

REVISTA BRASILEIRA DE  
**TECNOLOGIA**

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL

Volume 19 • Nº 11

Setembro 1989

NCz\$ 7,00

data \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
cod. 10 0 00 269



**SENHOR  
PRESIDENTE,  
COMO FICA  
A CIÊNCIA?**

VACINAS  
Corrida pela auto-suficiência

Homem americano tem 50 mil anos



JOÃO RAMÍDIA/ABRIL IMAGEM

# OS ENIGMAS DA AMAZÔNIA

*Os cientistas querem prever com maior rigor os efeitos do desmatamento acelerado*

Wilson Marini

Os cientistas redescobrem a Amazônia. Auxiliados por imagens de satélites e cálculos matemáticos complexos feitos por computadores, eles enfrentam o desafio de elucidar quatro grandes enigmas sobre a região: a área realmente desmatada, a importância da diversidade biológica da floresta, as consequências climáticas de uma devastação acelerada e as formas possíveis de ocupação econômica da região.

Dúvidas desse tipo nem passavam pela cabeça do naturalista alemão Alexander von Humboldt, em 1804, ao deslumbrar-se com a exuberância do que chamou de Ilícia Amazônica, o maior ecossistema da Terra. Os pesquisadores contemporâneos trocaram o fascínio do verde tropical por uma tarefa mais engenhosa: contribuir, com seus trabalhos, para entender e ajudar a preservar um dos maiores patrimônios da humanidade.

A Amazônia é cobrada desde que o capitão espanhol Francisco de Orellana desceu o rio Amazonas, em 1541, em busca de ouro e prata. O sonho do Eldorado, perseguido durante séculos, foi substituído nas últimas décadas pela corrida de milhares de garimpeiros em direção às imensas jazidas minerais. Surgiram também os grandes projetos agropecuários, as cidades cresceram, as terras valorizaram-se e a floresta, arquivada pacientemente durante 420 milhões de anos, perdeu o sossego.

**A**o fazer contas simples em relação à intensidade e à velocidade do corte de árvores, os cientistas deste final de século derrubaram o primeiro dos mitos históricos sobre a Amazônia. Descobriram que, um dia, a floresta deixará de existir se continuar o desmatamento, ao contrário do que acreditavam os solitários exploradores do passado. Indagados por políticos e ativistas verdes do mundo inteiro, os pesquisadores tentam avaliar a parcela da mata ainda não tocada e quanto tempo de vida ela tem.

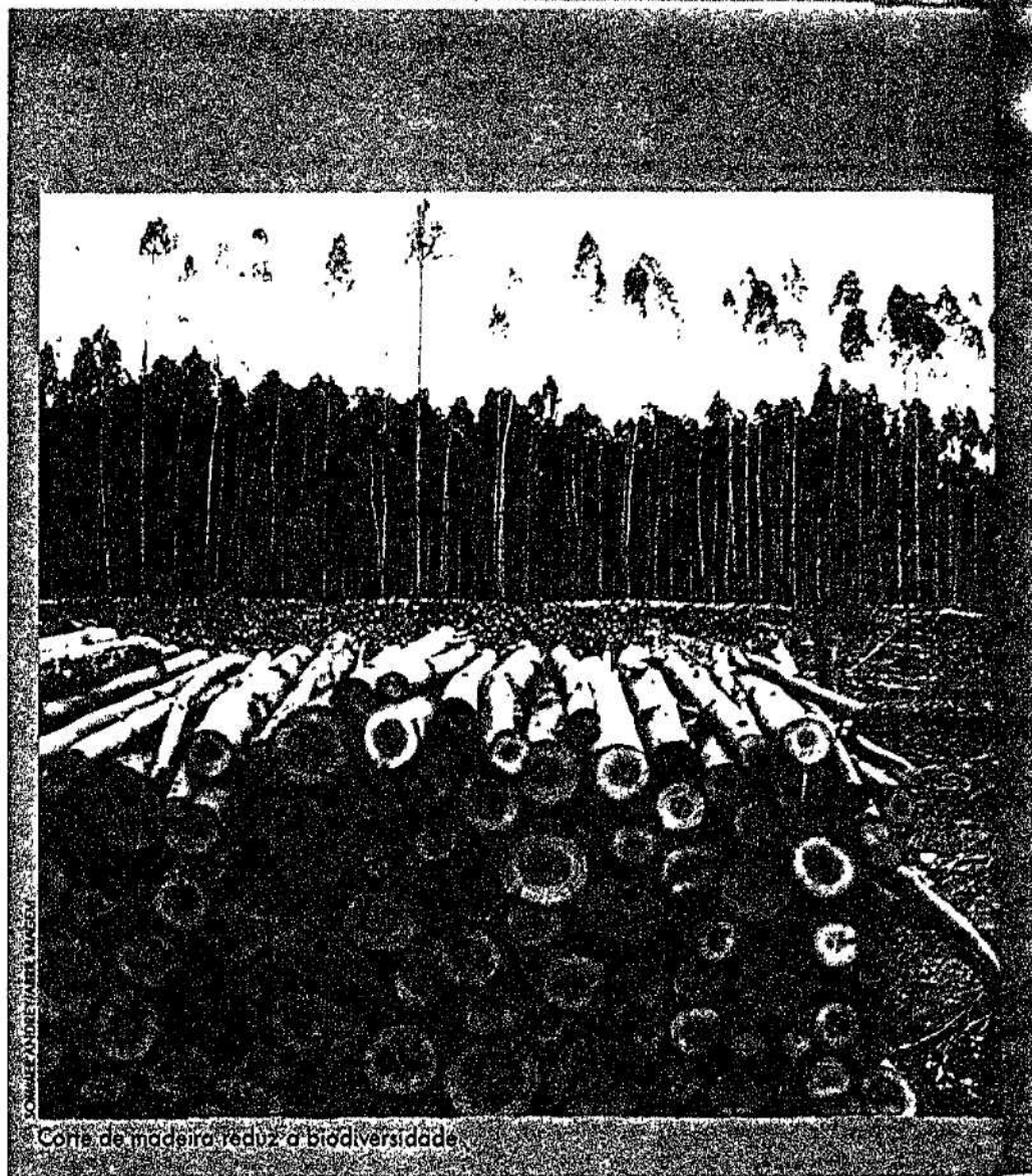
“Não é fantasia prever que toda a floresta pode acabar em 50 anos”, diz o biólogo Philip Fearnside, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia — Inpa, há 13 anos vivendo entre Belém e Manaus. É dele a estimativa de que, pelo menos, 399.765 quilômetros quadrados da floresta viraram toras em serrarias ou carvão em áreas destruídas pelo fogo, para a expansão agropecuária. Isso significa 8% de toda a Amazônia Legal, um território de 5.082.536,9 quilômetros quadrados e que inclui, além da mata densa, o cerrado e os trechos explorados.

Sobre esse espaço equivalente a 60% do Brasil, os cientistas reformam suas certezas com a rapidez de uma queimada. Fearnside está descontente com o dado de 8%. “Esse índice é baixo demais”, arrisca-se, ao apostar algo entre 9% e 10%. Com isso, ele se aproxima dos cálculos feitos pelo americano Dennis Mahar para o Banco Mundial, que apontam uma destruição de 28 mil quilômetros quadrados em 1975; 77 mil em 1978; 125 mil em 1980 e 598 mil em 1988, ou 12% da Amazônia Legal.

De fato, “mais de 10% da floresta brasileira já foi destruída ou seriamente danificada”, atesta o professor Eneas Salati, com a autoridade de quem faz pesquisas na Amazônia desde 1968. Em Rondônia não existirá mais floresta já em 1994, sentencia. Outro estudioso, o diretor do Inpa, Hebert Schubart, endossa: “Podemos estar diante de uma situação potencialmente desastrosa”. Segundo o cientista, a mata densa será derrubada em apenas 38 anos, se continuar o ritmo atual.

Queimada e desmatamento são fenômenos distintos que costumam dificultar as conclusões. Ao corte de madeiras para fins extrativistas, acrescenta-se a dizimação pelo fogo em duas situações diferentes: em áreas de cerrado, pastagens e capoeiras, e na floresta contínua. Por isso, nem tudo que arde nas imagens de satélite pode ser derrubada recente.

Somente em 1987, o Instituto de Pesquisas Espaciais — Inpe constatou, com imagens do satélite Noaa-9, queimadas



em 204 mil quilômetros quadrados, dos quais cerca de 80 mil — ou um terço do estado de São Paulo — de floresta virgem. Em 1988 o fogo detectado pelo satélite foi de 121 mil quilômetros quadrados. A temporada de limpeza dos terrenos, este ano, já começou. As projeções iniciais indicam uma devastação semelhante à do ano passado.

Em relação às áreas desmatadas, o Inpe estimou em 1988 um total de 251.429 quilômetros quadrados, ou 5,1% de um território da Amazônia Legal da ordem de 4,9 milhões de quilômetros quadrados (o Inpe não recebe imagens do que acontece ao norte do Equador, que inclui Roraima). Na floresta contínua, a destruição, pelos cálculos do Inpe, é de 140.162 quilômetros quadrados. A esses números devem ser acrescentados 92.556 quilômetros quadrados de cortes ocorridos no Pará e Maranhão, antes dos anos 60.

O problema metodológico começa quando se tenta juntar os dados de queimadas e desmatamentos para compreender o que está ocorrendo na Amazônia. A área queimada é calculada em função da variação de 1.024 tons de cinza, indi-

cativos da temperatura ao chão. Mas o satélite meteorológico usado no rastreamento das queimadas tem um nível de resolução de 1,2 quilômetro, considerado pobre. O calor do incêndio pode saturar o sensor do satélite e a informação ser generalizada para toda quadra de 1,2 quilômetro de lado, o que nem sempre é correto.

“É por isso que damos um desconto quando fazemos as estimativas de queimadas”, admite o pesquisador Marcos Pereira, do Inpe. Em 1987, por exemplo, o satélite acusou 360 mil pontos de incêndio, mas uma parte foi desprezada quando os pesquisadores confrontaram as informações com as do satélite Landsat, cuja resolução é de 30 metros e, por isso, mais precisa.

O geógrafo Aziz Ab'Saber, da Universidade de São Paulo — USP, coordenador da comissão encarregada pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência — SBPC de redigir as recomendações da comunidade científica nacional sobre o tema, critica o uso da tecnologia espacial como recurso exclusivo para avaliações do desmatamento na Amazônia. “É



Schubart: mata acaba em 38 anos



Salati: floresta em desequilíbrio

preciso olhar o movimento também do chão”, conclama o professor da USP. O motivo é que, segundo ele, as imagens de satélite não detectam o corte de madeira nobre pelo sistema seletivo conhecido por intersticial, comum na região. A 650 quilômetros de altura, e com os recursos hoje disponíveis, o satélite não enxergaria claros discretos na floresta, que, somados, podem representar duas ou três vezes o total de áreas totalmente devastadas. “O melhor sensor são os olhos”, dispara o geógrafo.

Mais importante que avaliar a área destruída é saber a taxa de desmatamento, afirma Fearnside. Para ele, a melhor política no momento é deixar de lado o fatalismo e agir concretamente para frear a destruição. “Muitas pessoas desavisadas podem pensar que o desmatamento não seja um problema tão grave”, denuncia o biólogo do Inpa. Ele compara: no Paraná, no início do século, pensava-se que a floresta era tão grande que jamais acabaria. Hoje, ela diminui a uma marcha de 35 mil quilômetros quadrados ao ano. Ou um campo de futebol a cada cinco segundos.

**A** Amazônia é o maior banco genético do planeta, mas o perfil desse viveiro gigante de plantas e bichos ainda é quase totalmente desconhecido. Essa é, seguramente, uma tarefa para biólogos e especialistas afins, na virada do século. “Há uma ignorância imensa sobre esse potencial”, confessa Schubart.

Estimativas sobre a diversidade das espécies ampliam-se a cada dia, no exterior. Há projeções de que existam até 30 milhões de tipos só de insetos. Admitindo-se o cálculo conservador de 5 milhões de vegetais, animais e microorganismos no mundo inteiro, pelo menos a metade ocorre nas florestas tropicais úmidas. Schubart estima que exista na Amazônia, no mínimo, um milhão de espécies, das quais se conhece apenas 10%.

Mais importante que a variedade de espécies numa floresta são as múltiplas interações ecológicas entre plantas, animais e microorganismos, adquiridas no processo de evolução. “Cada espécie tem o seu papel único no equilíbrio ecológico. Extingui-las é uma forma gradativa de eliminação da vida na Terra”, analisa Salati, co-autor do livro *O planeta azul está morrendo?*, lançado em junho na Alemanha Ocidental.

Nas florestas temperadas e frias, a biodiversidade é menor. Em algumas, existem centenas e até dezenas de espécies. Já na Amazônia, além da quantidade, uma boa parte é característica da região. Qualquer alteração brusca no ciclo estabelecido há milênios é prejudicial. “A atual estrutura florestal conseguiu uma eficiente reciclagem dos elementos químicos ligados aos processos vitais”, conceitua Salati.

A vida na Amazônia se renova e se perpetua graças ao enorme reservatório de nutrientes, cuja fonte é a biomassa existente nas árvores e a matéria orgânica em decomposição no solo, que forma uma camada espessa de 10 centímetros. “Em solos relativamente pobres, há florestas extremamente ricas em espécies botânicas”, lembra Salati.

A floresta amazônica abrange cerca de 5 milhões de quilômetros quadrados, distribuídos pelo Brasil, Colômbia, Peru, Venezuela, Bolívia, Equador, Suriname, Guiana e Guiana Francesa. A parte brasileira é de três milhões de quilômetros quadrados, mais que o território da Argentina e 12 vezes o do estado de São Paulo. Nesse mundo ainda não desvendado, a floresta vive em harmonia com o rio e esse é outro desafio dos cientistas: avaliar o que pode significar para o clima do globo a continuidade do processo de desmatamento da Amazônia.

Ao nascer, a cinco mil metros de alti-

tude, na cordilheira dos Andes, em território peruano, o rio Amazonas carrega mais de mil afluentes em seus 6.577 quilômetros de extensão. É a maior bacia hidrográfica do mundo, com 6 milhões de quilômetros quadrados, responsável por 18% de toda a água doce que chega aos oceanos. Avança centenas de quilômetros sobre o Atlântico, numa vazão de 176 mil metros cúbicos por segundo — para se ter idéia, todos os outros rios do mundo, juntos, somam 964 mil metros cúbicos por segundo.

A visão popular de que a Amazônia renova o oxigênio da atmosfera, fazendo portanto o papel de pulmão do mundo, não condiz com as conclusões dos cientistas a respeito das funções do rio e da floresta para o clima da Terra. Na verdade, todo o oxigênio liberado pelas plantas durante a fotossíntese é utilizado por elas mesmas e pelos demais organismos vivos do ecossistema. É o que os ecologistas chamam de clímax.

A Amazônia pode ser melhor definida como um grande filtro. Para entender o que isso significa é preciso aceitar antes que o lançamento de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) vem aumentando ultimamente a uma taxa de 1,5 parte por milhão (ppm), devido sobretudo à queima de combustíveis fósseis para a produção de carvão, petróleo e derivados. Em um século, a concentração de  $\text{CO}_2$  evoluiu de 280 a 340 ppm. Uma fração desse aumento (menos de um quarto) é resultado da destruição de florestas como a Amazônica.

O aumento de outros gases como metano ( $\text{CO}_2$ ) e nitroso de oxigênio ( $\text{N}_2\text{O}$ ) retém a radiação infravermelha responsável pelo excesso de calor na superfície. O efeito estufa até agora não encontra total garantia nos modelos matemáticos computadorizados, mas é uma teoria temida.

Calcula-se, grosseiramente, que a emissão anual de carbono pela queima de combustíveis fósseis é de 5 bilhões de toneladas e que as queimadas no Brasil em 1987 produziram de 5 a 10% desse total. A Amazônia estoca algo em torno de 60 bilhões de toneladas de carbono em sua biomassa — ou 8,5% dos 700 bilhões de toneladas presentes na atmosfera.

As previsões são discutíveis. Mas há quem acredite num aumento de temperatura de 7 graus centígrados nos pólos em 30 anos e, em menor intensidade, nas regiões equatoriais. O resultado disso seria o degelo, com aumento do nível dos oceanos e conseqüente invasão das águas em áreas litorâneas. “Isso é especulativo, mas não é bola de cristal. As projeções são feitas com evidências científicas muito fortes”, diz Salati.

Ao desmatar, em qualquer parte do planeta, o homem está acelerando esse caminho perigoso. Ao contrário, preservando as florestas e fazendo o reflorestamento, o estoque de CO<sub>2</sub> da atmosfera é absorvido pelas plantas, para a fotossíntese. É como se as árvores limpassem o ar da poluição.

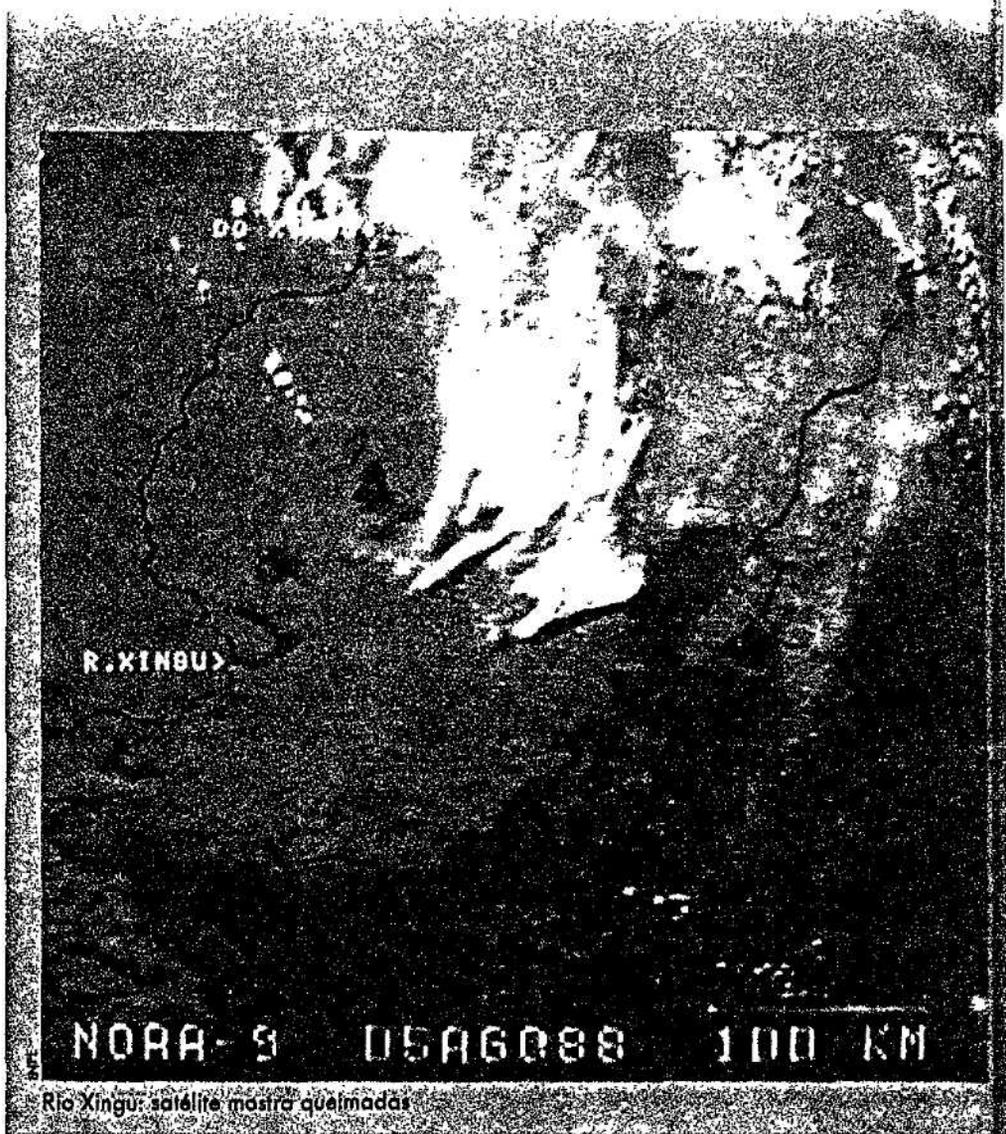
O meteorologista Luiz Carlos Mollion, do Inpe, tem outra visão sobre a influência da Amazônia sobre o clima do globo. No seu entender, a bacia do rio Amazonas funciona como importante fonte de calor para a circulação geral da atmosfera. No cinturão equatorial, somente outras três regiões desempenham papel semelhante: a bacia do Congo, as florestas da Indonésia e Norte da Austrália e a Zona de Convergência Intertropical (uma faixa sobre os oceanos onde os ventos de ambos os hemisférios se encontram).

O calor liberado nessas fontes é transportado para as regiões fora dos trópicos que apresentam déficit de energia, por receberem menor quantidade de radiação solar, ao longo do ano. Um desmatamento em grande escala na Amazônia, prevê Mollion, pode reduzir em 20% as chuvas da região e, em consequência, uma quantidade menor de calor ficaria disponível para contrabalançar o frio do hemisfério norte.

Desse ponto de vista, a Amazônia é responsável por 5% do calor latente liberado para as latitudes temperadas. Estas regiões, nesse caso, se tornariam ainda mais frias, alterando a estação de crescimento das plantas. Além disso, o resfriamento das regiões polares deslocaria a linha de gelo em direção a latitudes mais baixas, o que tenderia a acelerar o início de uma nova era glacial, especula Mollion.

A hipótese necessita ser confirmada por meio de modelos matemáticos de simulação de clima, adverte o pesquisador do Inpe. "A verdade é que ainda não se tem conhecimento do quão importante é a contribuição da fonte de calor na Amazônia para a circulação geral e do clima, e de quanto sua potência seria reduzida através do desmatamento", diz ele.

Enquanto isso, os cientistas fazem previsões mais seguras em relação aos efeitos de um desmatamento para o clima do país. "A perda de recursos naturais, por uso inadequado, é o pior problema que enfrentamos", resume Salati. "Na extensão que está sendo feito o desmatamento, a chance é grande de mudar os ciclos de água e de energia na região amazônica e nos cerrados." Essa alteração ocorre de forma gradativa, diz ele, "mas em algum momento será bem visível".



A floresta funciona como uma bomba que tira água do solo para a atmosfera. Quando chove, uma parte fica retida nas folhas e evapora. Na floresta contínua, 75% da chuva volta como vapor para a atmosfera. Ao reduzir a floresta, a chuva que cai bate diretamente no solo e escorre, causando a erosão.

Salati raciocina ainda que a energia solar, nesse caso, ao invés de evaporar a água, se transforma em calor e aquece o ar. Com isso, a tendência natural é de um clima mais seco e quente, com aumento das temperaturas máximas e diminuição das chuvas no período mais seco, inclusive na região central do país.

Metade das chuvas que caem na Amazônia — cerca de 2.500 milímetros ao ano — tem sua origem no vapor de água da superfície, da vegetação e da transpiração das plantas. A outra parte do vapor necessário à formação das nuvens é trazida para a região pelos ventos que sopram do oceano Atlântico. Essa distribuição mostra, segundo a teoria de Salati, os riscos climáticos a curto prazo de uma interferência sem controle no ecossistema amazônico.

As formas possíveis de ocupação econômica da região amazônica são um assunto que começa a ser debatido por toda a sociedade. "É ilusão imaginar que a Amazônia será intocável para o resto da vida. O que ela precisa é de alternativas", afirma o deputado federal Fábio Feldmann (PSDB-SP); eleito por votos "verdes". Na opinião do parlamentar, é necessária uma discussão profunda sobre a política de ocupação da Amazônia, sabendo-se antecipadamente que a pecuária é uma atividade insustentável para a região, "do ponto de vista da economia e da ecologia".

O professor Aziz Ab'Saber recomenda o plantio de castanha-do-pará, guaraná e seringueira nos espaços já devastados, com a aceitação do seringueiro na região como política fundamental. Em relação à exploração da floresta, Ab'Saber defende um "modelo auto-sustentado", em que a retirada de madeiras não elimine completamente a mata. Nesse tipo de corte por rodízio, a floresta se recompõe e não surge os grandes clarões.

A estratégia de ocupação da Amazônia deve definir as áreas a serem preservadas



Ab'Saber: os olhos são bons sensores



Fogo destruiu grande área em 1988

e as que serão ocupadas por projetos conservacionistas e de mineração, na opinião de Hebert Schubart. "É preciso tirar a ambição da Amazônia de alimentar o mundo. A região pode produzir alimentos, mas com base em tecnologias específicas." Schubart alerta que a monocultura seria desastrosa para a região: uma prova são vários projetos de plantio de seringueira em larga escala, que não deram certo.

Schubart preocupa-se com a expansão da agricultura na região, devido aos casos de retorno duvidoso: são programas de pecuária e de colonização agrícola — arroz, café e cacau —, onde o solo não aguenta o impacto da plantação. "A floresta vive sobre o solo, mas não dele", conceitua.

O professor Eneas Salati vê dificuldades institucionais para um projeto de sustentabilidade da Amazônia. "O programa pode ser excelente no papel, mas se não houver estrutura para executá-lo, não dá certo", costuma dizer.

Esse projeto, segundo ele, deve prever quatro pontos importantes: 1) atividade ecologicamente possível do ponto de vista de clima e solo; 2) viabilidade técnica

e econômica; 3) a sociedade precisa ser beneficiada; e 4) capacidade institucional dos órgãos públicos na execução e vigilância dos empreendimentos. É esse último item o maior obstáculo, segundo Salati: "A lei já impede o corte de florestas em torno dos rios e morros com declividade. Mas, ao viajar pela região, isso é o que mais se vê", diz ele.

Outro ponto é o desperdício de investimentos. Segundo Salati, o tipo de agricultura explorada atualmente na Amazônia começa errado desde o início. "Estamos dilapidando os recursos ambientais por falta de tecnologia apropriada", protesta. Como exemplo, lembra que a falta de tratamentos culturais adequados leva à erosão e ao decréscimo da fertilidade do solo em tempo muito curto. "As próximas gerações não terão como aproveitar racionalmente esse solo", diz.

Para Salati, a ocupação do solo é a questão mais importante sobre a região. Existe a necessidade de se definirem os critérios que devem ser usados num zoneamento das atividades, em função dos recursos naturais. "Se aumentar a utilização dos recursos, altera-se o equilíbrio da energia solar e hídrica, com conseqüências danosas para o microclima local e regional.

Na década de 70, pesquisadores agrícolas acreditaram que a pecuária melhoraria o solo da Amazônia. Hoje o conceito acadêmico é justamente o contrário, mas na prática as pastagens invadem a floresta. "Não se deve sustentar, durante anos seguidos, grandes áreas de pastagens na Amazônia", avalia o biólogo Fearnside. Entre outros motivos, ele destaca o fato de os solos da Amazônia serem pobres em fosfato — produto necessário à adubação das áreas de capim.

O fisiologista Paulo de Tarso Alvim, do Centro de Pesquisa de Cacau da Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira — Ceplac, recomenda a criação de búfalos nos 11 milhões de hectares de várzeas. Além disso, há 100 milhões de hectares de cerrado onde a forragem grosseira, desprezada pelo gado bovino, é bem aceita pelo búfalo.

Alvim é otimista em relação às possibilidades técnicas de exploração agrícola da região amazônica. "Alguns conservacionistas extremados, geralmente sem experiência em agricultura tropical, consideram os solos da Amazônia como praticamente estéreis ou inaproveitáveis para fins agrícolas", critica Alvim. Ele estima que, de fato, 36% dos solos não podem ser usados pela agricultura, devido ao relevo e à má drenagem, mas 58% podem ser explorados com a utilização de fertilizantes e 6% sem qualquer corri-

vo. Além disso, regiões como a amazônica permitem o uso do solo durante quase todos os meses do ano, contra 4 a 5 meses nas regiões de clima frio e temperado. Alvim aposta que regiões como a amazônica são as mais produtivas do globo, devido aos índices de radiação solar e a água. "Para alcançar uma elevada produtividade biológica, o solo não precisa ser quimicamente rico, mas ter boas propriedades físicas."

"Solos tão pobres" como os da Amazônia também ocorrem em regiões de clima temperado", esclarece Alvim. Um exemplo são as plantações extensivas de laranja na região da Flórida, nos Estados Unidos, uma atividade bem-sucedida economicamente. A Malásia é o maior produtor de borracha e dendê e grande exportador de cacau, pimenta-do-reino e coco, em solos também pobres. O rol dos cultivos possíveis na Amazônia, destacados por Alvim, incluem, entre os cultivos perenes, o dendê, o cacau, a borracha, o café robusta, o mamão, a manga e diversas modalidades de espécies agroflorestais.

Para não causar prejuízos ao solo e à vegetação, a queimada dos cerrados — providência dos agricultores para limpar os terrenos e promover o replantio — deve ser feita a intervalos de três anos, segundo conclui o professor Leopoldo Magno Coutinho, do Instituto de Biociências da USP. Adaptando-se aos novos tempos, a vegetação do cerrado começa a ganhar resistência ao fogo, segundo constatou Coutinho. Há casos de plantas que florescem 25 dias após o incêndio. Raízes, bulbos, tubérculos salvam-se do calor de até mil graus centígrados na superfície, separados por apenas alguns centímetros da terra.

Já a queimada em florestas é algo condenável do ponto de vista ecológico. "As árvores não desenvolveram resistência ao fogo. Para que elas floresçam novamente, tudo precisa ser carregado de fora, como o transporte de sementes pelos pássaros ou vento."

Entre os cientistas, há um ponto de consenso ligado ao avanço do desmatamento. As terras amazônicas são disputadas por grupos econômicos fortes, que possuem isoladamente de 100 mil a 4,3 milhões de hectares — a região metropolitana de São Paulo possui 340 mil hectares. Os proprietários são estimulados a desmatar devido à política oficial para a região. Isso porque na Amazônia o corte de árvores é considerado benfitoria, situação que apressa a liberação de recursos pelo governo para financiar os projetos agropecuários. "Temos de mudar a legislação e o enfoque do uso do espaço", resume Ab'Saber.