês passado. Mesmo sendo a nona economia mundial, o Brasil emite apenas 3% do volume de dióxido de carbono global: 2% se originam da destruição da cobertura vegetal e 1% vem do uso de combustíveis fósseis.

A contribuição brasileira para o efeito estufa, segundo dados da coordenação geral de Mudanças Globais do MCT é de 200 milhões de toneladas de CO₂, além de 9 milhões de toneladas de metano liberada pela flatulência de 170 milhões de cabe-



RENATO SOARES

UMA DAS MAIORES BIODIVERSIDADES da Terra, a Amazônia ainda ressurte-se de pesquisas qualificadas para dimensionar seu papel planetário

ças do rebanho nacional. Neste caso, a derrubada de florestas para a formação de pastagens, processo histórico para a posse da terra no Brasil, tem duplo efeito: libera gás carbônico tanto pela decomposição e queima de biomassa, como pelo trato intestinal dos rebanhos que crescem na área aberta, emitindo metano, outro dos gases do efeito estufa.

Um sistema em fase experimental dentro do LBA para redução de queimadas substituiu o recurso ao fogo pelo corte e trituração da vegetação com uso de equipamento triturador desenvolvido para esse fim. Após o cultivo do milho e mandioca, culturas tradicionais, são plantadas mudas de espécies leguminosas arbóreas e de crescimento rápido para formação da "capoeira melhorada".

Na avaliação dos pesquisadores, uma das contribuições mais significativas do LBA é a superação da tese da floresta como emissora de CO₂ ou em equilíbrio em relação a este gás. Mas nem sempre foi assim. Há 14 mil anos, final da última glaciação, os níveis oceânicos estavam dezenas de metros mais baixos que hoje e as temperaturas globais eram menores. A densa floresta era um savana, com árvores mais rarefeitas, e abrigando uma fauna diferente da atual.

PARA CONHECER MAIS

Diversidade Biológica e Cultural da Amazônia. Vários autores. Museu Paraense Emílio Goeldi. Belém. 2001

State of the World 2001. Lester Brown et al. The Worldwatch Institute New York/London.

Vital Signs 2000. Lester Brown et al. The Environmental Trends That are Shapping our Future. Worldwatch Institute New York/London.

Laboratório Terra – O jogo planetário que não podemos nos dar ao luxo de perder. Stephen H. Schneider. Editora Rocco. Rio de Janeiro. 1998.

A Terra à Procura de Equilíbrio – Biologia e Espírito Humano. Al Gore. Editorial Presença. Lisboa. 1993.

Gaia – Um novo olhar sobre a vida na Terra. J.E. Lovelock. Edições 70. Lisboa. 1989.

EVITAR O DESFLORESTAMENTO deve ser considerada a melhor maneira de se reduzir as emissões globais de gás carbônico

Amazônia e o carbono atmosférico

Estudos detalhados devem indicar mais claramente o papel da Amazônia no clima global

POR CARLOS A. NOBRE

A bacia amazônica contém uma gama variada de ecossistemas e grande

riqueza em termos de diversidade biológica e étnica. Inclui a maior extensão de floresta tropical da Terra, mais de 5 milhões de km² e responde por aproximadamente um quarto das espécies animais e vegetais do planeta. Hoje, apenas algumas espécies são usadas pelo homem. A região tem recursos hídricos abundantes. A precipitação atmosférica anual é de 2,3 m, em média, e a descarga média do rio Amazonas no oceano Atlântico é de cerca de 220.000 m³/s, o que corresponde a 18% da descarga total de água fresca nos oceanos do mundo.

A região armazena mais de cem gigatoneladas de carbono em vegetação e solos. Mas, durante os últimos 30 anos, o desenvolvimento rápido levou ao desflorestamento de mais de 550 mil km² só no Brasil. As taxas correntes de desflorestamento anual estão entre 15 mil km² e 20 mil km² no Brasil, segundo os números do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) relativos a 2001, baseados em análises do satélite Landsat.

Uma série de estudos de campo realizados durante os últimos 20 anos mostraram que o desflorestamento e a queima de biomassa causaram mudanças significativas, mas ainda localizadas, nos ciclos da água, da energia, do carbono e dos nutrientes, assim como na composição atmosférica. Por exemplo: a floresta é importante para a reciclagem do vapor d'água através da evapotranspiração durante o ano todo, contribuindo assim para aumentar a precipitação das chuvas e para sua própria manutenção.

Emissão e absorção de carbono

Um impacto importante do uso da terra e da mudança da camada superior da terra na Amazônia, com conseqüências globais, são as emissões de dióxido de carbono decorrentes do desflorestamento e da queima de biomassa. As emissões anuais totais de CO² na Amazônia derivadas do uso da terra e da mudança da manta ou camada humífera estão entre 150 e 200 megatoneladas de C (Houghton *et al.*, 2000). Em comparação, as emissões anuais totais de CO² causadas pela queima de combustíveis fósseis são de apenas 75 megatoneladas de C no Brasil como um todo. Por outro lado, estudos sobre os ciclos do carbono do Experimento Biosfera-Atmosfera em Larga Escala (LBA em inglês) e os estudos de inventário florestal (Phillips *et al.*, 1998) indicam que a floresta intacta

pode ser um absorvedouro de carbono em taxas que vão de 0,8 até a elevada cifra de 7 toneladas de C/ha⁻¹ anuais (Malhi *et al.*, 1998; Malhi *et al.*, 1999); Araújo *et al.*, 2002; Nobre *et al.*, 2000).

O gráfico da página 38 mostra toda a evidência observacional reunida e é uma "síntese" preliminar de nossos conhecimentos incompletos sobre o ciclo do carbono na Amazônia. O "volume do seqüestro" não é inferior a 0,8 a 1,5 toneladas de C/ha⁻¹ anuais. Quanto às áreas da bacia cobertas de florestas, esse volume de seqüestro pode representar uma captação líquida de carbono da ordem de 0,3 a 0,6 gigatoneladas de C por ano. Subtraindo as emissões médias de 0,2 a 0,3 de gigatoneladas de C por ano, conclui-se que a captação líquida da bacia estaria por volta de 0 a 0,4 gigatoneladas de C por ano.

Mas ainda não se sabe, em escala regional, se a floresta atua como um absorvedouro ou como uma fonte de emissão de carbono para a atmosfera (Keller *et al.*, 1997). Os dados recentes sugerem que as emissões de CO² dos rios, ribeirões e brejos podem ser muito maiores que se pensava até agora, contribuindo com cerca de 1 tonelada de C/ha⁻¹ por ano (Richey, 2002).



FOTOS: DIVULGAÇÃO INPE

DIVERSIDADE DE ECOSISTEMAS faz com que a Amazônia seja abrigo para 25% das espécies vegetais e animais da Terra, poucas ainda exploradas comercialmente

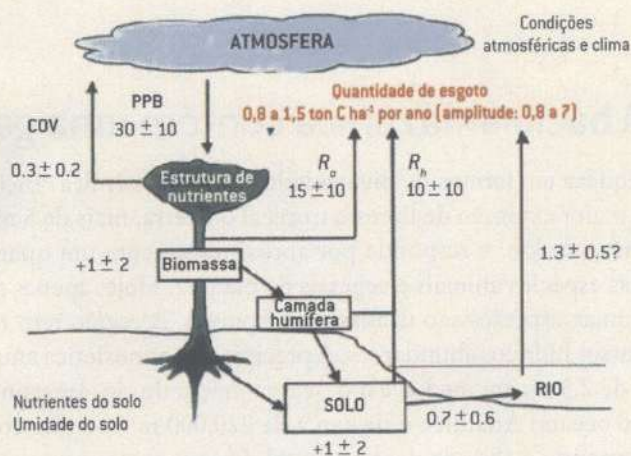
Mapa da vegetação (RADAM 1:5000000) + desflorestamento (PRODES, 1997)



ANÁLISE DO DESFLORESTAMENTO de 1978 a 1997 (em branco) na Amazônia brasileira sobreposto a um mapa da vegetação

Cortesia de R. Alvala e El Kaili, Inpe, Brasil.

O Ciclo de Carbono da Floresta Amazônica



SÍNTESE PRELIMINAR DO CICLO DE CARBONO das florestas amazônicas derivada dos estudos BAL.

Unidades: ton C ha⁻¹ por ano

PPB = produtividade primária bruta

COV = compostos de carbono orgânico volátil

No geral, se o resultado da floresta intacta comportando-se como um absorvedouro de carbono for confirmado por pesquisas posteriores, esse fato lançaria um pouco mais de luz sobre o papel das florestas tropicais no equilíbrio global do carbono. A função de seqüestrador de carbono atmosférico então ser considerada mais um serviço ambiental prestado pela floresta.

Reflorestamento e proteção florestal

Os projetos de silvicultura da bacia amazônica podem ser usados de diversas formas com objetivos de captação de carbono e redução das emissões. Há um potencial enorme para os projetos de reflorestamento na Amazônia brasileira: mais de 200 mil km² de terra estão abandonados no momento e/ou em estado de degradação. Um projeto em andamento em Juruena, no norte do Estado do Mato Grosso, pode exemplificar os custos envolvidos e os benefícios derivados das atividades de reflorestamento. Nesse caso, 5 mil ha foram reflorestados com uma mistura de 20 espécies nativas e

um custo total de US\$ 12 milhões durante 40 anos e um armazenamento total de 600 mil – 750 mil toneladas de carbono. Entre 120 e 150 toneladas de carbono, os custos por tonelada estão entre US\$ 16-20.

No momento, as atividades de proteção à floresta não estão incluídas no Mecanismo de Desenvolvimento Limpo. Mas o seguinte exemplo hipotético mostra que evitar o desflorestamento tem um potencial evidente enquanto medida de redução da emissão do carbono. Uma redução de 15% a 20% da taxa de desflorestamento da Amazônia brasileira representaria cerca de 3 mil km² de floresta protegida e uma redução total da emissão de 30-40 megatoneladas de carbono por ano. Uma área reflorestada de aproximadamente 40 mil-50 mil km² seria necessária para assimilar essa quantidade de carbono (a taxas de crescimento de 6 a 9 ton C ha⁻¹ por ano); seriam necessárias décadas para implementar projetos de reflorestamento dessa magnitude. Na verdade, é por isso que evitar o desflorestamento pode vir a ser tão ou mais importante do que o reflorestamento e o aflorestamento como medida para diminuir as emissões de dióxido de carbono.

É claro que se pode questionar se é praticável reduzir as taxas de desflorestamento na Amazônia brasileira em 15% a 20%. Nesse sentido, um caso interessante é o Estado do Mato Grosso, que mostra uma tendência de reduzir essas taxas nos

O AUTOR

CARLOS A. NOBRE é coordenador-geral do Centro de Previsão do Tempo e Estudos de Clima (CPTEC), pesquisador titular do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) e coordenador científico do Experimento do Biosfera-Atmosfera em Larga Escala (LBA, na sigla em inglês).

últimos anos. No período entre os anos 1998 e 2001, a queda das taxas anuais foi de cerca de 30%. A combinação de imposição rigorosa da lei, uso de tecnologia moderna para o controle remoto e GIS (Sistema de Informações Geográficas, na sigla em inglês) para tornar a obediência à lei mais efetiva, assim como programas educativos, podem explicar essa tendência.

Possibilidades de mudanças

Uma importante questão científica é saber se esse possível seqüestro biótico de CO² vai se saturar em algum momento deste século devido ao aquecimento global, isto é, se a floresta intacta pode se tornar uma fonte de carbono graças à rápida decomposição do carbono do solo sob uma temperatura cada vez mais elevada. As possibilidades de mudanças climáticas devidas ao aquecimento global indicam um clima de 4° C a 6° C mais quente na Amazônia no final do século (Carter & Hulme, 2000).

Esse aquecimento pronunciado pode ter impactos graves em termos de mudanças nos ecossistemas. Há sugestões de que a mudança climática pode levar a mudanças drásticas na vegetação da Amazônia, principalmente uma tendência de "savanização" (Cox *et al.*, 2000). O desflorestamento maciço pode resultar numa tendência semelhante (Nobre *et al.*, 1991). Também está se tornando cada vez mais claro que a fragmentação da floresta devido à derrubada seletiva e outras alterações no uso da terra estão deixando as florestas mais suscetíveis a incêndios (Nepstad *et al.*, 2000). Essa

suscetibilidade aumentaria ainda mais com um clima mais quente (Nepstad *et al.*, 2000). O resultado pode ser um aumento na perda de floresta devido a incêndios florestais incontroláveis, como aquele que foi o maior incêndio florestal de toda a história brasileira que, de janeiro a março de 1998, queimou 14 mil km² de floresta em Roraima.

De acordo com a evidência observacional, pode-se concluir que as florestas tropicais da Amazônia desempenham um papel significativo como sorvedouro para o excesso de dióxido de carbono atmosférico. Evitar o desflorestamento deve ser considerado uma contribuição importante para reduzir as emissões globais.

PARA CONHECER MAIS

Araújo, A.C., A.D. Nobre, B. Kruijitz, A.D. Culd, Stefani, J. Elber, Dallarosa, C. Randow, A.O. Manzi, R. Valentini, J.H.C. Gash, P. Kabat, 2002. Estudo de longo prazo das torres duplas sobre os fluxos de dióxido de carbono para uma floresta úmida da Amazônia Central, *Journal of Geophysical Research* (no prelo).

Carter, T. & M. Hulme, 2000. Interim Characterizations of Regional Climate and Related Changes up to 2100. Associates with the Provisional SRES Marker Emissions Scenarios. IPCC Secretariat, c/o WMO, Genebra, Suíça.

Cox, P. M., R. A. Betts, C.D. Jones, S.A. Spall & I. J. Totterdell, 2000. Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model. *Nature*, 408: 184-187.

Houghton, R.A., D.L. Skole, C.A. Nobre, J. L. Hackler, K.T. Lawrence & W.H. Chomentowski, 2000. "Annual fluxes of carbon from deforestation and regrowth in the Brazilian Amazon." *Nature*, 403: 301-304.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, 2001. Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite: 1998-2000. São José dos Campos, SP, Brasil. <http://www.inpe.br/Informacoes/Eventos/amazonia.htm>

Keller, M., D.A. Clark, D.B. Clark, A.M. Weitz & E. Veldkamp, 1996. "If a tree falls in the forest." *Science*, 273:201.

Malhi, Y., A.D. Nobre, J. Grace, B. Kruijitz, M.G.P. Pereira, A. Culf & S. Scott, 1998. "Carbon dioxide transfer over a Central Amazonian rain forest. *Journal of Geophysical Research*, D24: 31593-31612.

Malhi, Y., D.D. Baldochi & P. G. Jarvis, 1999. "The carbon balance of tropical, temperate and boreal forests." *Plant, Cell and Environment*, 22: 715-740.

Nepstad, D.C., A. Verissimo, A. Alencar, C.A. Nobre, E. Lima, P. Lefebvre, P. Schlesinger, C. Potter, P. Moutinho, E. Mendonza, M. Cochrane & V. Brooks, 1999. "Large scale impoverishment of Amazonian forests by logging and fire." *Nature*, 398 [6727]: 505-508.

Nobre, A., Y. Malhi, A.C. Culf, A.D. Dolman, J. Elbers, B. Kruijitz, C. Randow, A.O. Manzi, J. Grace, P. Kabat, 2000. "Multiyear comparative analysis of NEP and environmental factors for Manaus rainforest: LBA Science Conference, 25-30 de junho, Belém, PA, Brasil.

Nobre, C.A., Sellers & J. Shukla, 1991. "Regional climate change and Amazonian deforestation model." *Journal of Climate*, 4[10]: 957-988.

Phillips, O.L., Y. Malhi, N. Higuchi, W.F. Laurence, R. M. Núñez, D.J.D. Vázquez, L.V. Laurence, S.G. Ferreira, M. Stern, S. Brown & J. Grace, 1998. "Changes in the carbon balance of tropical forests: evidence from long-term plots." *Science* 282: 439-442.

Richey, J.E., J.M. Melack, A.K. Aufdenkampe, V.M. Balester & L. Hess, 2002. "Outgassing from Amazonian floodwaters as a large tropical source of atmospheric carbon dioxide." *Nature*, 416: 617-620.



DIVULGAÇÃO/INPE

NOS ÚLTIMOS 30 ANOS, desflorestamento apenas na Amazônia brasileira atingiu uma área superior a 550 mil km²