

CIÊNCIA HOJE



Paleoclimas da Amazônia

SUPLEMENTO **TECH**NOLOGIA

BOLÍVIA



PETROBRÁS ANO 40. UMA HISTÓRIA BRASILEIRA DE SUCESSO.



As bases do conhecimento sobre os paleoclimas modernos da Amazônia.

Não foi simples a evolução dos conhecimentos sobre paleoclimas no contexto do continente sul-americano. No que se refere ao território brasileiro, foi mais fácil identificar longos períodos climáticos opostos do passado geológico do que entender os paleoclimas do Quaternário, propriamente dito. Esse fato negativo determinou um grande atraso no trânsito de informações geológicas e geomorfológicas para biólogos e arqueólogos, zoólogos, botânicos e pré-historiadores.

Depósitos de centenas de metros de espessura, empilhados nas bacias paleomesozóicas brasileiras, documentam assembléias de sedimentos gerados em climas glaciais e subglaciais e depositados em depressões de mediana subsidência.

Em grande contraste a eles, foram estabelecidos pacotes de gigantescas dunas, de escala saariana, registrando o advento de climas desérticos, hiperáridos, em um paleoespaço bem-diverso do das terras sul-americanas atuais.

Na realidade, esses dois acontecimentos tão contrastados — ocorridos subsequentemente e discordantemente no Carbonífero Superior (glaciais) e no Triássico Superior, e no Cretáceo Inferior (desertos) — processaram-se no dorso gigantesco de um 'supercontinente transversal' que depois se fragmentou: a Terra de Gondwana. Trata-se de registros paleoclimáticos objetivos, relacionados a mudanças de zonação climática, de um excepcional conjunto de terras emersas, que provavelmente reunia Brasil, África, Índia e Austrália. Ou seja, zonações climáticas que precedem a abertura do Atlântico Sul — tal como hoje o conhecemos — e, em época bem-anterior, à existência dos dobramentos que criaram a Cordilheira dos Andes.

O fato de ter existido prolongados períodos glaciais e pró-glaciais, em um grandioso continente de disposição latitudinal, implica discussões sérias sobre o mecanismo das mudanças na posição dos pólos, durante o Carbonífero Superior. Um problema que, de resto, se prolonga para uma interpretação aproximativa de como teria acontecido a rotação posterior da velha plataforma afro-brasileira e afro-indo-malgache, de uma posição circumpolar (Carbonífero Superior) para um posicionamento subtropical/tropical de modelo climático saariano.

Tão espetaculares variações de zonação climática e de geração de assembléias de depósitos sedimentares contrastantes, implicam movimentos crustais de escala planetária, de difícil entendimento e detalhamento. Logo, porém, aconteceu a apoteose da macrotectônica terrestre, quando o velho continente de Gondwana se fragmentou, estabelecendo os núcleos básicos da África, do Brasil, da Índia e da Austrália. Da velha teoria de deriva dos continentes (de Alfred Wegener), passamos para um conhecimento mais plausível, centrado na chamada Tectônica de placas.

Completada a separação dos continentes, a partir dos fins do Cretáceo Inferior — há 70 milhões de anos —, a grande massa de águas atlânticas, interpostas entre a África e o Brasil, propiciou uma mudança radical na climatologia do território sul-americano. Fatores geográficos amenizaram as condições de aridez dominantes na época no supercontinente gondwânico. Ocorreu uma supressão de desertos. As margens dos continentes, nas duas bordas do Atlântico, foram afetadas por fossas tectônicas profundas, a partir do Cretáceo Superior. Embaciamentos com sedimentação lacustre e flúvio-lacustre, em condições semi-áridas a subúmidas, afetaram setores das bacias anteriormente formadas; porção norte da bacia do Paraná, porção centro-ocidental da bacia do Maranhão, bacia isolada do Araripe, bacia costeira do Rio Grande do Norte e setor centro-oriental da bacia Amazônica.

A partir dos fins do Cretáceo, a velha Plataforma Brasileira, incluindo todas as bacias sedimentares nela anichadas, soergueu-se por um gigantesco sistema de arqueamento, de amplo raio de curvatura. Durante esse soerguimento, que envolveu todo o território existente entre a depressão amazônica e as terras sul-riograndenses e uruguaias, houve estímulos para a atuação de processos erosivos de circundescapamento nas margens das bacias soerguidas ou no entorno de abóbadas de escudos: como é o caso das bacias do Paraná e Maranhão-Piauí e entorno sedimentário do Planalto da Borborema.

Nas áreas de máxima exaltação dos soerguimentos — em terras do Brasil leste e sudeste —, houve uma forte atuação da tectônica quebrável, responsável pelos blocos falhados que criaram a serra do Mar, a fossa do Paraíba e a serra da Mantiqueira, engendrando um esquema fisiográfico mais próximo do atual.

Na Amazônia, os mares cretácicos estavam vinculados à fachada pacífica do continente, onde uma extensa bacia de sedimentação do tipo geossinclinal iria se instalar, a partir dos meados do Terciário. Entre o Mioceno e o Plioceno, a velha Plataforma Guiano-brasileira contribuiu, por uma reativação da deriva continental para oeste e noroeste, para efetivar os dobramentos andinos, criando a grande barreira topográfica dos Andes, de rumo, grosso modo, sul-norte. Esse fato engendrou conseqüências inusitadas para a climatologia das terras emersas sul-americanas.

A história fisiográfica da Amazônia teve início mais efetivo quando o feixe de dobras andinas se levantou, criando uma cordilheira que inverteu a direção das drenagens cretácicas e miocênicas. Criou-se a vasta depressão moderna encarcerada entre o arco cordilheirano cisandino, o Planalto das Guianas e o Planalto Brasileiro, que é certamente um dos mais amplos anfiteatros de terras baixas interiores do planeta Terra.

Por algum tempo, a grande depressão recebeu um tipo de sedimentação continental lacustre e flúvio-lacustre, que se estendeu desde os contrafortes orientais dos Andes até a área de estreitamento da velha bacia paleozóica, interposta entre a plataforma brasileira e a guianense, no setor médio oriental do Amazonas. Toda a Amazônia Ocidental foi afetada por uma subsidência moderada, que tomou possível o ambiente de sedimentação lacustre e flúvio-lacustre, de grande amplitude regional, no decorrer do Plioceno e pró-parte do Quaternário Inferior. O soerguimento pós-pleistocênico com rampa geral para leste determinou o estabelecimento do rio Amazonas e seus afluentes semicêntricos ocidentais, superimpostos à bacia sedimentar dos fins do Terciário. Nesse sentido, o Amazonas é um rio geologicamente jovem, definido somente após o fecho da sedimentação pleistocênica na região.

Em termos paleoclimáticos, tudo leva a acreditar que pouco antes do embaciamento moderno da Amazônia Ocidental existiam climas predominantemente úmidos a subúmidos, responsáveis por generalizada alteração de rochas nos escudos guianenses e brasileiro e encostas orientais dos Andes. Durante a subsidência que favoreceu a deposição de siltes, areias e argilas — constituintes básicos da chamada Formação Solimões —, devem ter imperado sistemas erosivos mais agressivos, de tipo resistísticos, suficientes para demolir rochas intemperizadas, e fazer recuar as coberturas florestais, presumivelmente existentes no período que antecedeu o embaciamento pleistocênico.

As primeiras referências sobre paleoclimas quaternários na Amazônia foram feitas por Louis Agassiz, em suas viagens pelo Brasil, entre 1865-66. O grande naturalista franco-suíço — que se transferiu para a Nova Inglaterra e tornou-se um líder entre os professores de Harvard — foi inteiramente traído em suas interpretações sobre depósitos modernos e sub-recentes do Brasil Tropical Atlântico e da bacia Amazônica. Ainda a bordo do navio que conduziu sua expedição de Nova York para o Rio de Janeiro, Agassiz lançou propostas muito dispares, envolvendo considerações teóricas corretas, com pressupostos glaciológicos distorcidos e indutores de grandes erros de interpretação. Lições que, de resto, induziram seus jovens discípulos a cometer erros similares.

Referindo-se à glaciação de latitude, daquilo que se considerava na época como uma só idade do gelo, comentava Agassiz: "quando a metade polar de cada hemisfério estava escondida sob tal involúcro, o clima do globo inteiro devia diferir muito do que é hoje". Com base em considerações sobre a glaciação de altitude, contemporânea à glaciação continental, escreveu que se podia concluir "com segurança que a temperatura era outrora aí de 24°F (13°C a 14°C) inferior à média atual", tendo por referência os Andes equatoriais. E conclui: "Estou tão certo de encontrar os traços glaciários nos limites por mim indicados agora como se já os tivesse visto. Aventuro-me mesmo a predizer que as primeiras morenas serão encontradas no Vale do Marañon, na região em que este vale se curva para leste, próximo de Jaen."

Não teriam sido tão graves tais afirmações feitas em seminários para os colegas e os pós-graduandos da expedição Thayer, se Agassiz não tivesse agregado uma nota de pé-de-página sobre as considerações aqui transcritas, em que comentava:

"Tive mais tarde a prova de que não é necessário, para encontrar os fenômenos glaciários das regiões tropicais da América do Sul, explorar as mais altas montanhas. Em algumas ramificações da cadeia litorânea do Brasil que não tem mais do que 150m (500 pés) de altitude, as morenas são distintas e tão bem conservadas (*sic*), como em qualquer outra localidade das regiões setentrionais do globo, onde os fenômenos glaciários foram reconhecidos pelos geólogos." E, arremata, com base nas suas controvertidas observações e interpretações obtidas nas encostas dos morros do Rio de Janeiro. "A linha das neves, mesmo nessas regiões, desceu tanto que as massas de gelo formadas nessa altitude abriram caminho até o nível do oceano."

Era cedo para se conhecerem os atributos e peculiaridades dos depósitos superficiais na América Tropical. Agassiz confundira uma simples 'linha de pedra', representativa de um antigo chão pedregoso, com um depósito glacial basal, oriundo da trituração de cabeços de diques de quartzo, por geleiras em movimento. E, com isso, induziu seus discípulos a encontrar indícios similares em vastas áreas do Brasil Atlântico, projetando tal interpretação para a Amazônia, através de longas viagens fluviais, altamente limitantes para observações integradas sobre os depósitos modernos da região.

Depois das investigações pioneiras de John Mawe (1807-1811), coube a Louis Agassiz a importante tarefa pioneira de pesquisar a estrutura superficial da paisagem, desde o Rio de Janeiro até a Amazônia. Iniciou-se, com ele, a tentativa de fazer os depósitos superficiais 'falarem' um pouco sobre as condições paleoclimáticas de sua gênese. Noventa anos depois, por ocasião do XVIII Congresso Internacional de Geografia (RJ, 1956) — por intermédio de excursões realizadas antes, durante e depois da grande reunião —, Jean Tricart e André Cailleux conseguiram extrair informações sobre a gênese paleoclimática e paleoecológica das 'linhas de pedras', caracterizando-as como documentos de chão pedregosos de um passado recente, dominados por climas semi-áridos, em que houve retração de florestas e expansão de caatingas ou cerrados naturalmente degradados.

Em excursões realizadas em Roraima, no ano de 1955, Francis Ruellan encontrou razões para caracterizar o conjunto dos campos de Boa Vista, como sendo um pediplano pleistocênico, centrado em uma bacia tectônica moderna, predominantemente arenosa, acima da qual emergem pontões rochosos da categoria dos *inselbergs*.

Nos depósitos das antigas baixadas semi-áridas da Roraima norte-oriental, Ruellan encontrou a presença de gipsita, documento da atuação de climas muito secos, durante a gênese da Formação Boa Vista, sob condições de drenagem endorréica, ou, pelo menos, semifechada. Octavio Barbosa, em conferência na Associação dos Geógrafos Brasileiros, em junho de 1960, expôs suas observações geológicas e geomorfológicas feitas entre Manaus e os confins de Roraima, sublinhando o caráter tectônico e paleoclimático da bacia sedimentar arenosa de Boa Vista, e invocando a idéia da atuação de climas semi-áridos na gênese primária dos sedimentos e na elaboração dos *inselbergs* que pontilham a região.

Em um comunicado resumido sobre as pesquisas em Roraima, Yvonne Beigbender anotou que os indícios de uma fase mais seca, por ela observados no Alto Rio Branco, estariam enquadrados num fato já assinalado por Francis Ruellan para o conjunto da Amazônia (*in*: Premier Rapport de la Commission pour l'étude et la corrélation des niveaux d'érosion et des surfaces d'aplanissement autour de l'Atlantique', *Recherches en Amérique*, U.G.I., vol. V, 1956). Francis Ruellan (1955-56), Octavio Barbosa (1956-59) e H.F. Garner (1958-67) podem ser considerados os legítimos descobridores da existência de períodos muito secos, anteriores à grande expansão das florestas na Amazônia sul-americana.

Observações sobre a ocorrência de 'linhas de pedra', nas mais diversas áreas do país, tornaram possível estabelecer que a fase de formação dos chãos pedregosos esteve relacionada com a atuação indireta do período glacial terminal, conhecido por *Würm IV-Wisconsin Superior*, época em que o nível do mar esteve rebaixado de menos 100 metros, em relação ao seu nível atual, quando as correntes frias do Atlântico sul-ocidental estenderam-se até a faixa costeira do sul da Bahia. E, ainda, a massa de ar Ec (equatorial continental) tomou-se impotente para se ampliar no conjunto territorial da Amazônia sul-americana. Estes são fatos que, em sua atuação dinâmica, acarretaram modificações radicais no mosaico de distribuição das florestas, caatingas e cerrados, no conjunto do Brasil Intertropical, entre 23 mil e 12,7 mil anos A.P. (Antes do Presente).

No que se refere à história ecológica da Amazônia, a marcha dos conhecimentos

foi excessivamente fragmentária; porém, progressivamente esclarecedora. Em 1943, Pedro de Moura caracterizou o nível de Belém-Marajó como sendo um terraço fluvial mantido por lateritas e cascalheiras, bons indicadores de flutuações climáticas do Pleistoceno Superior, há dezenas de milhares de anos.

Em 1958, H.F. Garner divulgou as primeiras conclusões sobre suas pesquisas no vale do rio Caroni (Venezuela), onde, estudando o padrão anastomosado da drenagem, invocou a interferência de mudanças climáticas, do árido para o úmido, a fim de explicar as feições hidrogeomorfológicas constatadas. Em trabalhos realizados em 1959, 1966 e 1967, sobre diferentes áreas de vales andinos, Garner consolidou suas observações sobre evidências de flutuações climáticas, de condições secas para ambientes úmidos.

Em 1961, Theodor van der Hammen iniciou a publicação de seus estudos palinológicos sobre o setor norte da América do Sul, documentando a ocorrência de mudanças climáticas e ecológicas sensíveis, a partir dos fins do Pleistoceno até o Holoceno.

Ainda mais importante que seus estudos pioneiros sobre mudanças climáticas nas áreas setentrionais do continente, foi o fato de van der Hammen ter dado continuidade ininterrupta a suas investigações sobre pólenes fósseis, tornando-se chefe de um método e líder de uma escola, em que se incluem pesquisadores colombianos, venezuelanos e brasileiros (Maria Lúcia Absy, Mariléia Salgado Labouriau, Terezinha Mellem, entre outros). Da atuação de seu grupo, resultaram importantes trabalhos sobre os paleoclimas do Holoceno, com extensões para o Pleistoceno.

Nos primeiros anos da década de 1960, após termos registrado ocorrências de depósitos fluviais mantidos por cascalheiras, constatamos ocorrências de 'linhas de pedra' em regiões tão diversas, quanto o Rio Grande do Sul, encostas de vales ocidentais de Santa Catarina, Planalto de Lages, encostas orientais da Mantiqueira, planaltos interiores do Paraná, centro-sul de Minas Gerais, arredores de São Paulo e Vale do Paraíba, colinas sublitorâneas do Rio de Janeiro e do Espírito Santo, setores de transição entre matas e agrestes, além de ilhas de umidade serranas e sertões secos, na Paraíba, em Pernambuco e em Alagoas.

Em 1966, descobrimos fragmentos de laterita caverosa, passando lateralmente a 'linhas de pedra', nas colinas que servem de suporte ecológico para os campos cerrados mirrados do sul do Amapá, onde surpreendentemente ocorrem hoje precipitações da ordem de 3.500mm. Na área de incidência de crostas lateríticas caverosas, encimadas por depósitos de cobertura paupérrimos, a floresta tropical não pôde se estabelecer, apesar de se tratar de ecossistema dominante em toda a região. Constatamos, posteriormente, a presença de chãos pedregosos inumados nas colinas de Marabá, na porção norte-ocidental de Roraima e, sobretudo, nas suaves ondulações das colinas do médio Araguaia, a leste da serra de Gradaús, no vale do rio Cristalino.

No vale do rio Paraupébas, no piemonte da serra dos Carajás, existem espessas cascalheiras, em um nível de terraço fluvial, comportando seixos rolados, subangulosos. No local, entretanto, não pudemos observar 'linhas de pedra' típicas, talvez pelo fato de a região ter sido uma ilha de umidade, durante o Pleistoceno Terminal.

Ainda assim, todas as descobertas efetuadas na década de 1950 foram insuficientes para se atingir o âmago da questão, em termos de uma biogeografia tropical renovada. Como resultado das primeiras constatações geocientíficas, tornou-se muito claro que a expansão dos climas secos ou climas tropicais de alta sazonalidade, por extensos espaços da América do Sul, não prescindiam da pressuposição de terem restado numerosas 'ilhas' ou manchas de florestas biodiversas, na condição de redutos de tropicalidade vegetal e biótica.

Mesmo com a forte diminuição das temperaturas médias, ao nível do espaço total sul-americano, era necessário pressupor a permanência de sítios úmidos, de menor ou maior extensão, onde o mundo vivente dos trópicos úmidos resistiu à expansão das condições semi-áridas ou subúmidas. Não houvesse redutos de vegetação florestal biodiversa, não existiriam condições para a reexpansão de biotas, quando do retorno da tropicalidade, nos últimos 12,7 mil anos A.P. Do nada não se criam estoques de diversidade vegetal e animal suficientes para a reexpansão de grandes contínuos de biodiversidades, tal como aconteceu na Amazônia e na fachada atlântica do Brasil.

E foi exatamente no contexto desse raciocínio simples que diferentes zoólogos e botânicos engendraram a Teoria dos Refúgios. Juergen Haffer, estudando a

distribuição de pássaros em áreas de florestas amazônicas ombrofilicas, percebeu que em diferentes setores da região existiam espécies pan-amazônicas acompanhadas de algumas espécies e subespécies exclusivas de cada setor. A partir de tal constatação, divulgada em trabalhos publicados desde 1969, Haffer recorreu a uma fragmentação da tropicalidade, durante o Quaternário, para explicar o mecanismo de especiação diferencial, responsável pelas populações de pássaros de cada quadrante reconhecido.

Paulo Emílio Vanzolini, que conhecia de antemão os informes e os raciocínios genéricos dos geomorfologistas e dos biogeógrafos franceses e brasileiros, chegou a conclusões convergentes, com base em suas investigações sobre lagartos sul-americanos. Tal como Haffer, ele chegou à conclusão de que 'ilhas' de florestas tropicais remanescentes teriam resguardado biotas animais e provocado uma aceleração do relógio evolutivo diferencial, com acréscimos de espécies e subespécies, vinculadas e solidárias a cada uma das ilhas de tropicalidade, separadas de outras por ecossistemas totalmente diversos. E, completava seu raciocínio, dizendo que no retorno da tropicalidade, por áreas mais amplas, foi impossível uma 'coquetelagem' das novas espécies e subespécies surgidas ao sabor do tempo e do espaço, das tensões ecológicas acontecidas nas diferentes áreas de refúgios.

Ainda que seja difícil — ou quase impossível — delimitar o espaço ecológico original dos refúgios no interior do universo atual das terras baixas florestadas da Amazônia, para transformar uma teoria vinculada a um universo ecológico tão amplo quanto o da Amazônia sul-americana, geocientistas teriam que conhecer mais a estrutura superficial das paisagens, ainda revestidas por grandes matas, o que é um procedimento totalmente desaconselhável. Por sua vez, botânicos e zoólogos teriam que intensificar, efetivamente, o mapeamento dos núcleos de endemismo detectáveis no entremeio do universo das florestas de 'terras firmes'. Esse fato dependerá sempre do grau de preservação das biodiversidades regionais amazônicas e do tempo e dos recursos existentes para as investigações no rústico e difícil ambiente das selvas.

No decorrer dos anos 90, foram reconhecidas numerosas manchas de areias brancas nos arredores de Manaus e em outras áreas da 'terra firme' amazônica. Utilizando imagens de radar e realizando pesquisas de campo, cientistas do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) manifestaram grande interesse em caracterizar e entender o ecossistema das campinas e sua faixa de transição para as grandes matas densas das colinas síltico-argilosas, dotadas preferencialmente de latossolos amarelos. No entorno das campinas, foi possível definir o ecossistema da campinarana. No jargão dos pesquisadores do Inpa, generalizou-se a expressão *white sands* para caracterizar as diferentes áreas de ocorrência de campinas. Foi fácil entender que se tratava de manchas campestres, em um chão de areias lavadas, incluindo arbustos e arboretos esparsos, com muito chão exposto aos raios solares, incluindo palmeirinhas dispersas e uma biota solidária. A campinarana, por oposição, é um tipo naturalmente modificado de florestas, comportando árvores de troncos finos e esguios, em um conjunto de dossel bem mais baixo do que as grandes e contínuas matas envolventes.

Em termos tipológicos, pudemos definir, ao fim da década de 1970, a existência de alguns tipos de ocorrências de areias brancas, a saber:

- manchas de areias brancas de membros ou lentes espessas de formações modernas, expostas localmente em interflúvios ou vertentes suavemente onduladas;
- manchas de baixos terraços de vales de igarapés ou riozinhos e rios; em geral, descontínuas e dissecadas (a NE de Manaus e arredores de Balbina);
- grandes manchas de areias brancas de rios que mudaram de posição, abandonando extensas faixas de seus leitos arenosos antigos, quando dominava o transporte de areias quase puras, em clima savanóide ou semi-estépio (protótipo encontrado no alto Moju, a leste de Tucuruí);
- no caso do rio Moju, na *back swamp* superarenosa — sujeita a transbordos razos —, uma várzea arenosa embutida em terraços pares de areias, de um passado de climas e ecologia de savanas. Os terraços possuem campinaranas, e a beira, soerguida por aluviação de margem, possui florestas galerias estreitas, com matilhas biodiversas. O rio Moju é um pequeno curso d'água, que substituiu o grande rio do passado, que mudou de curso: pode ser caracterizado como um rio *misfit*, em linguagem hidrogeomorfológica. É possível que as areias do paleovalle do Moju tenham certo grau de antigüidade no interior do Pleistoceno Superior, balizando uma época de climas savanóides e mudanças epirogênicas, responsáveis

por mudanças de posição de rios de grande porte (paleo-Tocantins?);

- paleoleitos de rios de porte médio, com faixas de areias brancas fluviais, encimadas por campos de dunas descontínuas, em corte da E. F. Porto Santana-Serra do Navio; em posição suspensa, encravadas nas colinas que precedem Porto Platon (paleo-Araguari?). Nada sabemos de tais depósitos fluviais de paleoleito abandonado; nem mesmo, se eles são penecontemporâneos entre si;

- encontro inusitado de grandes lentes de areias brancas, no fundo do leito rochoso do rio Tocantins — em posição abaixo do nível do mar — durante as escavações feitas em trecho dessecado para a construção do reservatório de Tucuruí.

No caso, com certeza os velhos bancos de areias basais do talvegue mais fundo do Tocantins, no sítio da barragem, representa depósitos contemporâneos ao rebaixamento do nível do mar, a menos 100m, por ocasião do Pleistoceno Terminal, entre 23 mil e 13 mil anos A.P. Trata-se de uma ocorrência suficiente para documentar a natureza paleoclimática que presidia a bacia do Tocantins, no momento do rebaixamento glácio-eustático máxima da época *Würm IV - Wisconsin Superior*.

A partir de 1974, Jean Tricart — pioneiro incontestado da interpretação mais plausível sobre as 'linhas de pedra' do Brasil de sudeste — passou a divulgar suas observações de geomorfologia climática sobre a Amazônia (*Existence des périodes sèches au Quaternaire en Amazonie et dans les regions voisines*, 1974; *Influence des oscillations climatiques récentes sur le modèle en Amazonie orientale (région de Santarém)*, 1975; e, mais recentemente, em 1985, um trabalho intitulado *Evidence of Upper Pleistocene dry climate in northern South America (in Douglas e Spencer)*). Identicamente, André Journaux, em pesquisas realizadas na Amazônia, por volta de 1974-75, elaborou um excelente trabalho, em que, através de observações sobre os depósitos superficiais, deixa documentos importantes, relacionados às variações climáticas do Quaternário na Amazônia Brasileira (Journaux, 1975).

Ao longo das estradas que cortam a região dita 'da Bragantina do Pará', fizemos constatações sobre depósitos sub-recentes de areias brancas, em veredas de igarapés; constatamos cascalheiras fluviais em cimeira de tabuleiros, as quais, pelo oposto, devem ter uma idade referível ao Pleistoceno Inferior. Tais registros sedimentários tão variáveis entre si — ocorrentes de modo diferenciado em cada subárea da Amazônia — revelam zonações climáticas mais complexas do que a princípio se imaginava no universo espacial da Amazônia. A região tem um caráter de palimpsesto de ocorrências fragmentárias, sob a forma de um modelo quase indecifrável, constituindo um desafio. Caso se pudesse decifrar o conjunto da zonação paleoclimática e paleoecológica do Pleistoceno Terminal, já seria uma grande conquista científica. Mas não é dado a ninguém o direito de pregar mais do que já foi feito por especuladores de todos os naipes, a fim de verificar fatos da estrutura superficial da paisagem, em sua realidade vertical e possível extensão espacial.

Um último trabalho, divulgado na França e assinado por numerosos colaboradores, tornou possível divulgar quatro períodos de recuo da floresta tropical nos últimos 60 mil anos, em uma área restrita do sudeste da Amazônia (Absy, Cleef, Fournier, Martin, Servant, Sifeddine, Ferreira da Silva, Soubies, Suguio, Turcq, van der Hammen — *Mise en évidence de quatre phases d'ouverture de la forêt dense dans le sud-est de l'Amazonie au cours des 60.000 dernières années. Première comparaison avec d'autres régions tropicales*).

Com muito cuidado na multiplicação de estudos de campo, sobre a estrutura superficial da paisagem de diferentes quadrantes e subespaços da Amazônia sul-americana, poderemos ajustar melhor os dados de um enigma que envolve indicadores geológicos, paleobotânicos e paleontológicos e minirelictos de uma história ecológica fascinante. O recente trabalho publicado pela *Revista do IEA-USP*, de autoria de um dos fundadores essenciais da Teoria dos Refúgios — Juergen Haffer (1992) —, em que se revêem questões relacionadas a 'ciclos de tempo e indicadores de tempo na história ecológica da Amazônia', é uma contribuição extraordinária nessa direção. A nós brasileiros, cabe decifrar melhor o palimpsesto amazônico.

Os trabalhos que *Ciência Hoje* reúne neste seu número especial têm esse objetivo. Parabéns aos que atenderam ao desafio.

Aziz Ab'Sáber

Pesquisador-vizitante do Instituto de Estudos Avançados da USP

APRESENTAÇÃO



UM MUNDO DE CIÊNCIA

Além de todos os problemas do efeito estufa, surge um dado novo em pesquisas realizadas na Áustria, a radiação do ultravioleta reduz a massa de bactérias que processam o lixo do mar. Por Salatiel Menezes.

TOME CIÊNCIA

Há cerca de 300 anos explora-se madeira na Amazônia. Quais os impactos dessa atividade? Algumas espécies são reduzidas, porém outras podem até ser favorecidas pela extração. Por Adriana M. Z. Martini, Nelson A. Rosa, Christopher Uhl.

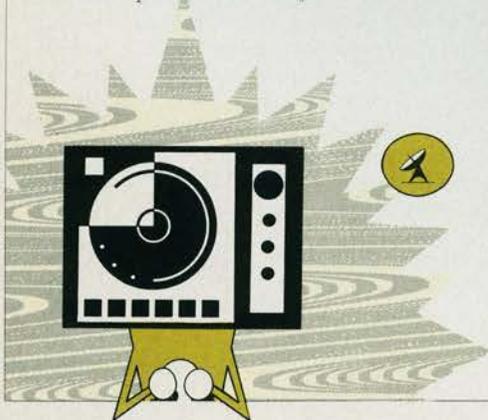
RESENHA

Em *Descobertas acidentais em ciências*, Royston Robets mostra que muitas descobertas científicas nascem de acidentes, desde que eles aconteçam na hora certa à pessoa certa. A ciência seria então, mais do que a aplicação rigorosa de um método, uma combinação de sorte e sagacidade? Por Jesus de Paula Assis.

Angelo Machado comenta o livro *Diálogo sobre ecologia, ciência e política*, que traz para o público não-especializado os temas discutidos pelos cientistas brasileiros e estrangeiros que participaram da Rio 92.

OPINIÃO

O Sistema Brasileiro de Radiodifusão deve ser alterado na revisão da Constituição, e o Estado poderá ficar à margem das TVs. Para Regina Mota, a sociedade civil precisa estar informada e atuar na defesa de seus interesses quanto aos serviços de rádio e televisão.



1 Dunas Gigantes e Campos de Areia 22

João Orestes S. dos Santos, Bruce W. Nelson, Carlos Alberto Giovaninni

Estudos feitos em dunas do Pantanal Setentrional indicam a ocorrência de períodos áridos no passado da Amazônia.

8 Paleocologia 26

Maria Lúcia Absy, Michel Servant, Miriam Laila Absy

A Paleocologia tem recorrido à pesquisas com pólen em sedimentos e carbono radioativo para reconstruir a história da vegetação e do clima no decorrer do tempo.

12 Paleoclima e Geologia 31

Bruno Turcq, Kenitiro Suguio, Louis Martin e Jean Marie Flexor

Estudos realizados em Carajás revelam o paleoclima dos últimos 60 mil anos e permitem calcular o fluxo do quartzo depositado nos lagos da região.

14 Solo e Clima 36

Yves Lucas, François Soubiès, Armand Chauvel

Os solos do planeta têm idades muito variadas e algumas de suas características podem revelar os eventos climáticos que ocorreram nos últimos milhares de anos.

18 Rios da Amazônia 40

Edgardo Latrubesse e Elena Franzinelli

A influência das mudanças climáticas nos rios da Amazônia pode ser estudada através da geomorfologia e dos antigos depósitos sedimentares.

Aridez no Acre 44

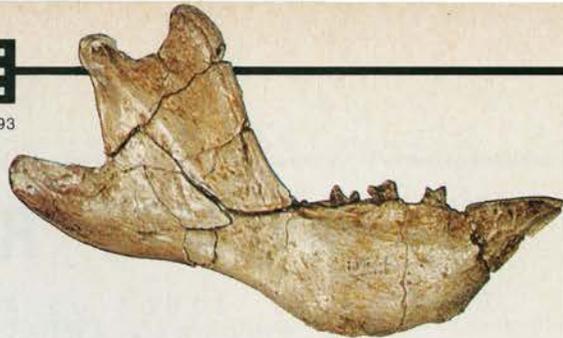
Barbara Kronberg e Rosalie Benchimol

Os sedimentos do Estado do Acre revelam forte presença do mineral gipsita. Esse processo, que ocorre hoje no nordeste da África, é forte evidência de que o Acre já foi uma região árida.

Mamíferos Fósseis 48

Alceu Rancy

Até recentemente afirmava-se que nas regiões de florestas tropicais não se encontram fósseis de vertebrados. Pesquisadores da Universidade Federal do Acre, entretanto, vêm revelando ao mundo a paleofauna da Amazônia.

**PERFIL**

Pesquisas em biologia marinha, política ambiental, literatura e indologia são algumas das muitas atividades de Marta Vannucci. Mas não há conflito. Em sua vida, o mar e a montanha, a ciência e os Veda convivem em ecológico equilíbrio.

É BOM SABER

O tipo de ocupação que vem sendo praticada na Amazônia, em geral, leva ao esgotamento do solo. Pesquisadores analisam alternativas para o uso da terra que levem em conta sua realidade ambiental. Por Virginia H. Dale, Marcos A. Pedlowski, Robert V.O. O'Neill e Frank Southworth.

A IX Conferência Internacional sobre Aids, realizada este ano em Berlim (Alemanha), fragilizou várias 'verdades' da área. Um delas foi a eficácia da droga AZT no que se refere ao prolongamento da vida ou à diminuição da velocidade de desenvolvimento da doença. Por Celso F. H. Granato.

52 CIÊNCIA E M DIA

O Instituto de Macromoléculas da Universidade Federal do Rio de Janeiro desenvolveu, a partir do plástico reciclado, um material resistente como a madeira e flexível como o plástico. Por Luisa Massarani.

61

Com as queixas dos brasileiros, a Gerência de Zoonoses do Instituto de Saúde do Distrito Federal está intensificando o acompanhamento da vida das 14 espécies de morcegos encontradas na cidade. Por Margareth Marmori.

Descobertas sobre ação antidiurética da angiotensina (1-7) podem contribuir para o tratamento da hipertensão arterial e apontam para o desenvolvimento de uma droga mais barata e mais eficaz. Por Marise Muniz.

TECNOLOGIA

O piloto automático fabricado em Minas Gerais para os carros da Ford é o tema da capa do suplemento de tecnologia que acompanha esta edição de *Ciência Hoje*. Os problemas da reciclagem do lixo, os avanços da tomografia por ressonância magnética nuclear e o projeto do satélite sino-brasileiro são outros assuntos em destaque no suplemento.



Capa Campo de dunas em Roraima (foto Bruce W. Nelson/INPA) sobre mapa da Amazônia (extraído de *Peters Atlas of the World*, Longman, 1990).



MULTI REDE DIGITAL

Finalmente, todos os meios de telecomunicações de sua empresa inteligentemente integrados.



A sua empresa pode dar um grande salto no uso de telecomunicações. Alguma coisa que muda radicalmente o conceito de movimentação da informação. A diferença é muito simples: digitalização. Para melhorar, acrescente outro detalhe: inteligência. Pronto, você começa a caminhar rumo à Integração Digital.

A integração digital

é a chave para entrar no clube dos vencedores.

As empresas buscam melhorar e manter sua posição competitiva através da qualidade de seus produtos e serviços e da produtividade operacional. As empresas que estão na vanguarda nessa busca já descobriram que seus Sistemas de Informação e de Telecomunicações devem estar intimamente relacionados com seus próprios negócios. Uma Rede Corporativa deve assegurar a integração de todos os processos que lidam com a informação na empresa. É a Integração Digital através da utilização das novas Tecnologias da Informação.

Voz, texto, dados, fax, vídeo.

Pela primeira vez, todos esses ovos numa mesma cesta, sem quebrar nenhum.

A informação na empresa pode se apresentar na forma de voz, texto, dados, fac-símile e vídeo. Todas estas formas de apresentação da informação são cada vez mais importantes. Utilizadas de modo articulado e combinado, resultam num poderoso instrumento de eficácia e de competitividade. Nas Redes Corporativas, a digitalização traz qualidade, confiabilidade e economia, e abre também um fascinante espaço de novas possibilidades. A Multi Rede Digital da EMBRATEL é uma plataforma para novas soluções de telecomunicações para as Redes Corporativas das empresas. Baseada em Gerenciadores de Banda Digital, oferece vias dedicadas de comunicação para a formação de Redes Privativas Integradas de voz, texto, dados, fax e vídeo. Trocando em miúdos, uma única rede serve para a transmissão de qualquer sinal digitalizado.

Velocidade, disponibilidade,

flexibilidade. Para terminar

- e rimar - rentabilidade.

A Integração Digital exige crescente capacidade de transmissão de informação. A Multi Rede Digital administra vias modulares de comunicação a 2 Mbps (dois milhões de bits por segundo). Tudo muito rápido e confiável. A Multi Rede Digital oferece às empresas acesso direto à supervisão e gerência dos recursos de sua Rede Privativa Integrada, além de mecanismos de detecção e

recuperação automática de falhas, atendendo aos requisitos de disponibilidade mais exigentes. Para as empresas, além da integração de informação digital numa única Rede Privativa, interessa flexibilizar dinamicamente o uso da capacidade de transmissão segundo a variação das necessidades. Através da Multi Rede Digital, pode-se, por exemplo, ao longo de um dia, ora destinar parte de uma banda de transmissão digital para suprir uma alta concentração de tráfego de um PABX, ora utilizar parte de uma banda para uma videoconferência, e assim acompanhar o dia-a-dia, o momento a momento da empresa. A rentabilidade é uma resultante do uso eficiente e econômico dos recursos da Multi Rede Digital na implementação da Rede Privativa Integrada de cada empresa. Para cada caso, um Projeto de Solução. A rentabilidade aparece também nos benefícios que a empresa certamente alcançará com a Rede Corporativa na perspectiva de seus negócios.

Entregue sua Rede Corporativa a quem tem sempre encontrado as melhores soluções.

EMBRATEL, é claro.

Para concentrar recursos e esforços cada vez mais em seus próprios negócios, as empresas estão praticando a terceirização, isto é, entregando a um ou mais fornecedores o estudo, a execução e o controle de determinadas atividades ou serviços. Com certeza, a terceirização dos serviços e redes de telecomunicações oferece vantagens fundamentais, evitando investimentos, reduzindo despesas fixas, evitando riscos de obsolescência. A EMBRATEL está pronta para ajudá-lo a encontrar a melhor solução para a Rede Corporativa de sua empresa, colocando à sua disposição uma longa e frutífera experiência em todas as áreas de atividade na prestação de serviços de telecomunicações:

- especificando e implantando grandes redes e sistemas;
 - negociando com fornecedores nacionais e internacionais;
 - operando e gerenciando grandes redes e sistemas;
 - prestando serviços públicos e privados em âmbito nacional e internacional;
 - internalizando novas tecnologias;
 - relacionando-se com operadoras de telecomunicações no Brasil e no exterior;
 - dando suporte técnico a grandes Clientes.
- Com a Multi Rede Digital, sua empresa ganha duas vezes: os benefícios da terceirização e as vantagens de uma rede própria. Se você desejar mais informações sobre a Multi Rede Digital, entre hoje mesmo em contato com a EMBRATEL. É claro que ainda temos muito a dizer e muito a ouvir.

**MULTI REDE
DIGITAL
MAIS UMA SOLUÇÃO
EMBRATEL**

S E M P R E A M E L H O R S O L U Ç Ã O

MULTI REDE DIGITAL  **EMBRATEL**
Empresa do SISTEMA TELEBRAS

O ultravioleta e o ecossistema oceânico

O efeito do UV-B sobre bactérias que reciclam a matéria orgânica do mar

Há pouco mais de 10 anos, cientistas perceberam que algumas atividades antropogênicas estavam danificando a camada de ozônio atmosférico que envolve a Terra, protegendo sua superfície dos raios componentes do espectro solar: ultravioleta curto (até 280 nanômetros) e médio (280 a 320 nm). O ultravioleta médio é chamado de baixa cancerígena do sol ou, simplesmente UV-B. Os fotobiologistas já sabiam que, sem essa proteção, praticamente todas as formas de vida desapareceriam em pouco tempo.

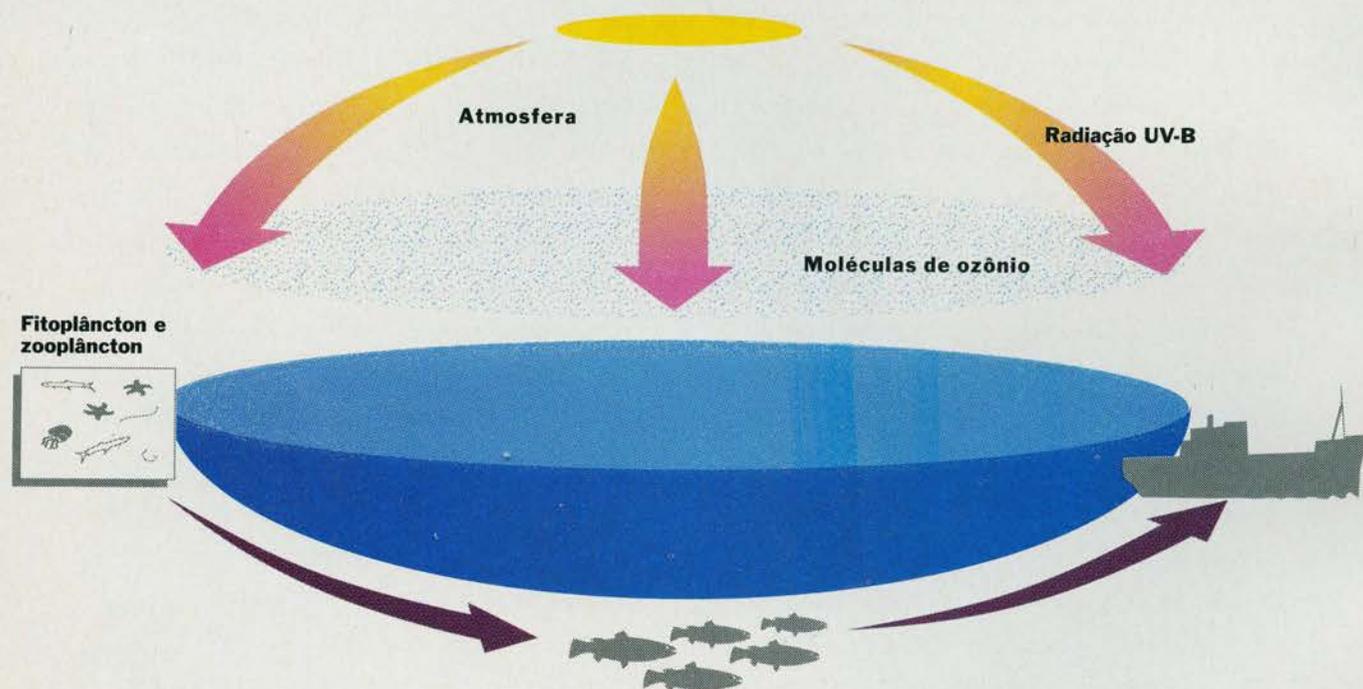
Dado o alarme, cientistas e ambientalistas se mobilizaram para detectar os agentes causadores da destruição do ozônio e, se possível, eliminá-los. A UNEP (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente) designou cientistas para relatar a evolução do problema e investigar os efeitos biológicos dos raios ultravioleta

(UV-B). Logo, alguns gases foram apontados como 'vilões', principalmente os clorofluorcarbonetos, de larga utilização industrial em sistemas de refrigeração, tintas, *sprays* etc., e portanto de enorme significado econômico.

Apesar de existirem ainda muitas questões sem resposta sobre as causas e as conseqüências dos danos ao ozônio atmosférico provocados por determinadas atividades humanas, não há mais a menor dúvida de que sua proteção é absolutamente necessária. É verdade que sua destruição seria um processo lento, de tal modo que, mesmo que as medidas drásticas preconizadas na reunião da UNEP de Londres, em junho de 1990 – parada total e imediata da produção de gases que destroem o ozônio – fossem adotadas, o efeito desses gases se manteria por décadas e a reposição total do ozônio atmosférico demandaria um século!

Entretanto, por suas implicações econômicas, a adoção dessas medidas drásticas é praticamente impossível. Resta, então, pesquisar mais para conhecer melhor as relações entre a diminuição da camada de ozônio e seus efeitos biológicos, com o objetivo de reduzir os efeitos indesejáveis. Faltam ainda muitas informações sobre os mecanismos de ação do UV-B (espectro de ação, relação dose-efeito, processos de reparo e adaptação celular, interações sinérgicas ou antagônicas entre os diversos comprimentos de onda do espectro solar, ou entre o UV-B e outros agentes de poluição ambiental).

Recentemente percebeu-se, através do espectro de absorção do ozônio, que a diminuição desse gás na atmosfera não só implica o aumento global do UV-B que atinge a superfície terrestre, mas também provoca uma mudança qualitativa, ao promover um deslo-



Representação esquemática da cadeia alimentar. Na superfície do mar está o fitoplâncton, células vegetais fotossintéticas, continuamente expostas aos efeitos da radiação do UV-B. Essas células microscópicas servem de alimento para o zooplâncton e para alguns peixes que, por sua vez, servem de alimento para peixes maiores. No topo dessa cadeia está o homem. A diminuição da biomassa de fitoplâncton pelo UV-B causa um efeito em cadeia até o homem, o chamado 'efeito dominó'.

camento do espectro do UV solar que chega à superfície para comprimentos de onda mais curtos. Isso pode ser ainda mais perigoso para os seres vivos do que o aumento da dose efetiva total entre 280 e 320 nm.

Embora os 'buracos' na camada de ozônio se localizem em regiões determinadas e ocorram em certas épocas do ano, eles são apenas a manifestação mais visível de um fenômeno global, constante: o adelgaçamento dessa camada em toda a atmosfera terrestre. Isso significa que todo o planeta, mesmo em latitudes tropicais, está sujeito aos efeitos diretos do aumento da radiação UV-solar (ver 'Classificação da radiação ultravioleta', em *Ciência Hoje*, nº 54, p. 29).

Apesar de muitas questões permanecerem sem resposta, algumas previsões de efeitos biológicos decorrentes do aumento de UV-B já estão bem definidas, com base em dados científicos indiscutíveis.

Sobre os seres humanos, esse aumento provoca específica e diretamente diminuição, ou mesmo supressão, do sistema imunológico, o que pode levar ao incremento da ocorrência e da severidade de doenças infecciosas, com a conseqüente redução da eficiência dos programas de vacinação.

Sabemos hoje que a imunossupressão induzida por UV-B é a mesma, tanto para indivíduos pouco pigmentados quanto para os muito pigmentados. Esse fato coloca a população mundial sob igual risco de aumento de casos de tuberculose, lepra e outras doenças que, em alguns países, consideravam-se erradicadas.

Também verifica-se um aumento dos casos de catarata e de cegueira fotoinduzida. Calcula-se que a diminuição de 1% do ozônio atmosférico promova o aumento de 0,6% dos casos de catarata produzidos por UV-B solar. Ou seja: o aumento esperado é de 100 mil novos casos de cegueira no mundo.

Um outro efeito dramático é o aumento do câncer de pele: cada 1% de destruição do ozônio corresponde a um aumento de 3% na incidência desse tipo de câncer, incluindo o mortal melanoma.

Em relação ao meio ambiente, os prejuízos não são menos importantes. Calcula-

se que metade das espécies de plantas superiores da Terra são sensíveis ao UV-B. Um aumento significativo dessa radiação diminuirá drasticamente a fixação de nitrogênio em plantas superiores, que é mediada por microorganismos sensíveis ao UV.

Dessa forma, a produtividade e o potencial nutritivo de plantas importantes para a alimentação humana, como feijão, milho, arroz e soja, serão reduzidos, agravando-se os problemas da fome no mundo.

O fitoplâncton marinho produz pelo menos a mesma quantidade de biomassa que todos os ecossistemas terrestres. Os ecossistemas aquáticos (sobretudo nas regiões polares) já refletem hoje, comprovadamente, o aumento do UV-B devido à diminuição do ozônio, apresentando uma redução mensurável da biomassa. Como esta é a base da cadeia alimentar nos oceanos, pode-se prever um pernicioso 'efeito dominó' sobre todos os outros níveis tróficos.

Por outro lado, o fitoplâncton oceânico é o mais eficiente sistema de retirada de dióxido de carbono da atmosfera. Os danos que ele sofre pelo aumento de UV-B determinam aumento da concentração de dióxido de carbono na atmosfera, o que contribui para o 'efeito estufa'.

Além do mais, o aumento do UV-B prejudica a formação, pelo fitoplâncton, de dimetil sulfato, um precursor da nucleação de nuvens. Esses dois últimos efeitos podem afetar seriamente o clima global, com conseqüências de difícil previsão.

Em trabalho recente,* Gerhard Herndl, da Universidade de Viena, e colaboradores apresentam resultados de experiências que demonstram claramente uma ação do UV-B até então desconhecida, com importantes implicações ecológicas. Trata-se da influência do UV-B sobre as bactérias marinhas, que habitam a superfície das águas ou se localizam até 10m de profundidade: o bacterioplâncton, principal responsável pela reciclagem da matéria orgânica do mar.

Esses pesquisadores mostraram que o aumento do UV-B tem como conseqüência a diminuição da atividade bacteriana, o que leva ao aumento da massa de matéria orgânica não reciclada. Mais ainda:

eles demonstraram que essas bactérias não têm capacidade de se adaptar ao aumento do UV-B. Assim, o aumento dessa radiação significa a fatal redução da massa de bacterioplâncton e o aumento de lixo orgânico no mar.

Que conseqüências podem advir para o equilíbrio do ecossistema oceânico, em virtude desse desequilíbrio fotoinduzido, ainda é apenas uma especulação, porque os dados obtidos não permitem previsões cientificamente bem fundadas.

Mas esse trabalho é mais uma evidência daquilo que vem se delineando cada dia com mais clareza: a frágil camada de ozônio que envolve a Terra é fundamental para o equilíbrio ecológico que sustenta as diferentes formas de vida no planeta. Ela é bem mais importante para nós do que as razões econômicas, cinicamente levantadas pelos que se opõem a uma política draconiana de proibição de produção e uso de qualquer substância química capaz de destruir esse escudo protetor.

* *Nature*, vol. 361, pp. 717-719, fevereiro de 1993.

Salatiel Menezes

*Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.*

De volta ao futuro

Enquanto a maioria dos cientistas investigam as conseqüências futuras do efeito estufa projetando modelos climáticos futuros da Terra, alguns deles se baseiam nas variações de temperaturas ocorridas no passado.

Num encontro da Royal Society (Inglaterra), pesquisadores discutiram como entender porque na era Mesozoica, de 65-248 milhões de anos AP (antes do presente), a temperatura média da superfície global era bem mais quente que a atual, de 6 a 14 °C mais elevada, o que poderia ajudar a prever as perturbações climáticas futuras da Terra como conseqüência do aumento da emissão de gases na atmosfera.

Eric Barron, da Universidade da Pensilvânia (EUA), usou um modelo de circulação geral chamado GENESIS para determinar qual o fator responsável pelo aumento de temperatura na era cretácea (período de 65-144 milhões de anos AP): a mudança na distribuição geográfica dos continentes ocorrida nessa época ou a concentração de dióxido de carbono na atmosfera.

Em 1984, Barron e W.M. Washington, usando um modelo bem menos sofisticado que o GENESIS, haviam concluído que a distribuição geográfica dos continentes teria sido bem mais importante que o teor de CO₂ na atmosfera. O resultado mostrava pouca analogia com o efeito estufa atual. Mas o modelo só levava em conta a temperatura média anual da Terra e desprezava a inércia térmica dos oceanos. O modelo GENESIS leva em conta a variação sazonal de temperaturas e a estrutura de camadas do oceano. O resultado é bem diferente.

Foi com muita surpresa que Barron e seus colaboradores observaram que a mudança da geografia dos continentes, ocorrida na época cretácea, produzia não um aquecimento mas um resfriamento global médio de 0,2°C. Por outro lado, quando aumentavam o teor de CO₂ na atmosfera, para quatro vezes acima do teor atual, a temperatura da superfície global era aumentada em 5,5°C. Essa observação leva a crer que o período cretáceo foi uma época de 'efeito estufa' e portanto pode nos ajudar a fazer previsões sobre as futuras mudanças climáticas.

Todos esses resultados dependem do

fator de sensibilidade climática, definido como o aumento na temperatura média global quando se duplica o teor de CO₂ na atmosfera. O fator de sensibilidade ainda é mal conhecido, e segundo o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPPC) ele pode ser estimado entre 1,5 e 4,5°C.

A sensibilidade calculada pelo modelo GENESIS é de 2,3°C, situada portanto bem no meio da faixa do IPPC. Em vista desse resultado, Barron se animou a calcular as concentrações de CO₂ atmosférico correspondentes às sensibilidades máximas e mínimas da escala do IPPC. Para uma elevação de temperatura de 6 a 12°C, uma sensibilidade climática de 4,5 °C indicaria um nível de CO₂ atmosférico, na era cretácea, de 2,7 a 5,3 vezes mais alto que o atual. Por outro lado, uma sensibilidade climática de 1,5°C iria requerer uma concentração de 8 a 16 vezes superior à atual.

Comparando esses resultados com as evidências geológicas da era cretácea, segundo as quais a concentração de CO₂ seria de 4 a 9 vezes maior que a atual, o modelo sugere que quando se duplica a concentração de CO₂ na atmosfera a sensibilidade climática se aproxima do máximo da escala do IPPC.

Esse trabalho de Barron aproxima os especialistas em modelagem computacional dos geólogos que estudam os climas de épocas passadas a partir de rochas e fósseis.

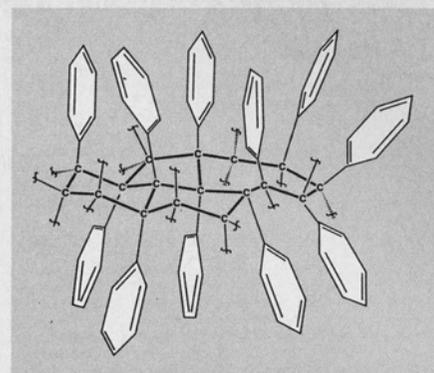
O passado pode resolver os mistérios do futuro!

Nature, vol. 362, p. 110 (1993).

Produção de diamante em laboratório

Foi procurando desenvolver cerâmicas para a microeletrônica que os químicos Glenn T. Visscher, David C. Nesting, John V. Badding e Patricia A. Bianconi, da Universidade da Pensilvânia (EUA), obtiveram uma nova espécie de compostos de carbono: um polímero com ligações tetraédricas e propriedades semelhantes às do diamante.

Na natureza, o carbono tetraédrico só forma o diamante natural sob temperatura e pressão extremamente elevadas. A forma encontrada mais comum é o grafite, um material preto e muito mole, em que



Representação esquemática do polímero, mostrando diamante cristalino e grafite.

os carbonos são enfileirados com duplas ligações entre si.

Esse polímero tem uma espinha dorsal formada por unidades repetitivas em que um único átomo de carbono compõe uma rede tridimensional ao nível atômico. A diferença com os fullerenos, cubanos e dodecaedranos é que estes adotam formas poliédricas simétricas e regulares, que influenciam fortemente suas propriedades, enquanto a rede do polímero é aberta e de construção randômica tendo portanto uma forma irregular.

O polímero obtido pelos pesquisadores foi dissolvido em solventes orgânicos e submetido a aquecimento. Quando a substância resultante foi triturada, verificou-se que não era simplesmente grafite e sim uma substância extremamente dura. As análises do material por difração de Raios-X e por espectrometria Raman (que dá informação sobre a estrutura da substância) mostraram tratar-se de um composto cristalino com propriedades análogas ao diamante.

Filmes com depósitos de cristais de diamantes em superfícies são feitos com o emprego de microondas sobre moléculas gasosas de metano, para liberar os átomos de carbono que se depositam na superfície sob forma de diamante. O processo chamado CVD (Deposição por vapor químico) é lento e difícil de controlar.

O polímero de carbono é uma nova alternativa para fazer filmes resistentes de diamantes, de espessuras variadas, que a indústria pode usar para revestimentos, desde lentes de óculos de sol até discos rígidos de computadores.

Science News, vol. 144, p. 9 (1993).

Science, vol. 260, p. 1.496 (1993).

Espécies madeireiras

Primeira tentativa de avaliar a resistência aos impactos da exploração

A exploração madeireira na Amazônia não é uma atividade recente. Vem sendo exercida na região há cerca de 300 anos. No início, era realizada de forma bastante seletiva, ou seja, pela extração de poucas espécies de madeira, com poucos danos para o ambiente florestal. Nas últimas duas décadas, porém, começou a se desenvolver em algumas regiões – as antigas fronteiras de ocupação da Amazônia – uma exploração mais predatória, intensa e mecanizada, com o uso de tratores pesados e caminhões que extraem maior número de espécies.

Os impactos causados por esse tipo de extração sobre o ecossistema florestal e sobre a economia da região amazônica têm sido alvo de discussões, tanto no nível nacional como internacional. Alguns desses impactos vêm sendo avaliados em trabalhos desenvolvidos na região amazônica (ver 'Seleção predatória', em *Ciência Hoje*, nº 55, e 'Os caminhos do fogo', em *Ciência Hoje*, nº 40). Pouco se tem discutido, porém, quanto aos impactos que a exploração exerce sobre as

espécies madeireiras que são o recurso básico para a manutenção dessa atividade.

A atividade madeireira afeta a flora

As espécies madeireiras estão sujeitas a três impactos principais. Primeiro, a atividade madeireira elimina os indivíduos de grande porte, que exercem importante papel na produção de sementes; segundo, os danos causados aos indivíduos jovens durante a extração prejudicam o estoque remanescente e, dessa forma, contribuem para que as populações de certas espécies diminua (em Paragominas/PA, para cada árvore extraída, 27 são severamente danificadas); terceiro, a abertura no dossel – a copa das árvores –, decorrente da atividade madeireira, cria condições para a entrada do fogo na floresta e, assim, pode comprometer as espécies não resistentes ao fogo.

Elaboramos, então, a hipótese de que certas características apresentadas por uma espécie madeireira possam ser decisivas para sua sobrevivência diante desses

impactos da extração. Identificamos sete características biológicas que poderiam favorecer a manutenção das populações de espécies extraídas. São elas: (1) capacidade de dispersar as sementes a longas distâncias; (2) grande quantidade de indivíduos jovens na regeneração, principalmente em clareira; (3) crescimento rápido; (4) capacidade de rebrotar quando danificadas pela exploração; (5) casca de espessura grossa, apta a resistir ao fogo; (6) presença em toda a Amazônia; (7) densidade populacional alta. As espécies com características opostas a essas, de acordo com a nossa hipótese, apresentam maior dificuldade em manter suas populações em ambientes alterados pela exploração madeireira (figura 1).

Levando em consideração a importância dessas características, reunimos informações a respeito de 305 espécies madeireiras da Amazônia brasileira. Todas as informações foram obtidas a partir do conhecimento de Nelson de Araújo Rosa, botânico que desenvolve seu trabalho há mais de 20 anos na região, e através de

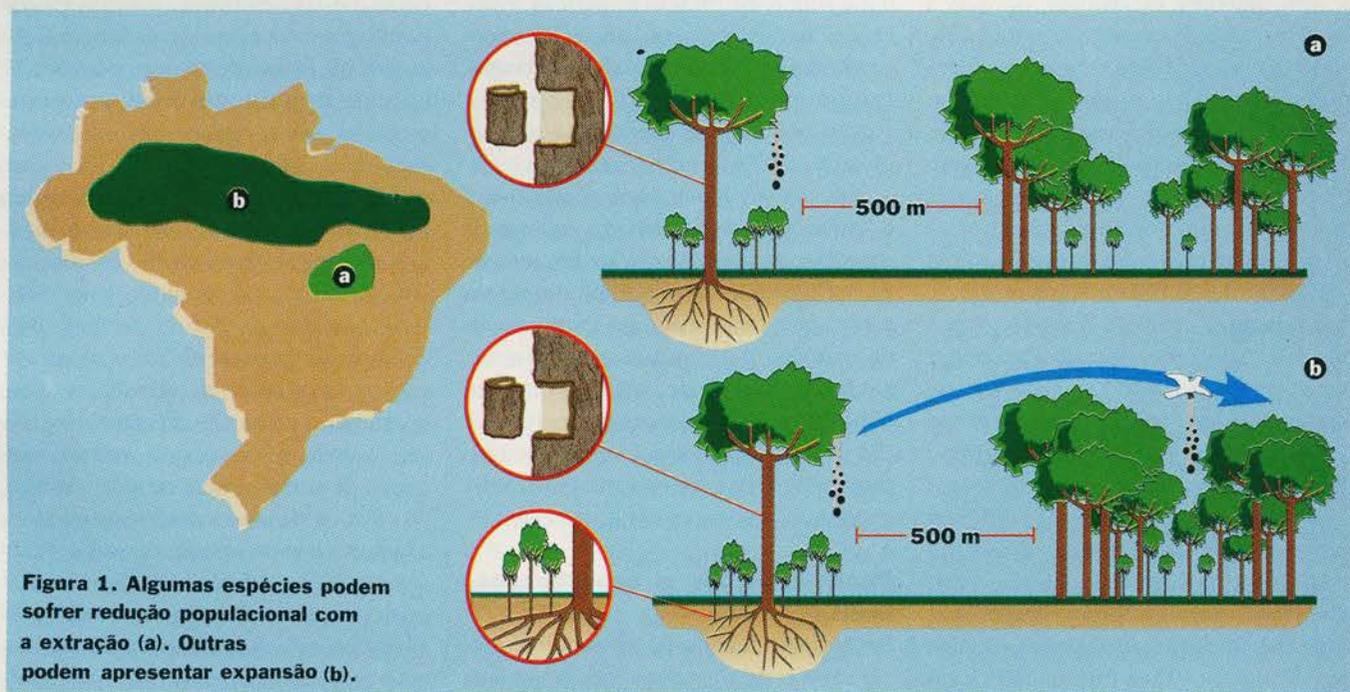


Figura 1. Algumas espécies podem sofrer redução populacional com a extração (a). Outras podem apresentar expansão (b).

consulta a herbários de Belém (Museu Emílio Goeldi e Embrapa). O objetivo central do trabalho foi identificar quais as espécies madeireiras que podem estar sofrendo reduções populacionais em decorrência da atividade madeireira.

A fim de classificar uma espécie como mais, ou menos, capacitada para suportar os impactos da exploração madeireira, realizamos uma espécie de questionário sobre características das árvores. Nesse questionário, foram atribuídos três pontos a cada característica favorável, um ponto para características que as tornam mais frágeis, e dois pontos para características intermediárias. Por exemplo, no caso de uma espécie que apresenta alta frequência de jovens na regeneração natural em clareiras da floresta, são atribuídos três pontos, pois se retirarem os indivíduos adultos da floresta, permanece ainda um estoque para o futuro; aquelas cujas mudas e jovens são raramente encontradas na regeneração natural receberam apenas um ponto.

Espécies potencialmente ameaçadas pela atividade madeireira

Com a soma dos pontos das sete características, obteve-se um total para cada espécie. As espécies com menor número de pontos possuem características muito desfavoráveis, sendo, portanto, potencialmente ameaçadas pelos impactos da exploração. Quanto maior o número de pontos, maiores as chances de que a espécie venha a manter sua população, podendo até ser favorecida pelas alterações impostas pela atividade madeireira.

Obtivemos apenas uma espécie com nove pontos (mínimo) e uma espécie com 10 pontos. Com 11 pontos temos três espécies e assim por diante, chegando a ter 67 com 16 pontos e seis espécies com o máximo de 20 pontos (figuras 2 e 3). Separamos as espécies em três grupos relacionados ao grau de suscetibilidade, e temos então no grupo I as espécies que somaram de nove até 13 pontos, no grupo II, aquelas com 14 a 17 pontos e no grupo III, as espécies com 18 pontos ou mais.

O pau amarelo pode ser usado para representar as características desse primeiro grupo, pois reúne muitas características desfavoráveis à sobrevivência. Suas sementes são dispersadas geralmente num raio de apenas 100 metros; quando sofre

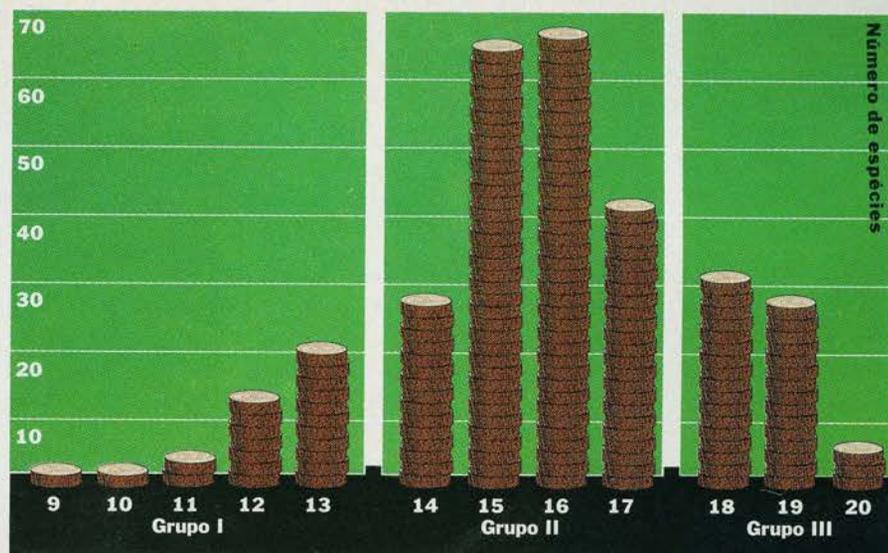


Figura 2. Classificação das espécies quanto à resistência aos impactos da exploração madeireira. Para essa classificação, foram atribuídos três pontos a cada característica favorável, um ponto para aquelas que as tornam mais frágeis e dois pontos as intermediárias. No grupo I estão as espécies que somaram entre 9 e 13 pontos, no grupo II, entre 14 e 17 pontos e no grupo III, as espécies com 18 pontos ou mais.

danos ou corte, tem dificuldade em rebrotar e suas mudas e jovens são dificilmente encontradas na regeneração natural da floresta. Além disso, ocorre principalmente na Amazônia Oriental, onde a extração madeireira é cada vez mais intensiva. Finalmente, é uma espécie pouco capacitada a aproveitar a abertura do dossel provocada pela atividade madeireira.

No outro extremo (grupo III) encontram-se 64 espécies talvez mais capacitadas a suportar a pressão madeireira. Entre elas, destacamos o ipê amarelo (*Tabebuia seratifolia*) e o cedro (*Cedrela odorata*), cujas populações podem até ser favorecidas por algumas alterações que a exploração madeireira provoca no ambiente.

Embora nenhuma espécie madeireira da Amazônia esteja totalmente ameaçada de extinção, os impactos da exploração podem ter outras conseqüências implícitas sobre a sua diversidade genética, através da extinção de populações inteiras ou, ainda, da extinção de indivíduos selecionados. Neste último caso, serão removidas da população as melhores características comerciais (por exemplo, fuste reto, resistência a doenças e a fungos etc.).

Recomendações e considerações finais

Em primeiro lugar seria interessante considerar o controle da quantidade retirada

de madeiras listadas no grupo I, até que existam dados suficientes para seu monitoramento ou que se afaste o perigo de impactos negativos sobre suas populações. É importante que se desenvolvam pesquisas a respeito do impacto da atividade madeireira sobre as populações dessas espécies.

Em segundo lugar, recomendamos a delimitação de áreas de proteção, principalmente na Amazônia Oriental, como passo fundamental para a manutenção de populações das espécies madeireiras. Algumas iniciativas deste tipo estão sendo empreendidas para tentar definir áreas de proteção para a região, como no Workshop-90 – encontro de pesquisadores realizado em Manaus para mapeamento das áreas de maior concentração de espécies endêmicas – e o trabalho de Crisomar Lobato, ecólogo do Instituto para o Desenvolvimento do Estado do Pará, para delimitação de possíveis áreas de preservação. Caso se confirme que já estão ocorrendo perdas na diversidade genética, é urgente começar a pensar num banco de germoplasma de indivíduos selecionados dessas espécies, de modo a assegurar a preservação das características que lhes conferem valor comercial.

Como primeira tentativa de relacionar as características das espécies madeireiras e seu relacionamento com a atividade

Características Ecológicas

	NOMES VULGARES	RAIO DE DISPERSÃO	REGENE- RAÇÃO	CRESCI- MENTO	REBROTA- MENTO	ESPESSURA DA CASCA	ÁREA DE OCORRÊNCIA	ABUNDÂNCIA DE ADULTOS	TOTAL	
ESPÉCIES QUE PODEM SER AMEAÇADAS										
	<i>Euxylophora paraensis</i> Huber	Pau-amarelo	1	1	1	1	2	1	2	9
	<i>Cassia scleroxylon</i> Ducke	Muirapixuna	1	1	1	3	1	3	1	11
	<i>Euplassa pinnata</i> (Lamb.) Johnston	Louro-faia	1	1	2	1	2	3	1	11
	<i>Alchorneopsis trimera</i> Lanj.	Canelarana	1	1	2	3	1	3	1	12
	<i>Minuartia guianensis</i> Aubl.	Aquariquara	1	1	1	3	1	3	2	12
	<i>Peltogyne maranbensis</i> Hub. et Ducke	Roxinho	2	1	2	1	1	3	2	12
	<i>Pitbecellobium racemosum</i> Ducke	Angelim-rajado	1	2	1	3	1	3	1	12
	<i>Sclerolobium goeldianum</i> Hub.	Tachi	3	1	2	1	1	3	1	12
	<i>Vouacapoua americana</i> Aubl.	Acapu	2	2	1	3	1	1	2	12
	<i>Aspidosperma album</i> Jacq.	Araracanga	3	1	2	1	2	3	1	13
	<i>Buchenavia parvifolia</i> Ducke	Tanimbuca-amarela	3	1	1	1	2	3	2	13
	<i>Iryanthera grandis</i> Ducke	Ucuubarana	3	2	1	3	1	2	1	13
	<i>Qualea albiflora</i> Warm.	Mandioqueira-lisa	2	1	2	1	2	3	2	13
	<i>Swartzia corrugata</i> Benth.	Coração	2	1	1	3	1	3	2	13
	<i>Switenia macrophylla</i> King.	Mogno	3	1	2	1	1	3	2	13
	<i>Torresia acreana</i> Ducke	Cerejeira	1	1	2	3	2	2	2	13

ESPÉCIES QUE PODEM SER FAVORECIDAS

	<i>Bagassa guianensis</i> Aubl.	Tatajuba	3	3	2	3	3	3	1	18
	<i>Castilloa ulei</i> Warb.	Caucho	3	3	2	3	2	3	2	18
	<i>Cordia scabriifolia</i> A. DC.	Freijó-branco	3	3	2	3	2	3	2	18
	<i>Couratari multiflora</i> (Smith) Eyma	Tuari-folha-miúda	3	3	2	3	2	3	2	18
	<i>Hevea brasiliensis</i> (Wild ex Juss.) Muell. Arg.	Seringueira	3	2	2	3	2	3	3	18
	<i>Hymenaea coubaril</i> L.	Jabotá	3	3	1	3	3	3	2	18
	<i>Ocotea guianensis</i> Aubl.	Louro-branco	3	3	3	3	1	3	2	18
	<i>Ormosia nobilis</i> Tul.	Tento-grande	3	3	2	3	2	3	2	18
	<i>Tapinira guianensis</i> Aubl.	Tapirinha	3	3	3	3	1	3	2	18
	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro	3	3	3	3	2	3	2	19
	<i>Ormosia coutinboi</i> Ducke	Buiuçu	3	3	3	3	2	3	2	19
	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart.) Standl.	Ipê-roxo	3	3	2	3	3	3	2	19
	<i>Tabebuia insignis</i> (Miq.) Sandw.	Pau d'arco	3	3	2	3	2	3	3	19
	<i>Tabebuia serratifolia</i> (Vahl.) Nicholes	Ipê-amarelo	3	3	2	3	3	3	2	19
	<i>Trattinickia burserifolia</i> (Mart.) Willd.	Breu-sucuruba-branco	3	3	3	3	2	3	2	19
	<i>Cedrelinga catenaeformis</i> Ducke	Cedrorana	3	3	3	3	3	3	2	20
	<i>Virola surinamensis</i> (Rol.) Werb.	Ucuúba-branco	3	3	3	3	2	3	3	20

Critérios para pontuação:

Raio de dispersão: 1 = dispersão de sementes geralmente restrita à copa; 2 = raio de dispersão geralmente restrito até 100 m; 3 = raio de dispersão freqüentemente maior de 100 m. Regeneração: 1 = jovens raros na regeneração; 2 = jovens com ocorrência média na regeneração; 3 = jovens comuns na regeneração. Crescimento: 1 = lento; 2 = intermediário; 3 = rápido. Rebrotamento: 1 = com dificuldade ou sem capacidade de rebrotar; 3 = rebrota sem problemas. Espessura da casca: 1 = fina (geralmente <0,5 cm); 2 = média; 3 = grossa (geralmente > 1cm). Área de ocorrência: 1 = principalmente na Amazônia Oriental; 2 = principalmente na Amazônia Ocidental ou Central; 3 = Amazônia toda. Abundância de indivíduos adultos: 1 = ocorrência rara; 2 = ocorrência média; 3 = ocorrência abundante (geralmente > 2 indiv./ha).

Características de uma seleção de espécies da Amazônia brasileira que podem ser ameaçadas ou favorecidas pela atividade madeireira

madeireira, este trabalho possui limitações. Primeiro, nossas classificações são, em geral, qualitativas e não quantitativas: baseiam-se na experiência e não em medidas tomadas no campo. Segundo, o nosso sistema de distribuição de pontos pressupõe que todos os parâmetros levantados tenham a mesma importância para a sobrevivência de cada espécie, e que a grandeza de variação dentro de cada parâmetro tenha o mesmo grau. Com

certeza, isso não ocorre na realidade.

Apesar das limitações, acreditamos ter mostrado que existem informações adequadas para listar as espécies madeireiras e começar a verificar quais podem ser as mais prejudicadas pela atividade madeireira. No decorrer do tempo, esperamos que outros pesquisadores possam contribuir para o conhecimento da flora madeireira e de sua resistência aos impactos da exploração.

Adriana Maria Zanforlin Martini

Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - Imazon.

Nelson de Araújo Rosa

Museu Paraense Emílio Goeldi.

Christopher Uhl

Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia - Imazon.

Centro de Pesquisa Agroflorestal dos Trópicos Úmidos.

O acaso planejado

O historiador da ciência Stephen Brush escreveu um artigo na revista norte-americana *Science* (vol. 183, pp. 1.164-72), com o título: 'Deve a história da ciência ser considerada X-rated?' (X é a classificação dada pela censura dos EUA para pornografia). O argumento de Brush é que a história da ciência está de tal forma recheada de violações de princípios, de teorias que são mantidas mesmo em vista de contra-exemplos gritantes, que é melhor esconder tudo isso embaixo do tapete. Para o estudante, seria mais seguro mostrar apenas a imagem tradicional e deixar a verdade para os mais crescidinhos na carreira.

Com *Descobertas Acidentais em Ciências*, de Royston Roberts, essa classificação muda. Ciência é, na verdade, programa livre, um pastelão onde o que mais se vê são pessoas distraídas escorregando a toda hora em equipamento sujo, abrindo frascos onde devia haver líquido e agora existe uma resina preta malcheirosa, sujeitos que resolvem fabricar corantes e aparecem com remédios, cientistas jogadores amadores de bilhar que, na falta de marfim para fazer as bolas, fabricam-nas com celulóide, o que as faz explodir quando a tacada é mais forte etc. *Groucho Marx* não faria melhor.

O que está por trás dos dois textos é a questão mais fundamental: o que distingue, afinal, a ciência de outras atividades humanas? Em ambos os casos, a resposta se dá pela negativa. Brush, com seu título pro-

vocativo, expressa a convicção de que a ciência não se distingue pela aplicação rigorosa de um método, que não existem regras racionais que todos os cientistas sigam em seu trabalho. Roberts parece negar que haja, na pesquisa experimental, muita coisa importante além de simples sorte.



DESCOBERTAS ACIDENTAIS EM CIÊNCIAS, de Royston M. Roberts. Tradução de André Oliveira Mattos e revisão técnica de Osvaldo Pessoa Júnior, Campinas, Editora Papirus, 1993, 326 p.

É claro que os cientistas fazem descobertas que estavam no programa, que são resultado de pesquisa dirigida que chega ao final previsto. Mas a literatura que Roberts coleciona mostra uma série de casos não de pequena, de comezinha, mas de grande pesquisa que levou a importantes descobertas, que aconteceram unicamente porque a coisa errada aconteceu na hora certa à pessoa certa.

Esse acaso – que só é percebido por quem está preparado, que acontece milhares de vezes à pessoa errada sem ser notado e acontece uma vez só ao sujeito certo e se transforma na chave para uma descoberta – é o que Roberts chama de 'serendipidade'. A palavra não existe ainda em português e o tradutor propõe que seja esta a forma aportuguesada da palavra inglesa *serendipity*, cunhada pelo escritor Horace Walpole há cerca de 200 anos.

Pela definição de Walpole, serendipidade é o fenômeno de alguém achar aquilo que não estava procurando. Mas com uma ressalva: o achado depende de sorte e de sagacidade. Encontrar o que não se espera é trivial; ter a sagacidade para perceber no acaso uma chave para algo escondido (e importante), não.

Colocadas as coisas dessa forma, as duas caricaturas – de Brush, da pornografia, e de Roberts, do pastelão – levam a uma nova questão: como uma mente está preparada para transformar o acaso em descoberta? Ou seja, embora os cientistas não pareçam trabalhar com um método muito bem definido, assentado em princípios rigorosos (Brush), e pareçam sempre estar dando com o nariz nas portas do acaso (Roberts), por que isso acontece justamente a essa classe de seres humanos e por que lhes acontece mais freqüentemente do que com outras pessoas?

A essa demanda mais complicada, Roberts não responde. Depois de seu catálogo de deliciosas trapalhadas, ele sugere que o fator essencial da transformação do acaso em descoberta é que as pessoas envolvidas (os cientistas) tiveram curiosidade para estudar o acidente que lhes aconteceu (p. 300). Na verdade, isso ape-

nas coloca o ponto a estudar em outro degrau, sem nada contribuir para elucidá-lo: curiosidade para estudar *qual* acidente? A qualquer um, em qualquer dia, acontecem centenas de acidentezinhos. Esses cientistas resolveram, por algum mecanismo, estudar o 'acidente certo'. Como?

Uma resposta mais cuidadosa a essa questão pode ser encontrada no trabalho de Thomas S. Kuhn, especialmente em seu *A estrutura das revoluções científicas*, escrito em 1962 e aumentado de um posfácio, em 1970. Para ele, a chave para se entender a atividade científica está em que ela é justamente uma atividade, algo que se aprende fazendo, algo que não se baseia em nenhum conjunto abstrato de regras que basta estudar e seguir. A educação do cientista se dá no contato com outros cientistas e na leitura do que é relevante numa dada área. Mas, mais importante que a leitura, é o contato com os mestres, o ver fazendo para, depois, fazer igual, que determina o sucesso.

Esse 'ver fazendo' é o que outro filósofo da ciência, Michael Polanyi, chama de *procedural knowledge* ou conhecimento que está embutido no procedimento, que não é explicitado em momento algum durante a educação do cientista.

Assim, os cientistas, mais que outros grupos, fazem descobertas ao acaso porque são preparados para isso desde o início de sua carreira, porque são preparados para desconfiar de alguns fenômenos inesperados e não de outros, porque são preparados para selecionar, dentre a plethora de acontecimentos no laboratório, aqueles que são relevantes para revelar alguma regu-

laridade escondida. Porém, que não se pergunte ao cientista como ele fez alguma coisa. Esse conhecimento existe, mas não cabe em palavras. A resposta será sempre a mesma trivialidade: método rigoroso aplicado a fatos que nascem de pesquisa dirigida. Essa é a imagem que a ciência vende de si própria, para os outros e para os próprios cientistas. Quando o estudioso não consegue explicar de outra forma como faz pesquisa, ele não está sendo leviano ou escondendo alguma coisa. Sua resposta apenas mostra que a educação científica tem um componente ideológico extremamente eficaz.

Mas tudo isso é reflexão teórica, que tenta aprofundar a questão, mas perde o sabor marxiano (de Groucho, não de Karl) dos fatos. Assim, é melhor esquecer as explicações que Roberts dá para aquilo que relata e deixar de lado, também, alguma imprecisão em sua distinção entre casos 'serendípticos' e 'não-serendípticos'. Como acontece com a maioria dos cientistas (e Roberts é um bem-sucedido químico), eles estão entre as pessoas menos indicadas para pôr em palavras os porquês daquilo que fazem. O que, como segue o argumento, não importa muito.

Jesus de Paula Assis,
Ciência Hoje/SP

Ecologia, apocalipse e muito mais

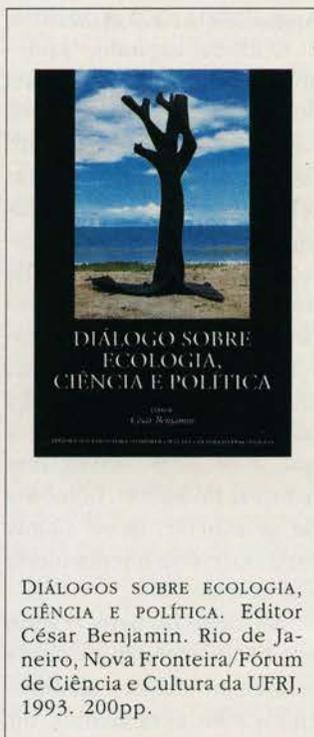
A Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92) motivou, em todo o mundo, especialmente no Brasil, uma verdadeira explosão editorial em torno dos problemas ambientais. Foram publicados desde agendas ecológicas e livrinhos destinados ao público infantil até textos especializados abordando as diversas facetas da questão ambiental. Sem dúvida, esse foi um dos aspectos positivos da Rio 92, especialmente num país em que a produção editorial é cronicamente raquítica.

Entretanto, como sempre acontece nesses períodos de grande excitação editorial, a qualidade dos livros produzidos foi irregular, aparecendo muitos textos sofríveis, destinados ao esquecimento. Não é esse o caso de *Diálogo sobre ecologia, ciência e política*, que tem como editor César de Queiroz Benjamim.

Resultado de uma co-edição entre a Editora Nova Fronteira e o Fórum de Ciência e Cultura da UFRJ, o livro tem o defeito dos bons livros: a gente lê depressa demais e ele acaba rápido. Seu objetivo foi tornar acessível a um público não-especializado os temas discutidos pelos cientistas brasileiros e estrangeiros que participaram de dois eventos paralelos à Rio 92: o Programa Científico do Grupo de Trabalho Nacional (GTN) e a Rio Ciência 92.

Para desempenhar essa tarefa, ninguém melhor do que César Benjamim, editor convidado, que, durante vários anos de trabalho em *Ciência*

Hoje, adquiriu grande experiência em traduzir em linguagem acessível os artigos produzidos por cientistas. No caso, entretanto, ele foi mais do que isso. Acompanhou os encontros, ouviu dezenas de horas de gravações, manuseou os textos preparados pelos relatores das mesas redondas, digeriu tudo, organizou



as idéias e completou informações com novas fontes. O resultado foi um texto elegante e inteligente, que não é mais dos participantes das mesas redondas, mas do próprio Benjamim, autor legítimo de *Diálogos sobre ecologia, ciência e política* e não simplesmente editor, como está na capa. De outro modo, teríamos a situação inusitada de um livro sem autor, pois certamente não se incluem nessa categoria as dezenas

de cientistas que participaram dos eventos científicos e têm suas idéias editadas no livro e referidas em notas abonatórias. Eles, no entanto, nada têm a ver com o texto.

Uma crítica que pode ser feita diz respeito ao título da obra. *Diálogo sobre Ecologia, ciência e política*. Ao colocar ecologia numa categoria diferente de ciência, fica implícita a idéia de que no livro ela não é considerada como tal, reforçando a visão popular segundo a qual ecologia é um modo de viver, uma filosofia, uma ideologia ou até mesmo uma nova religião. Com esse ponto de vista certamente não estão de acordo com os numerosos ecólogos participantes dos eventos que deram origem ao livro, os quais, pela própria denominação (Rio Ciência 92 e Programa Científico), foram eventos científicos. Estou certo também de que esse título não agradaria os biólogos, que lançaram as bases da ecologia como ciência, entre os quais se destacam o inglês Charles Elton e o dinamarquês Eugênio Warming.

Muito feliz foi a decisão de apresentar o texto sob a forma de diálogos, um recurso geralmente pouco usado. São famosos os diálogos de Platão e Galileu e, nos *Diálogos das grandezas do Brasil*, publicado em 1618 por autor desconhecido, tem-se uma visão realista dos principais problemas do Brasil seiscentista, através do ferrenho debate entre dois personagens fictícios: Brandônio, que apregoa as virtudes da Terra e Alviano, que a considera a pior coisa do mundo. Do mesmo modo, os dois personagens criados por César Benjamim, um expositor e um comentador, dão de maneira

viva e interessante uma visão atual dos principais problemas ambientais do mundo. Ambos estão preocupados com a crise ambiental, mas freqüentemente têm visões diferentes em relação ao assunto.

No primeiro capítulo, "Abertura: rumo à catástrofe", e de certo modo também no segundo, "População, explosão ou transição", suas posições são manifestamente conflitantes. O expositor defende as idéias do Relatório Meadows sobre os limites do crescimento e é um entusiasta da imagem criada por Keneth Boulding sobre a Terra como 'nave espacial' com recursos limitados. Já o comentador opõe-se a essas idéias, considerando-as demasiadamente catastróficas.

Para o leitor interessado em saber se, afinal de contas, o mundo vai ou não acabar com uma catástrofe ecológica, esta é uma das partes mais fascinantes do livro, que freqüentemente o leva a pensamentos do tipo: "quero ver como ele vai se sair dessa", aplicáveis ora a um, ora a outro dos interlocutores. Ao final não se chega a uma certeza quanto à inexorabilidade da catástrofe ecológica, o que, no meu entender e, ao menos por via das dúvidas, não deveria impedir que se fizesse um esforço para frear os atuais padrões de consumo, principalmente no Primeiro Mundo.

Já nos capítulos três e quatro – "Biodiversidade: defesa do futuro" e "Amazônia: cuidado, frágil" – a posição dos dois interlocutores é basicamente igual. Ambos são contra o atual modelo de exploração da Amazônia e reconhecem a importância da biodiversidade como valor a ser

usado dentro dos princípios de desenvolvimento sustentável. Entretanto, a divergência recrudescer quando, do tema biodiversidade, passa-se a discutir patentes.

No capítulo seguinte, que trata das mudanças atmosféricas globais, num diálogo inteligente e vivo, em que ora um ora outro dos interlocutores funciona como 'advogado do diabo', chega-se ao consenso de que as alterações na camada de ozônio constituem uma ameaça que o efeito estufa, assunto sobre o qual ainda pairam dúvidas.

O último capítulo, "Epílogo: o que é o homem?" trata de problemas filosóficos, como a abrangência do conceito de natureza e suas relações com o homem, ecologia como "disciplina articuladora do conhecimento de nossa época", até o enigma final: que é o homem? O capítulo termina com uma citação de Paracelso: "que é a natureza, senão filosofia? E que é filosofia, senão uma natureza invisível?". Como era de se esperar, nesse último capítulo os dois interlocutores não se entendem.

Ao longo do livro, o leitor recebe, de maneira gradual e sempre articulada com raciocínios mais abrangentes, um volume muito grande de informações, muitas das quais pouco conhecidas até mesmo por aqueles que se julgam atualizados com relação aos temas ecológicos. Por exemplo, fica-se entendendo a 'boa vontade' com que os Estados Unidos aceitaram o Protocolo de Montreal, que prevê a redução à metade, até 1995, dos gases responsáveis pelas mudanças na camada de ozônio, dos quais o mais importante é o clorofluorcarboneto (CFC). Eles já

têm patenteado o hidrofluorcarboneto (HFC), similar ao CFC, mas com pouco efeito negativo sobre a camada de ozônio. Assim, os americanos vão lucrar com o banimento do CFC.

No final, o livro contém 220 notas abonatórias de afirmações e conceitos expressos no texto, das quais apenas sete se originaram nas mesas redondas e debates da Rio Ciência 92 ou do Programa Científico do GTN. Na realidade, mais do que uma simples análise das discussões e temas tratados nesses dois eventos, ele é uma apresentação inteligente e lúcida de alguns dos principais problemas com que se depara a humanidade no limiar do terceiro milênio.



Português do Brasil

Português Brasileiro/ Uma viagem diacrônica (Editora da Unicamp, 1993), organizado por Ian Roberts e Mary A. Kato, documenta a dimensão e a qualidade da pesquisa brasileira sobre a história e a variação do português brasileiro. Indicado para os que têm interesse na variação e na mudança gramatical, o livro é uma homenagem a Fernando Tarallo, professor da PUC/São Paulo e da Unicamp, linguista engajado no desenvolvimento de uma 'sociolinguística paramétrica'. As 425 páginas trazem 12 artigos, além de abertura, prefácio e posfácio.



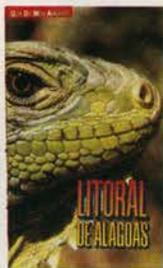
Terceira Margem das Letras

A Pós-graduação em Letras da Universidade Federal do Rio de Janeiro está lançando sua revista. É a *Terceira Margem*, que inclui artigos, ensaios na área de letras e linguística e tem uma parte monotemática, variável a cada número, segundo as linhas de pesquisa da Pós-graduação em Letras da UFRJ. O tema escolhido para o primeiro número é 'América, linguagem e sociedade'. Com 15 artigos e nove ensaios. Sai

Angelo Machado

Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais.

com apoio financeiro da Fundação Universitária José Bonifácio e dos Cursos de Pós-graduação em Letras da UFRJ.



Flora e fauna de Alagoas

O objetivo do *Guia do Meio Ambiente/Litoral de Alagoas* (1993) é popularizar o conhecimento sobre as paisagens, a fauna e a flora desse estado. As cerca de 180 páginas da publicação não pretendem só mostrar as belezas naturais de Alagoas, mas apontar também a degradação ambiental – cada vez mais violenta na região – e

ajudar na proteção dos recursos naturais. Fartamente ilustrado, com índice remissivo e glossário, o guia é uma publicação conjunta do governo do Estado de Alagoas, do Instituto de Meio Ambiente, da GTZ (*Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit*) e da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (Fapeal).



Paleoclima e ciclo do carbono

Paleoclimatic Changes and the Carbon Cycle, inaugura a Série Geoquímica Ambiental, que pretende publicar trabalhos avul-

sos organizados pelo Departamento de Geoquímica da Universidade Federal Fluminense, com apoio da Sociedade Brasileira de Geoquímica. Esse primeiro número, organizado por Luiz Drude de Lacerda, Bruno Turcq, Bastiaan Knoppers e Björn Kjerfve, inclui conferências feitas no *Workshop sobre o Ciclo do Carbono e as Mudanças Paleoclimáticas no Brasil*, realizado em janeiro de 1990, na Universidade Federal Fluminense. Os 16 artigos estão divididos em três capítulos (*Paleoclimatic changes, Quaternary carbon deposits e Present carbon deposits*). As publicações podem ser obtidas nos seguintes endereços: Biblioteca do Departamento de Geoquímica, Universidade Federal Fluminense, 24020-007, Niterói, RJ, Brasil. Sociedade Brasileira de Geoquímica, CP: 25008, 20552-970, Rio de Janeiro, RJ- Brasil.



Teoria e história

A Ed. da Fundação Getúlio Vargas lançou o décimo número de *Estudos Históricos/teoria e história*, revista da Associação de Pesquisa e Documentação Histórica (APDOC). Entre os nove artigos estão 'Gerson Moura – *in memoriam*', de Celso Lafer, 'Uma história dos conceitos: problemas teóricos e práticos', de Reinhart Koselleck, 'Memória e identidade social', de Michael Pollak, 'O campo na selva, visto da praia', de Eduardo Viveiros de Castro. O número traz ainda duas resenhas. Apoio da Fundação Banco do Brasil e do CNPq/Finep.

IBGE LANÇA O SEGUNDO VOLUME DE *BRASIL em números*

O IBGE acaba de lançar o segundo volume de **BRASIL em números**, uma publicação anual que resume as informações mais representativas do País. São ao todo 21 temas, entre eles: os pontos extremos do território brasileiro, a população, o número de pessoas ocupadas, a organização sindical, previdência social, habitação e saneamento básico, saúde, taxa de escolaridade, número de eleitores, agropecuária, indústria, energia e transporte. E ainda, na área de economia, índices de preços (INPC e IPCA), finanças públicas, moeda e banco, reservas internacionais do País no Banco Central e Contas Nacionais.

O novo volume de **BRASIL em números** traz também um capítulo sobre o Mercado Comum do Sul - MERCOSUL, com área e características da população dos países integrados: Brasil, Argentina, Paraguai e Uruguai.

Com mais de 100 páginas, a publicação foi aperfeiçoada no conteúdo e forma, com uso de tabelas, gráficos e mapas.

IBGE Centro de Documentação e Disseminação de Informações - CDDI
Rua General Canabarro, 666 - Maracanã - 20271-201 - Rio de Janeiro - RJ
Tel.: (021)284-0402 Fax: (021)234-6189 Telex: 2134128

A TELEVISÃO BRASILEIRA E A REVISÃO DA CONSTITUIÇÃO EM 1993

Na revisão da Constituição de 1988, prevista para 1993, a organização atual do Sistema Brasileiro de Radiodifusão deverá ser alterada. Se o texto original for mantido e regulamentado, existe a possibilidade de se ampliar a dimensão pública do serviço de utilidade pública da TV. Mas as posições privatistas defendidas pelos deputados, que representam os interesses particulares, poderão manter sua organização atual ou, até mesmo, deixar o Estado fora do negócio da televisão. O cidadão brasileiro conquistou novos direitos com a Constituição de 1988, que ainda não estão regulamentados e serão revistos pelo parlamento em outubro de 1993. Esta revisão permitirá um ajuste das leis e da realidade, o que pode significar, em alguns casos, uma melhor condição de governabilidade ou, em muitos outros, um retrocesso político.

Regina Mota

*Setor de Teleradiodifusão,
Departamento de Comunicação Social - FAFICH,
Universidade Federal de Minas Gerais.*

.....

Especificamente, o Capítulo V – DA COMUNICAÇÃO SOCIAL (Título VIII – DA ORDEM SOCIAL) não foi regulamentado, em grande parte, e pode vir a ser modificado nessa revisão.

O artigo 224 foi um dos raros desse capítulo que, pela sua importância, foi objeto de regulamentação na forma da lei 8.385. Publicada no Diário Oficial da União, de 31 de dezembro de 1991, essa lei institui o Conselho de Comunicação Social como órgão auxiliar do Congresso Nacional. No seu artigo segundo, atribui ao Conselho a responsabilidade de realizar estudos, pareceres, recomendações etc. solicitadas pelo Congresso e que dizem respeito à comunicação social. O Conselho seria um ponto de partida para os projetos de leis regulamentadores dos cinco artigos que compõem o capítulo da comunicação.

O artigo 223, que trata das concessões de canais de rádio e televisão, ainda não foi regulamentado efetivamente, apesar da sua importância para a política a ser estabelecida tanto para as novas concessões como para as renovações previstas para este ano.

Na Constituição, as concessões e renovações continuam na mão do poder executivo (leia-se do presidente da república e do ministro das comunicações) mas têm que ser aprovadas ou não pelo Congresso Nacional. E ainda, essas concessões devem ser outorgadas “observado o princípio de complementariedade dos sistemas privado, público e estatal”.

O que caberia ao Congresso e de que forma ele atuaria, ainda está em discussão, apesar da existência da resolução nº 1, de 1990, que propõe regras preliminares para a apreciação das concessões. Na

verdade, parte dos parlamentares que integram a Comissão de Ciência Tecnologia Comunicação e Informática – CCTCI, órgão técnico da Câmara dos Deputados, não está de acordo com essa resolução e defende a participação do futuro Conselho de Comunicação Social na sua definição.

O Público e o Privado

Por incrível que possa parecer, o governo Collor não outorgou nenhuma concessão. A entrada de Nelson Marchezan na Secretaria Nacional das Comunicações em maio de 92, no lugar do Secretário Joel Rauber, era o sinal para o início das negociações das 1.400 concessões restantes no ‘espectro eletromagnético’, e o estabelecimento das novas regras para serviços especiais, como a disputada questão da telefonia celular.

A regulamentação da complementariedade dos sistemas privado, público e estatal de radiodifusão não foi ainda apreciada pela CCTCI.

Em relação ao sistema privado, formado pelas empresas particulares, são bem conhecidos o espaço eletromagnético que ele ocupa, seus objetivos e sua programação. O sistema estatal é a rede de televisões educativas que, apesar da falta de recursos, tem sobrevivido e melhorado a qualidade da programação, principalmente considerando-se a contribuição da TV Cultura da Fundação Padre Anchieta, na gestão de Roberto Mulyaert.

E o sistema público? A sua definição, e o que seria a complementariedade entre os sistemas, é uma das atribuições do Conselho de Comunicação Social definida na lei (art. 2º – alínea b).

Nomear o Sistema de Radiodifusão de público é uma redundância, já que no direito e na lei o serviço de telecomunica-

ção é de 'utilidade pública' e sua exploração é monopólio da União. Logo, a função e o caráter da televisão e do rádio (assim como dos satélites, telefonia, telex etc.) são públicos e se justificam pelo atendimento aos interesses da coletividade.

A concessão a terceiros de um serviço público, também prevista no direito e na lei, é o instituto que permite à União passar ao setor privado a sua exploração, com os privilégios e as obrigações que o Estado teria ao fazê-lo diretamente.

A história da relação Estado/Empresa privada, particularmente com relação ao rádio e à televisão, mostra que os privilégios advindos com a concessão foram sempre acatados e otimizados (leis de incentivos, de isenção ou redução de impostos etc.) e que as obrigações, ou melhor, os fins que justificam a exploração privada do serviço, esquecidos, não cumpridos, não fiscalizados, e, principalmente, não cobrados por aqueles que são os interessados – o público.

Para se ter uma idéia, as TVs comerciais deveriam, pelo código (aliás, convém frisar, proposto pelos próprios empresários do setor) colocar gratuita e obrigatoriamente, cinco horas semanais de programas de interesse da coletividade, de caráter e natureza educativos (art. 28 – item 12: alínea e, do Código Brasileiro das Telecomunicações).

Essa lei, que depois transformou-se no Projeto Minerva, foi negociada num acordo entre o Ministério da Educação e a Associação Brasileira das Empresas de Rádio e Televisão – ABERT, mas as bases da negociação não são de conhecimento público. Assim, a obrigatoriedade inicial foi substituída por dois programas de 20 minutos aos sábados e domingos (Relatório anual – ABERT, nº 76 de set. 1992).

Como a recepção do rádio e da televisão é gratuita, também não se cobra nenhum imposto pela sua exploração, a não ser o FISTEL, que é uma taxa irrisória, cujo fim é a fiscalização das geradoras e repetidoras, sob a responsabilidade das delegacias regionais do Ministério das

Comunicações.

Além disso, as emissoras utilizam as redes públicas de transmissão, como os links, enlaces de microondas, satélites e repetidoras, a um custo baixíssimo para o explorador. Essas questões poderiam estar equacionadas com justiça caso houvesse controle público sobre a exploração do serviço.

O Claro e o Obscuro

O desejável é que o controle fosse público efetivamente, ou seja, que todo e qualquer serviço de utilidade pública estivesse subme-

sença daqueles que no cotidiano ficam em lados opostos, como a ABERT e a Federação Nacional dos Jornalistas – FENAJ, mas também com a participação de outros setores que estão além desses antagonismos, como a CNBB, a OAB entre outros. Chegou-se assim, à composição do Conselho, que deverá ter oito representantes das categorias profissionais e empresariais e cinco representantes da sociedade civil, entre os quais deverá ser escolhido o presidente. A feitura da lei foi concomitante à aprovação e participação da Câmara dos

Deputados na escolha dos nomes dos indicados pelas entidades.

Em 1992, a CCTCI foi presidida pela deputada Irma Passoni do PT, que fez gestões para que o Congresso procedesse à instalação do Conselho. Desde a aprovação da lei, em dezembro de 1991, o Conselho aguarda o desfecho no Congresso Nacional (quem preside o Congresso é o presidente do Senado, sendo sua a responsabilidade de colocar o assunto em pauta).

Segundo Eduardo Zanata, assessor do PT para a questão, o impasse é uma consequência de 'simples interesses paroquiais' de senadores que insistem em discordar dos nomes e em sugerir representantes de suas bases eleitorais. No depoimento feito pelo líder do governo, senador Pedro Simon, no debate via Embratel –

Televisão e Sociedade –, a questão se coloca de outra forma. Segundo o senador, apesar do Congresso reconhecer o processo democrático que levou à lei e à indicação dos nomes, o conselho ainda é corporativo já que várias outras representações da sociedade não tiveram assento ali, como é o caso da universidade. Por isso, o Senado resolveu nomear uma comissão para rever a composição do conselho.

A CCTCI tem agora a presidência do PFL, que é a segunda maior bancada (87 deputados) do Congresso. Inexplicavelmente, o PMDB, que tinha direito a três e foi o primeiro a escolher o controle das comissões técnicas, deixou passar essa, que terá como tarefa, entre outras, a



tido a mecanismos que garantissem a transparência das regras por parte do explorador, seja ele privado, público ou estatal.

O maior problema dessa história é a desinformação generalizada, já que as regras existentes, ou a sua inexistência, são desconhecidas pela maioria daqueles que deveriam vigiá-las. Esse é o caso do andamento do processo de instalação do Conselho de Comunicação Social.

A lei que criou o Conselho, em 1991, foi fruto de um ano de negociações entre os candidatos que iriam tomar assento neste órgão. A batalha foi liderada pelo deputado Antônio Britto, com experiência no setor empresarial da mídia eletrônica, que na época presidia, pelo PMDB, a CCTCI.

Foram meses de reuniões com a pre-

NÓS APOIAMOS A CIÊNCIA HOJE



EDUCAÇÃO PARA O BRASIL



UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO



UNIVERSIDADE FEDERAL
DA BAHIA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE



UNICAMP



OBSERVATÓRIO
NACIONAL



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CIÊNCIAHOJE

11 ANOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

OPINIÃO

chance de coordenar neste ano a renovação das concessões de rádio e TV das principais emissoras, inclusive a rede Globo (*Folha de S. Paulo*: 17/03/93 p. 1-7). Estão em jogo também a Lei de imprensa, a telefonia celular, a TV a Cabo, a Lei das Patentes e, principalmente, os *lobbies* para a revisão da Constituição de 1988.

Segundo uma pesquisa intitulada 'A hipótese do Coronelismo Eletrônico', realizada por Célia Stadinik da PUC-RS, dos 503 parlamentares (até junho de 1991) 109 têm interesses de propriedade ou de profissão nos meios de comunicação, sendo que a bancada do PFL sai na liderança com 37,6%, seguida do PRN com 20,0% e do PMDB com 15,4%. A bancada do nordeste (30% do total de deputados) tem 58,0% dos deputados federais com interesse pessoal direto em veículos de comunicação.

De imediato, a instalação do Conselho de Comunicação Social e dos mecanismos que o torna acessível podem significar uma possibilidade de democratizar a comunicação, substituindo o discurso das 'frentes' por projetos que estejam além dos interesses corporativistas e político-partidários. Simultaneamente, o ideal seria a criação de conselhos estaduais, municipais e comunitários. Existem exemplos em vários países do mundo, onde os Conselhos locais atuam, até mesmo, sobre as concessões de canais, como é o caso das TVs a Cabo nos Estados Unidos. Essa é uma forma de aproximar o interessado do serviço a ser controlado.

Desde a Assembléia Nacional Constituinte (1987/88) temos tido inúmeras lições sobre o embate entre o desejo de visibilidade do público e os obscuros e secretos caminhos do poder. Será preciso mais do que a consciência, a vigilância ou a confiança exclusiva na representação política. Será preciso colocar às claras, ou seja, publicamente, as peças do jogo, cujo resultado serão as leis para regulamentar a Radiodifusão no Brasil.

Nesse jogo, é preciso que a sociedade civil esteja informada, para definir que interesses devem ser garantidos na prestação do serviço de utilidade pública do rádio e da televisão, e através de quais mecanismos eles deverão ser controlados a partir da revisão da Constituição. ♦

PALEOCLIMAS NA AMAZÔNIA

POR MUITO TEMPO ACREDITOU-SE QUE O FATO DE A FLORESTA AMAZÔNICA TER-SE MANTIDO ESTÁVEL DURANTE MILHÕES DE ANOS ERA A EXPLICAÇÃO PARA A DIVERSIDADE DE ESPÉCIES ENCONTRADAS NA REGIÃO.

NAS DUAS ÚLTIMAS DÉCADAS, ENTRETANTO, QUANDO SE AMPLIOU O CONHECIMENTO DA OCORRÊNCIA DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS E, CONSEQUENTEMENTE, DA VEGETAÇÃO DA AMAZÔNIA DURANTE O QUATERNÁRIO, ESPECIALMENTE NO PLEISTOCENO, ESSE CONCEITO VEM SE MODIFICANDO.

A PUBLICAÇÃO DESTES NÚMERO, REUNINDO TRABALHOS DE GEOMORFÓLOGOS, GEÓLOGOS, PALINÓLOGOS E BIÓLOGOS, REPRESENTA O ESFORÇO CONJUNTO DESSES ESPECIALISTAS E DOS EDITORES DE *CIÊNCIA HOJE* EM APRESENTAR A DIVERSIDADE DE ABORDAGENS SOBRE UM MESMO TEMA, PERMITINDO AO LEITOR CONHECER UM POUCO MAIS SOBRE OS PALEOCLIMAS DA AMAZÔNIA – CLIMAS DO PASSADO – E SUAS IMPLICAÇÕES NAS MUDANÇAS AMBIENTAIS, NA VEGETAÇÃO E NA DISTRIBUIÇÃO DE ESPÉCIES DE PLANTAS E ANIMAIS DA AMAZÔNIA BRASILEIRA.

AINDA QUE OS TRABALHOS AQUI APRESENTADOS EXPRESSEM O MELHOR DO ESFORÇO PESSOAL DE CADA UM DOS COLABORADORES, ORIUNDOS DE INSTITUIÇÕES NACIONAIS E ESTRANGEIRAS, NÃO HÁ QUALQUER PRETENSÃO DE DAR AOS LEITORES IDÉIAS CONCLUSIVAS. PRETENDE-SE, ENTRETANTO, CHAMAR A ATENÇÃO DOS INTERESSADOS PARA OS DIFERENTES ENFOQUES DE UM MESMO TEMA, DE MODO A FACILITAR A COMPREENSÃO DE UMA PARTE SIGNIFICATIVA DO ECOSISTEMA AMAZÔNICO – O CLIMA. DESPERTAR INTERESSE PELA AMAZÔNIA EM OUTROS ESTUDIOSOS É UM DOS CAMINHOS QUE LEVAM À ELUCIDAÇÃO DOS FENÔMENOS DA REGIÃO, COMO POR EXEMPLO SUAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS.

Maria Lúcia Absy



Corpos de areia sob leitos abandonados de grandes rios



O rio Cuieiras, visto na foto, dá acesso aos campos de dunas do rio Aracá, no Amazonas.

No Pantanal Setentrional, a linearidade de algumas regiões revelada por fotos de radar foi interpretada como resultado da estruturação de rochas em profundidade. Novos estudos integrados de toda a região, apoiados em imagens obtidas por satélite, mostraram que tais orientações correspondiam a corpos de areia formados pela direção do vento, e extensas zonas arenosas sem estruturação de dunas.

João Orestes Schneider Santos

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

Bruce W. Nelson

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Carlos Alberto Giovannini

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais.

Amazônia é ainda uma das regiões menos povoadas e conhecidas da Terra. Apesar de tão enfocada pela mídia e da aparente preocupação do governo brasileiro – e de outros países –, relativamente pouca pesquisa e levantamento vêm sendo realizados nessa região.

Era de se esperar que a maior floresta do mundo tivesse muitos botânicos. Mas sabe-se que o número desses pesquisadores na região é extremamente baixo. Pior: a própria Universidade do Amazonas sequer tem curso regular de botânica. A situação dos geólogos não é melhor. Na Amazônia, a densidade desses profissionais por km² é das mais baixas do mundo, comparável à quantidade desses técnicos na Antártica e no Saara.

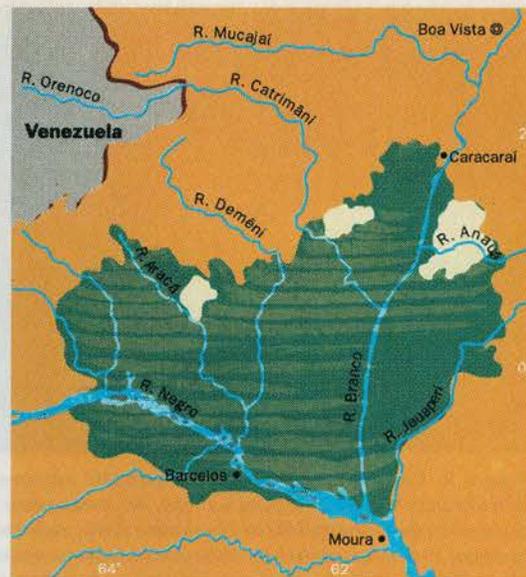
A bacia do rio Negro, com cerca de 350 mil km², bate outro recorde: é uma das regiões com menos fotografias aéreas no mundo. Não surpreende que, nos últimos 20 anos, novas espécies animais e vegetais, megadepósitos minerais, novas bacias sedimentares, cachoeiras gigantes, cadeias de montanhas venham sendo descobertas nesse local.

Mesmo sem fotos aéreas, uma dessas descobertas ocorreu, em 1973, na zona limítrofe Amazonas/Roraima. Geólogos da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) registraram uma extensa área com características fitofisiográficas distintas (zona baixa e plana, onde a floresta é subordinada a campos, campinaranas e savanas). O achado foi associado a uma extensão da chamada bacia Solimões.

O trabalho foi baseado essencialmente em interpretação de imagens de radar. Em uma fase posterior, fotos aéreas e imagens de satélite *Landsat* permitiram que essa região fosse reinterpretada como um amplo 'pantanal', que inclui campos de dunas.

Pantanal Setentrional

A extensa planície sedimentar, que abrange a região entre os rios Branco e Negro, tem cerca de 100 mil km² (figura 1). É uma bacia continental notavelmente recente, formada no Plioceno, período geológico que vai de 1,8 a 5,0 milhões de anos. Essa planície está instalada em plena faixa equatorial, ocupando dois hemisférios. É formada essencialmente pela deposição de sedimentos fluviais originados por intensa migração lateral dos rios e apresenta características



Pantanal Setentrional
Campos de dunas

Figura 1. A planície sedimentar do interflúvio Branco/Negro, com área de 100 mil km², é uma bacia continental, formada pela deposição de sedimentos fluviais originados por intensa migração lateral dos cursos fluviais. Apresenta características morfológicas típicas de um pantanal.

morfológicas típicas de um pantanal, segundo a conotação brasileira para essa zona geográfica.

O Brasil tem, além do Pantanal Mato-grossense, dois outros quase desconhecidos: o Setentrional (AM/RR) e o do Guaporé (RO/MT). Nos meses de mais chuva – de maio a julho, verão do hemisfério norte –, a região fica com cerca de 80% de sua superfície coberta por água. A partir de agosto, quando o nível fluvial baixa, o grande lago se transforma em centenas de lagos ricos em ácidos úmicos e de pH baixo. São rasos e, em sua maioria, secam no inverno (dezembro a março), período mais seco, deixando aflorar areia ou camadas de turfeiras em seus assoalhos.

A rede de drenagem dominante apresenta um padrão de norte para sul, com cursos tipicamente entrelaçados (*braided*), muito instáveis. Em fotos e imagens de satélites, veem-se as linhas de migração fluvial e a existência de paleocanais fluviais (canal que o rio ocupava centenas ou milhares de anos atrás), notadamente os originados pelo paleorrio Branco.

A drenagem secundária, muito recente, não tem padrão definido, com cursos que se interligam com a subida das águas. A vegetação de floresta acompanha os vales dos rios principais. Nas zonas interfluviais, quase não há floresta: a vegetação oscila entre campo, savana e campina.

Apesar do gradiente (inclinação do rio

da cabeceira à foz) muito baixo da drenagem e da presença de turfas, os solos são muito arenosos. Isso, aliado ao fato de a área ser inundável, explica por que ela é desabitada. Essa planície inclui rios inteiros, com mais de 100 km de extensão, onde não há população alguma, com exceção da que se concentra na periferia do Pantanal, em cidades como Barcelos (no extremo SO), Moura (extremo SE), Boiaçu, Carvoeiro, entre outras.

Campos de dunas

No interior do Pantanal Setentrional, algumas regiões chamam a atenção pela orientação bem-definida em fotos aéreas e imagens de satélite. Marcadas por uma linearidade no quadrante nordeste, essa orientação foi interpretada inicialmente como resultado de reflexos da estruturação de rochas em profundidade.

Em 1978, com o auxílio de fotos aéreas da região do baixo Catrimani, foi possível perceber, em estereoscopia (método que permite a observação fotográfica de objetos em relevo), que as orientações detectadas cinco anos antes nas imagens de radar correspondiam a dunas (corpos de areia orientados pela direção do vento). Constatou-se a presença de um campo de dunas na região dos rios Catrimani e Água Boa, com cerca de 40 km de extensão e 25 km de largura. Esse campo inclui três frentes (*fronts*) principais de dunas parabólicas. A principal



Figura 2. Campo de dunas do rio Catrimani aparecem como uma linha branca tortuosa, abaixo da foto. As áreas rosas representam as regiões desflorestadas; as áreas rosa claro, vegetação mais baixa (campo) em solos arenosos expostos; as áreas escuras, as zonas alagadas. A nordeste, estão as elevações da serra da Mocidade.



Figura 3. As dunas, próximas ao igarapé Capivara (RR), são parabólicas, simples e compostas, alongadas paralelamente à direção do vento dominante. Estão estacionadas e cobertas por vegetação de baixo porte. Originadas pelas massas de ar vindas do oceano Atlântico, elas indicam a ocorrência recente de períodos de aridez.

delas está próxima ao rio Capivara. Os corpos individuais chegam a 6 km de comprimento, com cristas bem-definidas de areia. As dunas maiores, medidas através do método de paralaxe nas fotos aéreas, chegam a 20 m de altura.

O satélite norte-americano *Landsat* TM5 e o francês *Spot*, a partir de 1985 e 1988, respectivamente, aumentaram a disponibilidade de imagens de boa definição. Isso possibilitou, pela primeira vez, o estudo integrado de toda a região do Pantanal. Detectaram-se mais dois campos de dunas gigantes: Anauá (RR) e Aracá (AM), a existência de campos menores, dunas isoladas (espalhadas por todo o Pantanal) e extensos campos de areia (zonas arenosas sem estruturação de dunas).

As dunas e os campos de areia destacam-se como manchas ou linhas brancas no canal cinco das imagens *Thematic Mappers* (TM), do sistema de satélite *Landsat* 5 (figura 2). A ampla distribuição das dunas e de seus possíveis remanescentes (campos de areia) indica que, em determinada época, as dunas devem ter coberto toda, ou quase toda, a região do Pantanal.

As dunas são parabólicas, simples e compostas, alongadas paralelamente à direção do vento dominante. Estão estacionadas e cobertas parcialmente por vegetação de baixo porte (menos de 4 m de altura), como mostra a figura 3. Originadas pelas poderosas massas de ar vindas do oceano Atlântico, elas são indicador incontestado da incidência de períodos de aridez em tempos

relativamente recentes, ou seja, tempos históricos após Cristo.

A nordeste do Pantanal Setentrional há outra bacia sedimentar moderna, a de Boa Vista (RR), que se estende para a Guiana, na zona do rio Rupununi. Essa bacia sofreu um soerguimento mais acentuado que a do Pantanal, o que explica seus remanescentes de dunas com pouca altitude e, portanto, menos perceptíveis. Mesmo assim, elas foram detectadas em duas áreas: logo ao norte da confluência dos rios Urariquera e Tacutu (São Marcos) e entre o rio Tacutu e a serra do Tucano (figura 4).

Vegetação e implicações climáticas

No início de 1970, estudiosos relacionaram os períodos glaciais do Pleistoceno (entre 10 mil e 1,8 milhão de anos) à fase de climas menos úmidos na Amazônia. Só a partir de 1988, com datações palinológicas de amostras pleistocênicas, essa hipótese foi consolidada.

A indicação de quatro períodos glaciais principais no Pleistoceno é universalmente reconhecida. A última glaciação, cujo máximo ocorreu por volta de 18 mil anos, é conhecida como *Würm* na Europa; *Wisconsinian*, na América do Norte; e *Gotbi*, na Sibéria. O maior acúmulo de águas nos pólos levou a uma diminuição geral da umidade e da chuva, aumentando significativamente a extensão das áreas de vegetação não florestal.

Nesses períodos, a Amazônia foi domi-

nada por uma vegetação tipo savana. Já no Holoceno, mais recente (de 10 mil anos até hoje), pouco se conhece sobre as últimas variações climáticas. No entanto, admite-se que o Holoceno médio e inferior (de 4 a 10 mil anos) foram épocas que sofreram um aquecimento generalizado, sobretudo pela atividade solar.

Acreditamos que os efeitos desses aquecimentos holocênicos foram mais significativos nas áreas hoje ocupadas por savanas, nas quais a chuva anual média ultrapassa os 1.500 mm. Nessas zonas, uma queda anual de uns 300 mm nas precipitações teria ocasionado fortes mudanças no clima, na geomorfologia, na rede de drenagem e na vegetação.

Pelas características sedimentares das dunas do Pantanal Setentrional, compostas por areia friável (solta) e bem-classificada, com formas eólicas perfeitamente preservadas, afasta-se a hipótese de uma idade pleistocênica (de 10 mil a 1,8 milhão de anos), preferindo-se relacioná-las com os aquecimentos da Terra ocorridos já no Holoceno.

Hoje estabilizadas, as dunas devem ter sido reativadas nos períodos de aquecimento. Pode-se até especular que a última reativação esteja relacionada com a grande seca de 1926, ainda pouco estudada. Há, inegavelmente, uma aparente correlação entre os mais baixos níveis de cheias do rio Negro já registrados – 21,7 m em julho de 1926, enquanto as máximas anuais estão entre 26 e 29,6 m – e os relatos de antigos



Figura 4. Típica drenagem em treliça motivada por remanescentes do campo de dunas na região do rio Tacutu e da serra do Tucano. Reprodução parcial de foto aérea em escala 1:100.000.



Figura 5. Reprodução parcial de fotografia aérea convencional mostrando o vale do igarapé Capivara, acompanhado de vegetação do tipo mata-de-várzea, que corre de norte para o sul. A leste, detalhe de uma grande frente de dunas parabólicas. Os pontos negros no interior são lagos.

moradores das imediações do Pantanal. Eles contam que naquele ano houve uma grande seca e um incêndio generalizado, que se estendeu da margem esquerda do rio Negro até a margem direita do rio Branco.

É importante lembrar que a zona onde ocorrem as dunas pode ser reativada. Sob o clima atual, essa região está coberta por vegetação não florestal, suscetível ao fogo. Assim, pode-se argumentar que reativações passadas não precisariam de um clima mais seco, apenas de um ou dois anos como o de 1926, que permitiriam o alastramento do fogo, inclusive dentro das poucas áreas florestais.

A vegetação de campinarana é uma floresta de biomassa baixa, com dossel (conjunto das copas das árvores) fechado, crescendo sobre solo de areia branca e frequentemente com um lençol freático perto da superfície no inverno. Essa formação vegetal acumula espessa camada de restos vegetais, que poderiam servir de combustível em anos de clima muito seco.

Ao longo do rio Negro, a presença de formações não florestais parece estar relacionada com o lençol freático, alto no inverno, em solo arenoso. Esse fenômeno certamente explica as áreas de campinas isoladas no meio da floresta na região de Manaus.

Quase toda as formações não florestais na Amazônia, mesmo nas regiões com chuva anual próxima de 1.500 mm/ano, têm essa camada impermeável próxima à superfície. O lençol freático alto impede a penetração de raízes profundas, necessárias para

a obtenção de água no verão. Essas condições favorecem as plantas anuais ou as plantas cujas parte subaéreas morrem nessa estação (*Poaceae*, *Cyperaceae*, *Eriocaulaceae* etc.).

Medições de campo e observações preliminares indicam que o mesmo vento preponderante que depositou as dunas continua ativo. Essa corrente, de nordeste para sudoeste, é muito atuante ao norte do Equador. Talvez, ela seja o principal fator que determine a época e a intensidade das chuvas em grande parte da Amazônia situada no hemisfério norte.

A ação desses ventos é melhor conhecida no Atlântico e no Caribe oriental, desde a época dos descobrimentos. Assim, apesar de ainda inexistirem estudos climáticos nessa parte da Amazônia, prefere-se dar maior importância aos ventos alíseos como modificadores climáticos locais. Até o presente momento, não há relação entre a origem das dunas e o chamado efeito *El Niño* – aquecimento das águas do oceano Pacífico que ocorre periodicamente na costa do Peru quando a corrente de Galápagos (quente) faz retroceder a corrente de Humbolt (fria). Esse aquecimento marinho influencia indiretamente o clima em extensas áreas dentro do continente sul-americano.

É importante atestar a ocorrência de períodos climáticos mais secos na Amazônia, antes da ocupação da região, que não estão relacionados com as ações antrópicas como as queimadas ou o efeito estufa.

Bibliografia

- FORMAN, S. L.; GOETZ, A. F. H.; YUNAS, R. H. "Large-scale stabilized dunes on the high plains of Colorado: understanding the landscape response to Holocene climates with the aid of images from space." *Geology*, vol. 20, 1992, p.145-148.
- KUTZBACH, J. E. & GUETTER, P. J. "The influence of changing orbital parameters and surface boundary conditions on climate simulations for the past 18.000 years." *Journal of Atmosphere Sciences*, vol. 43, 1986, p. 1.726-1.759.
- MARTIN, L. *et alli*. Enregistrements des conditions de type El Niño, en Amérique du Sud, au cours des 7000 dernières années. *Comptes Rendus de L'Academie des Sciences*, Paris, v. 315, série II, 1992.
- SANTOS, J. O. S. *et alli*. *Projeto Norte da Amazônia*: Relatório final, Brasil, Ministério das Minas e Energia, DNPM/CPRM, 1974.
- SANTOS, J. O. S. "O Pantanal Setentrional e os campos de dunas da Amazônia ocidental." *in: Simpósio Internacional do Quaternário da Amazônia*. Resumos, Manaus, FUA/IQUA/Unesco, 1992.
- SCHOBENHAUS, C. (coord.) *Geologia do Brasil*. Texto explicativo do Mapa Geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais. Brasília, DNPM, 1984.
- SOUBIÈS, F. *et alli*. "The Quaternary lacustrine deposits of the Serra dos Carajás: ages and the other preliminary results." *In: Special publication*. International Symposium on Global Changes in South America During the Quaternary: Past-Present-Future. São Paulo, maio de 1989.
- VAN DER HAMMEN, T. "Paleoecology of the Neotropics: an overview of the state of affairs", *in: Boletim do Instituto de Geologia da USP*, Publicação Especial, vol. 8, São Paulo, 1991, p. 213-222.
- . "Changes in vegetation and climates in the amazon basin and surrounding areas during Pleistocene". *Geologie en Mijnbouw*, vol 6, 1972, p. 641-643.



A história do clima e da vegetação pelo estudo do pólen



Vegetação nas adjacências do platô da serra sul dos Carajás.

O aumento do conhecimento relacionado aos eventos que ocorreram durante o Quaternário (cerca de 2,5 milhões a 10 mil anos atrás), principalmente no que se refere às mudanças climáticas, estimulou inúmeros especialistas a buscar, em vários ramos da ciência, evidências que pudessem elucidar a distribuição atual de plantas e animais e sua relação com a história climática.

A idade glacial do Pleistoceno (época do Quaternário que vai de cerca de 1,7 milhão a 10 mil anos atrás) começou com profundas mudanças climáticas mundiais já no início do Quaternário, há cerca de 2,5 milhões de anos. Nas glaciações, além da queda na temperatura, ocorreram rebaixamentos do nível do mar. O último desses rebaixamentos terminou há 10 mil anos e deu início ao Holoceno, denominação para a segunda e mais recente época do Quaternário (figura 1).

As mudanças climáticas no Quaternário causaram extinção, diferenciação, formação e mudanças na distribuição de plantas e animais.

Maria Lúcia Absy

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia.

Michel Servant

*Instituto Francês de Pesquisa Científica para o Desenvolvimento em Cooperação (Orstom),
Centro de Bondy, Paris.*

Miriam Laila Absy

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

a ideia de que a região amazônica sofreu mudanças climáticas significativas no Quaternário vem sendo amplamente discutida nas últimas duas décadas. Biogeógrafos, entre outros especialistas, afirmam que em certos períodos secos do Pleistoceno a floresta amazônica ficou reduzida a áreas isoladas ou refúgios, onde espécies de animais e vegetais sobreviveram sob drásticas condições climáticas.

Essas conclusões foram apresentadas, ainda em 1969, por Haffer, geólogo e ornitólogo alemão, e pelo zoólogo brasileiro Paulo Vanzolini, que se basearam, respectivamente, na distribuição atual de pássaros e lagartos na Amazônia. Desde então, vários especialistas têm escrito sobre a complexa história do clima amazônico.

Pólen e esporos em sedimentos

A análise de pólen e esporos contidos em sedimentos é uma das técnicas que vêm sendo usadas para detectar as mudanças de vegetação e clima no decorrer do tempo. Esse recurso tem se mostrado valioso na reconstrução da história de uma região.

Pólen é a estrutura reprodutiva masculina de plantas superiores como Gymnospermas e Angiospermas (figura 2). Esporos são as estruturas reprodutivas assexuadas de plantas vasculares inferiores como as Pteridófitas.

As pesquisas com pólen em sedimentos e carbono radioativo (^{14}C) expandiram-se consideravelmente – em particular, em sedimentos do Quaternário – desde o trabalho pioneiro, em 1916, de Lennart von Post, geólogo sueco que mostrou a importância da análise de pólen como instrumento para se interpretar a história climática e da vegetação. Esse ramo das pesquisas palinológicas identifica grãos de pólen e esporos preservados em áreas onde os sedimentos se acumulam como, por exemplo, fundos de lagos.

'Chuva' e microfósseis

Na Amazônia, a grande diversidade de espécies de plantas contribui para uma grande variedade de pólen e esporos. Cada um dos habitats dessa região tem um espectro característico desses elementos. Os grãos das espécies polinizadas pelo vento são os mais importantes para o estudo em sedimentos. Em geral, esses

ERA	PERÍODO	ÉPOCA	DURAÇÃO EM MILHÕES DE ANOS (APROXIMADAMENTE)	MILHÕES DE ANOS PASSADOS (APROXIMADAMENTE)
Cenozóica	Quaternário	Holoceno	aprox. últimos 10 mil anos	
		Pleistoceno	2,5	2,5
	Terciário	Plioceno	4,5	7,0
		Mioceno	1,9	2,6
		Oligoceno	1,2	3,8
		Eoceno	1,6	5,4
		Paleoceno	1,1	6,5
Mesozóica	Cretáceo		7,1	136
	Jurássico		5,4	190
	Triássico		3,5	225
Paleozóica	Permiano		5,5	280
		Carbonífero	4,5	325
			2,0	345
	Devoniano		5,0	395
	Siluriano		3,5	430
	Ordoviciano		7,0	500
	Cambriano		7,0	570
Pré-cambriana			4.030	



Figura 1. Escala geográfica do tempo.

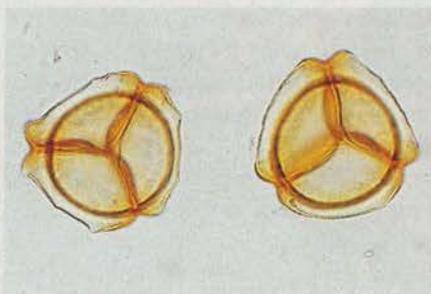


Figura 2. Grãos de pólen atuais de *Victoria amazonica*.

vegetais produzem grandes quantidades de pólen, liberadas e dispersas na atmosfera na forma de uma 'chuva' que cai lentamente em camadas sucessivas sobre o solo.

Se não são expostos à atmosfera por longos períodos, tanto o pólen quanto os esporos ficam bem-preservedos. Isso ocorre especialmente em turfas e sedimentos de lagos. A exina (resistente parede externa dos grãos de pólen) ajuda a conservá-los.

Além do pólen e dos esporos, os sedimentos preservam microfósseis como os foraminíferos e as diatomáceas. Os primeiros, eminentemente marinhos, indicam a presença de antigos mares; as outras, sendo dulciólicas ou marinhas, a presença de lagos e mares. Em amostras

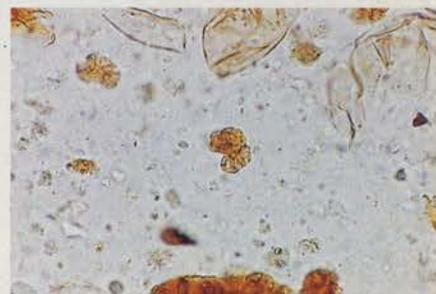


Figura 3. *Botryococcus*, alga de água doce comum nos lagos da Amazônia.

de sedimentos da Amazônia é freqüente a presença de *Botryococcus*, alga de água doce mostrada na figura 3.

Dos Andes para a Amazônia

Geralmente, os depósitos de lagos são os preferidos para a análise de pólen. Para a investigação é necessário um mapa de referência, uma descrição da localidade através de fotografias e desenhos, uma análise dos aspectos geológicos da região, uma lista da vegetação local e de áreas adjacentes.

Além de todo esse material, é preciso também amostras da deposição atual do pólen. A relação desse item com o tipo de vegetação local é fundamental para uma interpretação mais precisa dos chamados

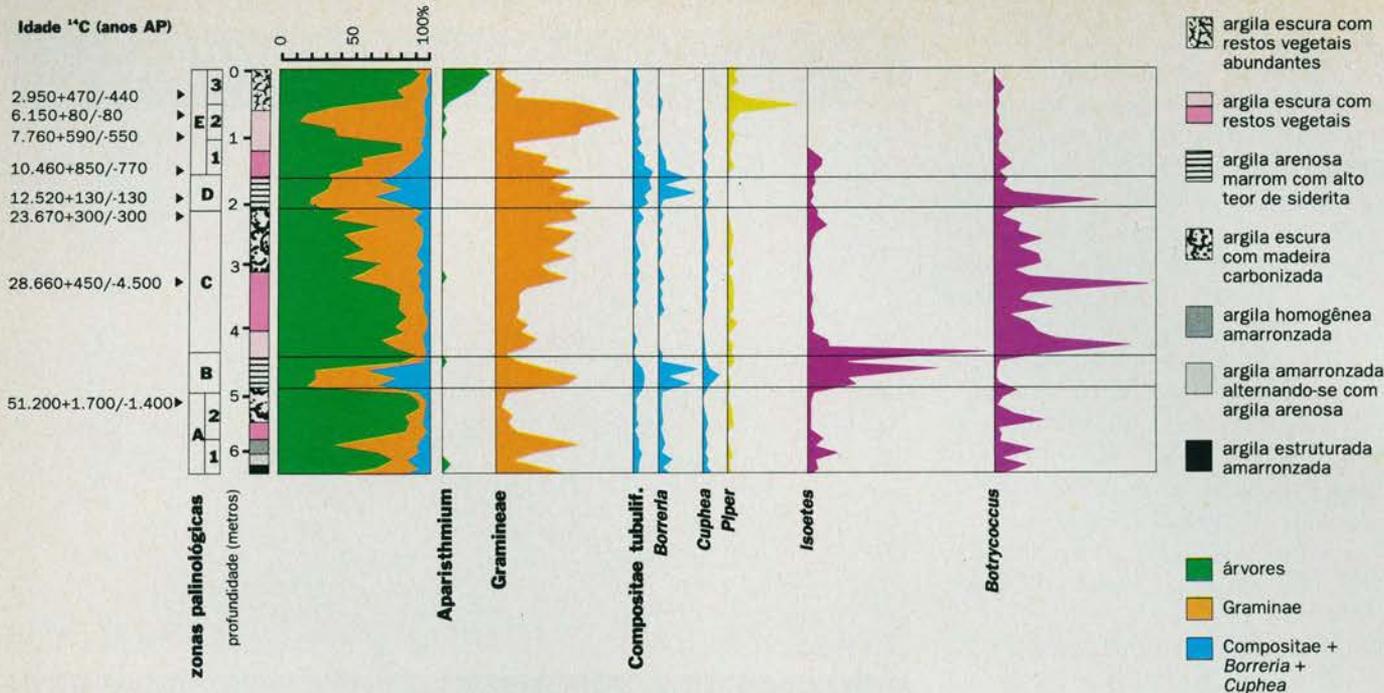


Figura 4. Diagrama de pólen sumarizado da sondagem CSS2 em Carajás. À esquerda, estão representados os percentuais de pólen das associações das plantas indicadoras [o que são as associações das árvores Gramineae e dos elementos de savana: Compositae + Borreria + Cuphea]. À direita, as curvas individuais dos percentuais de pólen de algumas plantas. A soma de pólen usada para o cálculo da percentagem foi baseada no total de pólen dos seguintes grupos de plantas: a) árvores, b) Gramineae, c) Compositae + Borreria + Cuphea.

diagramas de pólen. Por exemplo: a análise de sedimentos retirados de 20 metros de profundidade no vale do Amazonas indicou a presença, mesmo que em baixa frequência, de pólen de *Alnus*, uma planta dos Andes. Esses grãos de pólen alóctones (transportados de uma região para outra) foram provavelmente carregados dos Andes pelo rio e não por correntes de ar, já que não foram encontrados em sedimentos de lagos estudados. Esse exemplo mostra os cuidados que devem ser tomados na interpretação dos diagramas de pólen, principalmente em áreas periodicamente alagadas.

Estudos da deposição atual de pólen na vegetação de savana da serra sul dos Carajás (platô com cerca de 750 m de altitude) mostram nítida predominância de elementos arbóreos como *Cecropia*, *Celtis*, *Trema*, *Piper* e *Aparisthium*. Em sua maioria, 63% do total de pólen, é proveniente da floresta que circunda o platô.

Extração e diagrama

Após a escolha do local, as amostras poderão ser coletadas por meio de sondas manuais ou equipamentos de sondagens complexos. O tratamento do

sedimento para a extração de pólen e esporos inclui uma fase em que o sedimento é tratado com potassa cáustica (hidróxido de potássio), diluída a 10% para remover os ácidos húmicos. Em seguida, outra técnica, a acetólise de Erdtman, destrói o conteúdo celular do pólen. A membrana externa do grão de pólen, então, torna-se mais perceptível, o que permite um exame microscópico mais detalhado.

Para separar os fragmentos orgânicos dos inorgânicos nos sedimentos, é preciso uma separação gravimétrica, técnica que usa um líquido pesado como, por exemplo, uma mistura de bromofórmio e álcool. Finalmente, é feita a montagem dos grãos de pólen em lâminas de vidro para a análise microscópica.

Para conhecer melhor o modo como a quantidade do pólen de cada uma das diferentes plantas da região varia, elabora-se um diagrama baseado nos resultados da análise polínica das amostras estudadas. A figura 4 detalha as várias partes desse diagrama. Com base na análise polínica de sedimentos da Amazônia e na datação de ¹⁴C, foi possível verificar qual era a vegetação e o clima no passado dessa região.

Savana no lugar da floresta

As primeiras pesquisas palinológicas na Amazônia foram feitas em Rondônia, por Thomas van der Hammen no ano de 1972, em áreas que atualmente estão cobertas pela floresta tropical. As áreas mais próximas de vegetação natural do tipo aberto estão a cerca de 300 km. Esses estudos mostraram que savanas de gramíneas substituíram a floresta tropical em certos períodos do Pleistoceno.

Os diagramas de pólen mostraram principalmente variação em dois grupos de plantas. No primeiro, estão árvores típicas da floresta tropical úmida, destacando-se entre elas *Mauritia* (palmeira de áreas pantanosas conhecida popularmente como buriti), mirtáceas, *Didymopanax*, *Alchornea*, *Miconia*, *Symphonia* e *Ilex*. No segundo grupo, estão plantas características de uma vegetação de savana aberta com gramíneas, *Cuphea* e outras ervas.

Ainda no diagrama, a fase de floresta, indicada pela zona palinológica A1, apresentou uma idade entre aproximadamente 41,3 e 49 mil anos AP (antes do presente). A fase de savana, indicada pela zona palinológica B1, correspondeu a um período de aproximadamente 42,5 a 18,5 mil anos AP (figura 5).

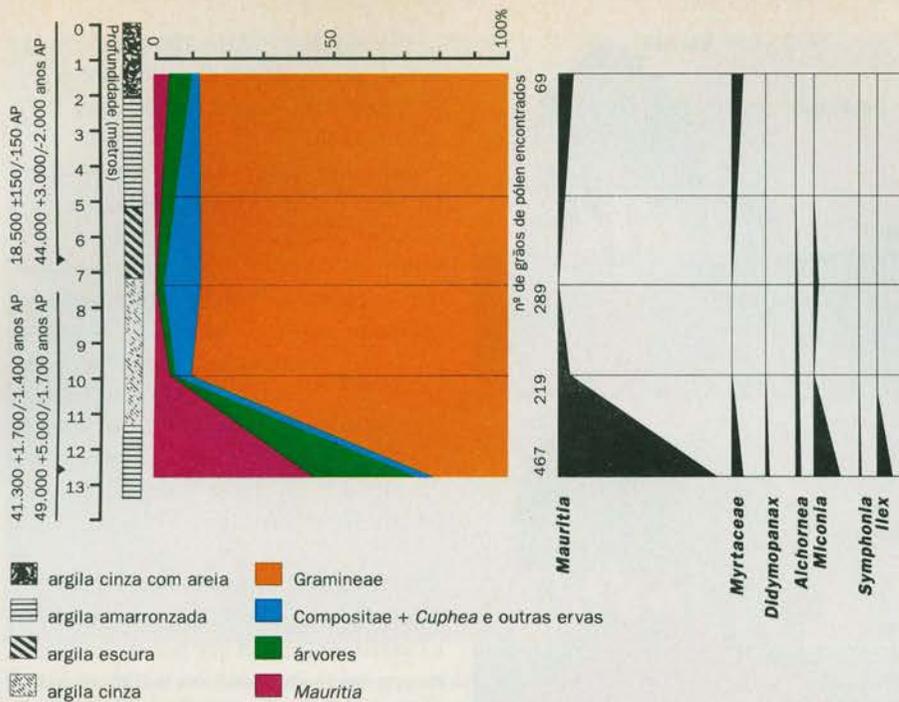


Figura 5. Diagrama de pólen sumarizado da sondagem de Katira, em Rondônia. À esquerda, estão representados os percentuais das seguintes plantas: Gramineae, Compositae + *Cuphea* e outras ervas, árvores e *Mauritia*. À direita, estão as curvas individuais das percentagens de pólen de algumas plantas. A soma de pólen usada para o cálculo das percentagens foi baseada no total de pólen dos seguintes grupos de plantas: a) Gramineae, b) Compositae + *Cuphea* e outras ervas, c) árvores e d) *Mauritia*.

Lago profundo e fogo

Na serra sul dos Carajás, a análise polínica e as datações de ^{14}C dos sedimentos apontaram importantes mudanças na vegetação nos últimos 60 mil anos. As amostras foram obtidas a partir de uma sondagem feita a 6,50 metros de profundidade em um dos vários lagos do platô (figura 6), cuja vegetação de savana aberta arbustiva é circundada por floresta tropical.

As mudanças na vegetação de Carajás nos últimos 60 mil anos, mostradas na figura 4, caracterizam-se principalmente por períodos onde se verifica um desaparecimento parcial da floresta e por períodos de desenvolvimento da floresta.

Os períodos de desaparecimento parcial da floresta ao redor do platô – representados na figura 4 pelas zonas palinológicas A1, B e D – mostram uma predominância marcante de elementos de savana como gramíneas, compostas, *Borreria* e *Cuphea*. Por extrapolação, podemos situar esse período em 60 mil anos AP (A1), 40 mil anos AP (B) e 23-11 mil anos AP (zona C). A abundância de *Isoetes* (planta aquática) indica a existência de um lago profundo (figura 7).

Pouco mais acima do diagrama da

mesma figura, a zona palinológica E2 (de 7,5 a 3 mil anos AP) distingue-se das anteriores por apresentar uma sub-representação de elementos de savana e uma abundância de restos vegetais carbonizados encontrados nas amostras. Essa última evidência caracteriza a ocorrência de fogo na área.

Os períodos de desenvolvimento da floresta mostram um percentual elevado de elementos arbóreos nas zonas palinológicas A2, C, E1 e E3. Na zona C, por exemplo, a abundância de alga de água doce (*Botryococcus*) indica a existência de um lago profundo.

A zona E1 apresenta um aumento considerável no percentual de pólen de árvores no período que vai de 9,5 a 8 mil anos AP. Finalmente, o reaparecimento da floresta no Holoceno superior (E3) exprime-se nos espectros polínicos por uma abundância de elementos de uma vegetação secundária, como *Aparisthmium* e *Piper* (laranja e verde claro, respectivamente).

Mudanças de vegetação

Pesquisas de pólen em amostras de sedimentos do Holoceno no Vale do Amazonas e em alguns lagos da região mostra-



Figura 6. Lago estudado de Carajás.



Figura 7. Esporos de *Isoetes*, Pteridófito aquática encontrada nas amostras de sedimentos da sondagem CSS2 – Carajás, focalizados ao microscópio. Profundidade das amostras: 4,63-4,65 m.

ram que as mudanças de vegetação, registradas nos diagramas de pólen, foram causadas provavelmente por processos locais de sedimentação e por mudanças de nível da água (a média do nível alto da água, a diferença entre os níveis altos e baixos da água e o número de vezes que o local é inundado por ano). Quatro dos lagos estudados estão na planície de inundação da bacia do rio Amazonas e um na área de savana de Boa Vista.

Os diagramas de pólen apresentam mudanças nas matas de várzea e igapó, com sucessões (substituição de uma vegetação por outra) nas quais se destacam os gêneros *Alchornea*, *Symmeria*, *Miconia* e espécies da família Myrtaceae; outras sucessões são provavelmente de capins flutuantes com predominância de gramíneas à vegetação de *Cecropia*, e de *Cecropia* à mata de várzea (figura 8).

Períodos secos

Com base nos dados palinológicos, nas datações de ^{14}C e por extrapolação da parte estudada do Holoceno, elaborou-se uma curva generalizada que mostra a variação inferida da precipitação relativa no Holoceno na bacia amazônica (figura 9).

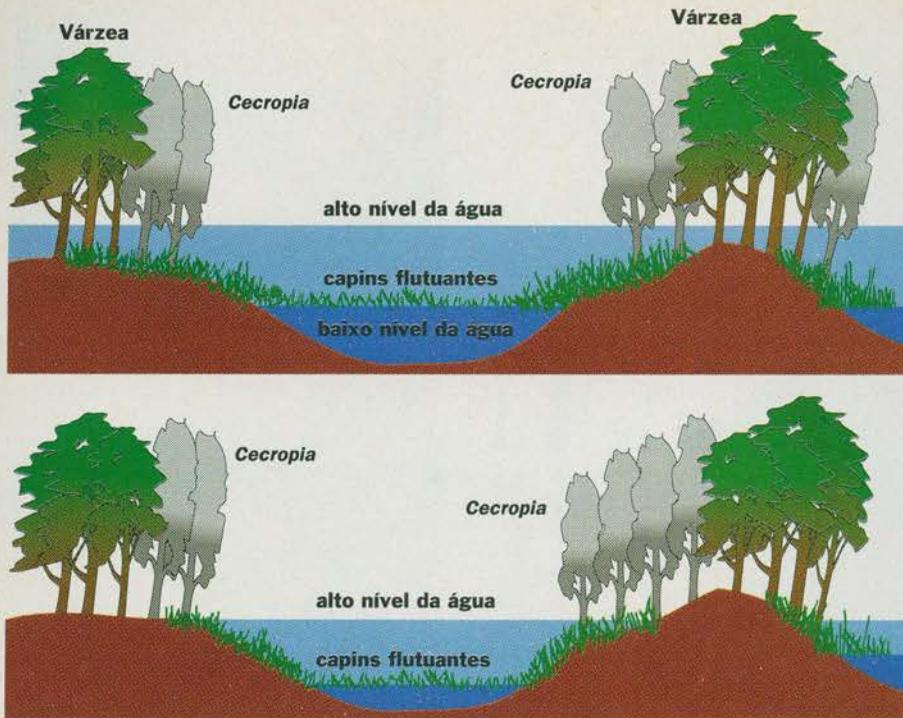


Figura 8. As prováveis mudanças da vegetação na várzea, ocorridas no Holoceno, foram ocasionadas pelo abaixamento dos níveis da água. Parece que quando o nível da água está relativamente baixo, os capins flutuantes, compostos principalmente de gramíneas, que até então ocorriam em água aberta, começam a se expandir e invadem os barrancos; esses barrancos que, com o abaixamento do nível da água, não ficam mais permanentemente inundados e são invadidos pela vegetação de *Cecropia*. Possivelmente, as áreas que são inundadas durante certos períodos do ano são invadidas pela vegetação de várzea (típica das áreas periodicamente alagadas). Portanto, as mudanças da vegetação foram, possivelmente de capins flutuantes com predominância de gramínea à *Cecropia* e de *Cecropia* à mata de várzea.

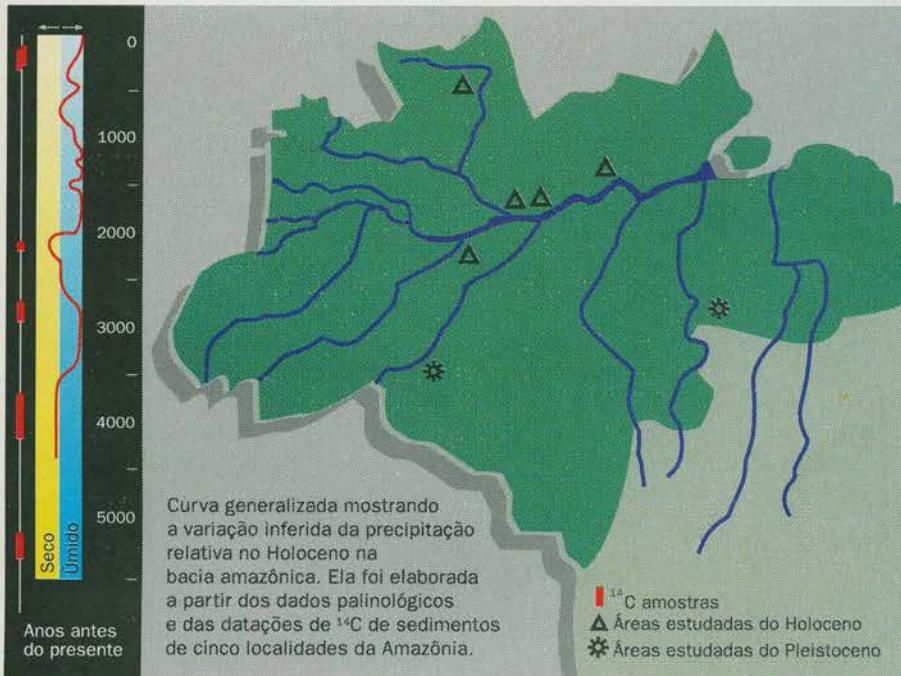


Figura 9. Áreas estudadas do Holoceno na Amazônia (quatro lagos da planície de inundação da bacia e um lago de Boa Vista, em Roraima); áreas estudadas do Pleistoceno, em Rondônia e Carajás; curva generalizada mostrando a variação inferida da precipitação relativa no Holoceno na Amazônia.

Os principais períodos relativamente 'secos', possivelmente com menos precipitação efetiva, foram datados por ^{14}C e extrapolação.

Na curva generalizada, representada na figura 9, observamos que, logo após 4 mil anos, há um período seco, e mais acima, há cerca de 2.100 anos, possivelmente o período seco mais pronunciado. Na parte superior da curva, o último período seco, menos pronunciado, há cerca de 7 mil anos. Os períodos relativamente secos do Holoceno da bacia amazônica foram observados em outras partes da América do Sul e parecem ser um fenômeno regional.

Intensificar a paleoecologia

As evidências palinológicas de Rondônia e Carajás mostraram que houve mudanças na vegetação da Amazônia no Quaternário. Autores afirmam que a diversidade biológica da bacia amazônica poderia ser parcialmente explicada pela história do Quaternário dessa região, mas os dados existentes da evolução da vegetação são ainda limitados.

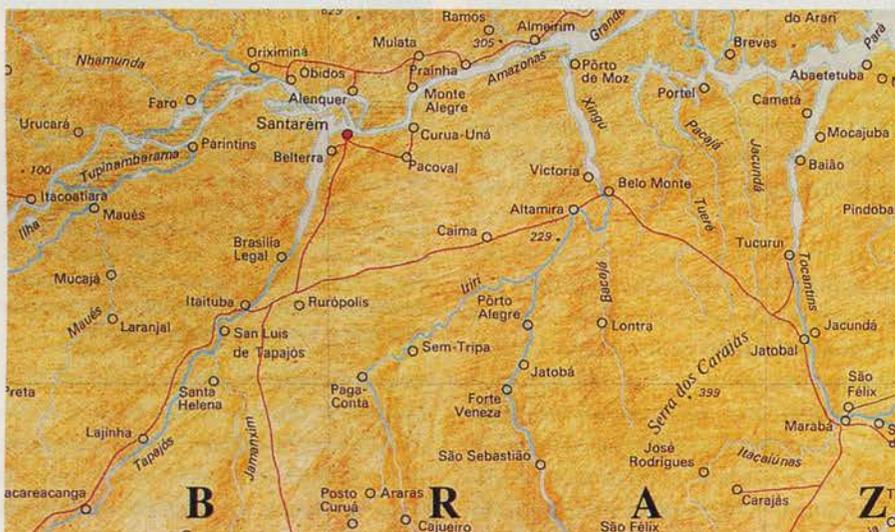
Para podermos interpretar a vegetação que existiu no passado na Amazônia, bem como fazer inferências paleoclimáticas, é necessário intensificar as pesquisas paleoecológicas nessa região, particularmente as com grãos de pólen em sedimentos. Certamente, essas informações ajudarão a entender melhor a complexa história da vegetação e do clima dessa região.

Bibliografia

- AB'SÁBER, A. N. "Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários." *Paleoclimas* nº 3, Instituto de Geografia da USP, 1977, p. 1-20.
- ABSY, M. L. "The palynology of Amazonia: The history of the forests as revealed by the palynological record" in: *Keyenvironments Amazonia* (G. T. Prance & T. E. Lovejoy, eds.). Oxford, Pergamon Press, 1985.
- COLINVAUX, P. A. *Ecology*. Nova York, John Wiley & Sons, 1986.
- ODUM, E. P. *Ecologia*. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara, 1986.
- VAN DER HAMMEM, T. "Changes and vegetation and climate in the Amazon basin and surrounding areas during the Pleistocene." *Geologie in Mijnbouw*, vol. 6, 1972, p. 641-643.
- VANZOLINI, P. E. *Zoologia sistemática, geografia e a origem das espécies*. Instituto de Geografia/USP, São Paulo, Teses e Monografias, 1970.



Registros milenares nos sedimentos dos lagos da serra de Carajás



Cicatrizes de climas passados marcam as paisagens da Amazônia. Ali, como em todos os lugares, o relevo terrestre é modelado por diversos processos superficiais: a chuva e o vento provocam degradação, erosão, transporte, remanejamento e acumulação do material que compõe a crosta terrestre. Essa modelagem é, em grande parte, controlada pelo tipo de clima sob o qual ocorre. Na região amazônica, atualmente submetida a um clima quente e úmido, a alteração química é dominante, já que a densidade da vegetação reduz o escoamento superficial das águas de chuva e a erosão de solos. A desagregação das rochas, favorecida pelas altas temperaturas, efetua-se por dissolução dos elementos químicos minerais levados pela água que percola os solos. Assim são formadas as espessas coberturas de material alterado observadas em todas as regiões de clima tropical úmido.

Bruno Turcq

*Instituto Francês de Pesquisa Científica para o Desenvolvimento em Cooperação (Orstom),
Departamento de Geoquímica,
Universidade Federal Fluminense.*

Kenitiro Suguio

*Instituto de Geociências,
Universidade de São Paulo.*

Louis Martin

*Instituto Francês de Pesquisa Científica para o Desenvolvimento em Cooperação (Orstom),
Centrè de Bondy, Paris.*

Jean Marie Flexor

*Departamento de Geofísica,
Observatório Nacional.*

desse o final dos anos 50 vários geógrafos, entre eles os brasileiros Aziz Nacib Ab'Sáber e João José Bigarella e o francês Jean Tricart, notaram a presença, na região amazônica, de feições do relevo sugestivas de climas antigos – ou paleoclimas – mais secos do que o atual.

Marcas de erosão das vertentes dos vales situados acima das planícies fluviais são testemunhos de fortes escoamentos superficiais de água decorrentes de chuvas torrenciais, provavelmente concentradas no espaço e no tempo. Essas feições podem ser associadas a 'linhas de pedra', que são níveis de seixos soterrados nos solos, muitas vezes interpretados como antigas superfícies do solo desenvolvidas pelo escoamento das águas de chuva e relacionadas com um paleoclima mais seco.

Uma interpretação alternativa desses níveis é considerá-los como diretamente produzidos pela desagregação das rochas, sob um clima permanentemente úmido, a partir dos veios de quartzo mais resistentes presentes na rocha original.

Campos de dunas eólicas, moldadas por ventos de nordeste – ou alíseos – foram detectados sob a floresta nos *Llanos del Orinoco* (Colômbia e Venezuela) ou nas proximidades de Santa Cruz de la Sierra (Bolívia) e também na região fronteiriça entre Amazonas e Roraima (ver 'Dunas Gigantes e Campos de Areia', neste número). Todos esses fatos evidenciam paleoclimas mais secos do que o atual, sob os quais a cobertura vegetal mostrava-se bastante rarefeita, do tipo cerrado ou savana, em contraposição à densa floresta observada hoje na região.

Os inventários faunísticos e florísticos levaram diversos pesquisadores, como os zoólogos H. Haffer e Paulo Emílio Vanzolini ou o botânico Ghilleen Prance, à proposição do modelo dos refúgios ecológicos, que poderia explicar a alta diversidade de espécies, bem como suas distribuições geográficas. Segundo essa teoria, durante os períodos glaciais (em que as geleiras expandiram-se nas áreas glaciais), as florestas das planícies amazônicas teriam sido reduzidas a manchas localizadas, verdadeiras 'ilhas de umidade', como descritas por Ab'Sáber.

Durante essas fases de paleoclima mais seco, a Amazônia teria sido invadida por

cerrados e cerradões, que circundariam as manchas de florestas tropicais. Esse fenômeno teria se acentuado durante o último período de temperatura baixa global, situado entre 18 e 13 mil AP (antes do presente). O elo entre os climas secos da Amazônia e os períodos frios globais, de acordo com as primeiras teorias a respeito, seria estabelecido pela intensificação das correntes marinhas frias.

Entretanto, a reconstituição da temperatura dos oceanos durante o último máximo glacial (18 mil anos AP), realizada em 1981, pela equipe do programa norte-americano CLIMAP, não mostrou um resfriamento nítido no sudoeste do oceano Atlântico tropical. Dessa maneira, tornava-se questionável a idéia da cronologia e da intensidade das fases secas antigas da Amazônia. Para tentar responder a essas questões, tornava-se imprescindível o estudo, sob um ponto de vista paleoclimático, dos depósitos quaternários diretamente ligados aos processos superficiais ocorridos nas últimas dezenas de milhares de anos.

A seqüência e a natureza dos processos superficiais passados, em grande parte controlados pelas condições paleoclimáticas, acham-se registrados nos depósitos sedimentares dos últimos milênios. Em muitos casos, no entanto, e isso acontece nas planícies fluviais amazônicas, as sucessivas fases de sedimentação e erosão tornaram os registros muito descontínuos. Os dados obtidos sobre a sucessão de eventos são, portanto, fragmentários.

Os depósitos de sedimentos em lagos existentes nas planícies fluviais amazônicas não oferecem registros paleoclimáticos mais antigos do que cerca de 5 ou 7 mil anos AP. Além disso, em regiões tectonicamente ativas da Amazônia ocidental, como no sopé da Cordilheira dos Andes, os efeitos dos movimentos neotectônicos (atividades recentes da crosta terrestre) sobrepostos aos das flutuações climáticas na reorganização das redes de drenagem, dificultando ainda mais essas pesquisas.

Poucas áreas, na Amazônia brasileira, não apresentam essas condições adversas, e uma delas está na região de Carajás, no Estado do Pará, distante mais de 500 km ao sul da capital estadual, Belém. A serra sul de Carajás, situada a 6° 20' de

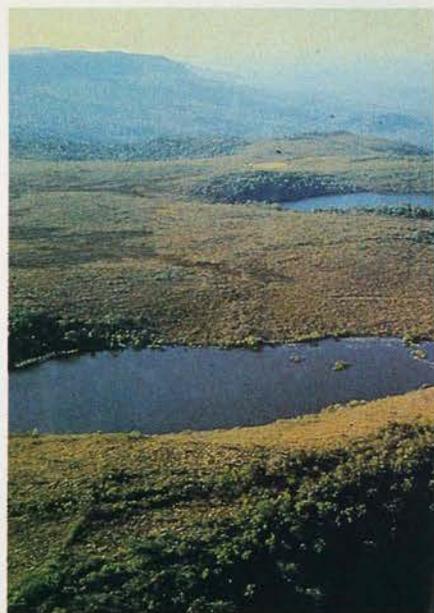


Figura 1. A serra sul de Carajás é um platô alongado que emerge da floresta amazônica, com altitudes de 700 a 900 m. Sobre o platô, nas depressões da couraça laterítica, existem pequenos lagos e brejos que se encontram em diferentes estágios de assoreamento. A couraça oferece péssimas condições para o desenvolvimento da vegetação muito aberta e de tipo estépico. A chuva polínica nos lagos é predominantemente originária das espécies da floresta amazônica que circundam o platô.

latitude sul e 50°25' de longitude oeste, é um platô constituído por uma espessa crosta ferruginosa (laterita). Na superfície desse platô ocorre mais de uma dezena de pequenos lagos, alojados em depressões fechadas, com limitado canal de escoamento das águas. Esses lagos apresentam inúmeras vantagens, como sítios adequados para estudos paleoclimáticos, quando comparados aos depósitos de rios ou mesmo aos lagos situados nas planícies fluviais.

Pelas características geomorfológicas do platô, situado numa altitude de 700-900 m, tais lagos não são influenciados pela intensa dinâmica fluvial amazônica. Por apresentarem reduzidas bacias de drenagem, compostas essencialmente de materiais lateríticos, a taxa de sedimentação dos lagos é suficientemente baixa, registrando em espessura pequena de sedimentos um intervalo de tempo relativamente grande. Também não foram documentadas, na região, evidências de atividades neotectônicas que tenham afetado o platô e possam dificultar a interpretação paleo-

climática dos depósitos lacustres.

Finalmente, esses lagos situam-se em um 'corredor seco', caracterizado por precipitações pluviométricas mais baixas (1.500-2.000 mm/ano) do que nas regiões amazônicas circundantes (mais de 2.000 mm/ano), sendo, em conseqüência, uma área mais sensível a eventuais mudanças paleoclimáticas.

A coluna dos sedimentos lacustres foi coletada utilizando-se um amostrador tubular denominado 'vibrotestemunhador', provido de um sistema de vibração gerado por motor a gasolina (normalmente utilizado como vibrador de concreto). Com esse equipamento, foi possível obter uma amostra de forma cilíndrica que apresentava as sucessivas camadas depositadas no fundo do lago nas últimas dezenas de milhares de anos – em geologia, uma amostra desse tipo é denominada 'testemunho' ou 'testemunho de sondagem'.

O estudo paleoclimático dos sedimentos lacustres da serra sul de Carajás foi desenvolvido a partir de um convênio firmado entre o Instituto Francês de Pesquisa Científica para o Desenvolvimento em Cooperação (Orstom) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). O projeto contou com a participação ativa de mais de uma dezena de pesquisadores e foi coordena-

do pelos autores. Durante os trabalhos de campo, a equipe contou com o apoio logístico da empresa estatal Rio Doce Geologia e Mineração S.A. (Docegeo) na subsistência local e na utilização de helicóptero para a coleta das amostras.

Entre os testemunhos obtidos nos lagos, um deles mostrou-se bastante revelador, indicando mudanças cíclicas na sedimentação durante os últimos 60 mil anos (figura 2). Sedimentos de dois tipos alternam-se ao longo desse testemunho, de pouco mais de 6 m. O primeiro tipo é representado por material orgânico e o segundo por material arenoso com fragmentos de couraça laterítica (crosta ferruginosa) e grãos de quartzo (dióxido de silício), além de abundante siderita (carbonato de ferro) e caulinita (silicato hidratado de alumínio).

As camadas de material orgânico, ricas em fragmentos de tecidos vegetais bem preservados e algas planctônicas, correspondem às fases de nível lacustre mais alto, quando o paleoclima local teria sido mais úmido, conforme mostram os seus conteúdos polínicos ricos em pólenes de plantas arbóreas, representativas da floresta amazônica. Por outro lado, as camadas arenosas, onde o material orgânico mostra-se mal-preservedo, correspondem a fases de nível lacustre mais

baixo, quando o paleoclima local era mais seco, de acordo com seus conteúdos polínicos, com predominância de pólenes de gramíneas e de plantas típicas de savanas (ver 'Paleoecologia', neste número).

Interrupções na sedimentação são observadas no topo das camadas orgânicas. A mais recente, de 22 a 13 mil anos AP, é nitidamente mostrada pela datação por radiocarbono, com um salto de uma datação a outra sem a presença de camadas intermediárias. Essas interrupções na sedimentação são interpretadas como fases de completa secagem do lago. Elas representam, portanto, as fases mais secas do registro paleoclimático.

A sucessão de períodos de elevação ou de abaixamento do nível do lago retrata a evolução paleoclimática na área em estudo. De acordo com essas informações, as fases secas teriam ocorrido por volta de 60 e 45 mil e entre 23 e 11 mil anos AP. Essas fases correspondem, no registro polínico, às épocas de degradação e recuo da floresta amazônica. Elas ocorrem nas mesmas épocas dos mínimos de temperatura global estabelecidos em 1968, a partir de um testemunho de gelo da Antártica, por uma equipe francesa e soviética dirigida pelo glaciólogo Claude Lorius.

Uma última fase de regressão da floresta, centrada ao redor de 6 mil anos AP, não

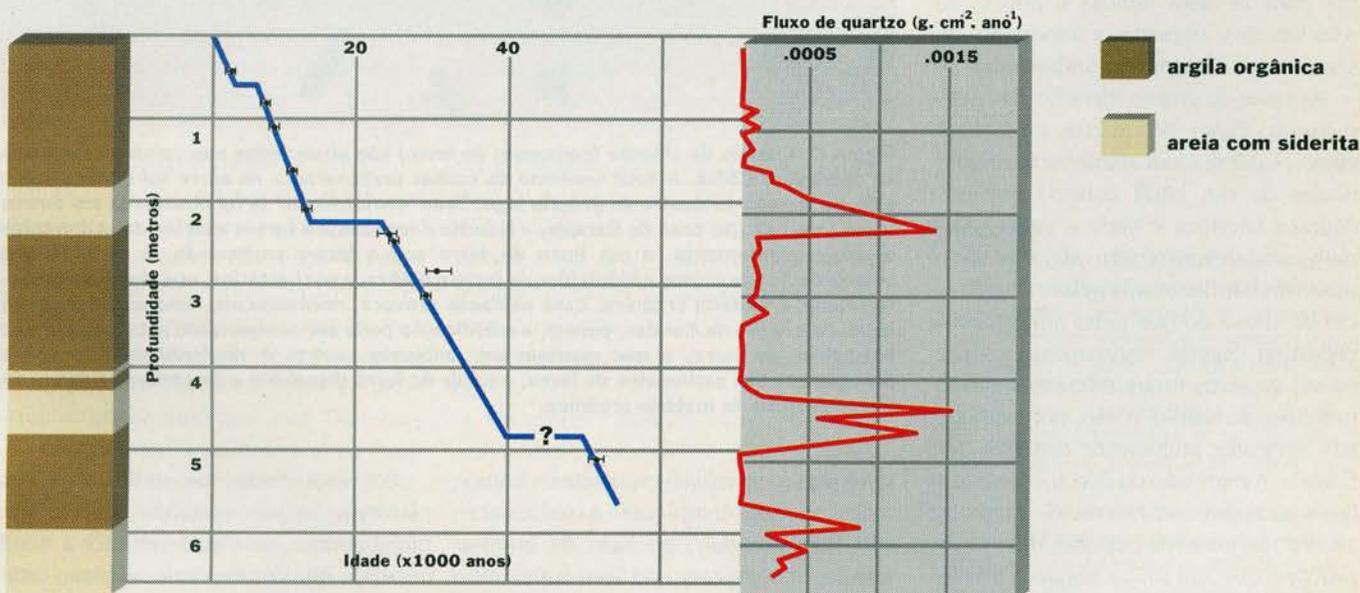


Figura 2. Resultados da análise da coluna sedimentar da sondagem realizada em um lago da serra sul de Carajás. A coluna sedimentar à esquerda mostra os tipos de sedimentos encontrados, de acordo com a profundidade. Ao centro, o gráfico apresenta as datações efetuadas pelo método de radiocarbono (ou ^{14}C). O último gráfico, à direita, indica as flutuações do fluxo de quartzo ao longo da sondagem. O alcance máximo do método de datação pelo ^{14}C é de cerca de 60 e 70 mil anos, embora sua faixa de maior confiabilidade atinja 20 mil anos. Na expressão Antes do Presente (AP), por convenção, o presente corresponde ao ano de 1950.

acompanhada por mudanças maiores na sedimentação. Estudos realizados por um geólogo marroquino, Abdel Sifeddine, mostraram, nesse nível do testemunho, grande concentração de minúsculos fragmentos de carvão vegetal, sugestivos da ocorrência de freqüentes incêndios nessa região da floresta amazônica entre 7 e 4 mil anos AP, fato também constatado por várias pesquisas anteriores em outras áreas da Amazônia (ver 'Solo e Clima', neste número).

As espículas (esqueletos silicosos) de esponjas, encontradas no mesmo nível, identificadas pela bióloga brasileira Cecília Volkmer-Ribeiro como pertencentes somente à espécie *Corvomeyenia tumi*, indicam a natureza efêmera do lago na época.

Os estudos realizados em Carajás, além de oferecerem um registro paleoclimático dos últimos 60 mil anos, permitem o cálculo do fluxo do quartzo depositado no lago estudado. Esse fluxo registra a intensidade da erosão na pequena bacia do lago, coberta por uma couraça laterítica. O teor de quartzo foi dosado, a partir do sedimento total, através de espectrometria por infravermelho. Como foi visto na figura 2, três períodos de fluxo máximo podem ser observados na curva. Eles correspondem às transições das fases secas para as fases úmidas e podem ser relacionados, portanto, a importante desequilíbrios climáticos e ambientais.

As fases de erosão identificadas pelos picos do fluxo de quartzo em Carajás correspondem a um ambiente muito particular de um platô coberto por uma couraça laterítica e onde a vegetação é muito mal-desenvolvida. Ali, a erosão é muito mais influenciada pelas características da chuva do que pelas mudanças na cobertura vegetal. Seguramente, os processos erosivos foram diferentes em outros tipos de relevo, como, por exemplo, nas vertentes atualmente cobertas pela floresta. A regressão da floresta durante as fases secas deve ter favorecido altamente a erosão ao longo do período. Mas é muito provável que, em toda a região, a intensidade maior da erosão tenha ocorrido no final das fases secas, quando as chuvas tinham maior capacidade de erosão e a floresta ainda estava se restabelecendo.

Nas planícies fluviais, os processos



Figura 3. Uma plataforma foi utilizada para realizar as sondagens nos sedimentos dos lagos. Na fotografia, o tubo amostrador é preparado pelos pesquisadores.



Figura 4. Cristais de siderita (carbonato de ferro) são observados nas camadas arenosas da sondagem CSS2. A total ausência de rochas carbonatadas na serra sul implica que a siderita formou-se dentro do próprio lago. Essa 'neoformação' já foi observada em outros lagos tropicais. No caso de Carajás, a siderita é associada a fortes aportes de sedimentos e, conseqüentemente, a um fluxo de ferro sob a forma particulada. A redução e a solubilização dos óxidos e hidróxidos de ferro é realizada por bactérias, que simultaneamente oxidam a matéria orgânica. Essa oxidação provoca, normalmente, uma acidificação do meio. Nos lagos de Carajás, porém, a acidificação pode ser compensada pela redução dos hidróxidos de ferro, o que mantém um ambiente neutro. A neutralidade favorece a precipitação dos carbonatos de ferro, a partir do ferro dissolvido e do carbono oriundo da decomposição da matéria orgânica.

geológicos superficiais apresentam características mais complexas. A sedimentação fluvial requer, ao lado da intensa erosão, uma descarga de água suficientemente forte para propiciar a redistribuição dos sedimentos na planície. Conseqüentemente, os depósitos fluviais representam, em geral, períodos úmidos caracterizados por forte descarga.

Por essa razão, os sedimentos das planícies fluviais amazônicas têm, freqüentemente, uma idade inferior a 4 mil anos AP, que corresponde ao pleno estabelecimento da fase úmida atual. Pesquisas interessantes sobre tais depósitos foram realizadas recentemente na Amazônia ocidental (sopé dos Andes peruanos) pelos geólogos Matti Räsänen (finlandês)



Figura 5. A observação de uma seção polida dos sedimentos lacustres de Carajás por microscopia revela a presença de pequenos fragmentos de carvão vegetal, que atestam a ocorrência de incêndios na região. Os fragmentos aparecem na fotografia como pontos brilhantes, em função de seu alto poder refletor, e têm de 10 a 20 μm (micrômetros) de tamanho. A idade desses fragmentos, observados na parte superior da coluna sedimentar, é de cerca de 6 mil anos AP.

e Jean François Dumont (francês), com suas respectivas equipes. Embora a região estudada esteja submetida a intensa atividade neotectônica, os dados obtidos revelam que a deposição fluvial ocorreu durante fases úmidas (32 e 39 mil anos AP), mas também na última época de transição de uma fase seca para uma fase úmida, por volta de 13 mil anos AP (ver 'Rios da Amazônia', neste número).

Outro dado importante fornecido pelo registro de Carajás é a ocorrência de um período de recuo da floresta, centrado em 6 mil anos AP, não acompanhado por nítida mudança no tipo de sedimentação. Essa descoberta mostra que as idéias de fases úmidas e fases secas depende, em grande parte, da escala temporal das observações. Assim, durante as fases úmidas ou secas de duração mais longa podem estar intercaladas flutuações paleoclimáticas de duração mais curta.

Outra constatação interessante é a de que, diferentemente das fases secas mais antigas detectadas em Carajás, esta última fase seca não parece ser de alcance global. Na mesma época, os paleolagos situados nos atuais desertos do norte da África alcançavam grande desenvolvimento e, por outro lado, a temperatura média na Europa era alguns graus centígrados superior à atual.

As características dos depósitos lacustres de Carajás levam a pensar que esta última fase seca não tenha sido contínua:

o paleoclima geral, úmido, teria sido interrompido por vários eventos secos com duração de alguns séculos. Na verdade, tais períodos secos de curta duração parecem ter ocorrido desde 7 mil anos AP até a época atual, mas com ritmo mais lento a partir de 4 mil anos AP. Eles foram notados pelo arqueólogo brasileiro Celso Perota em um sambaqui do rio Xingu. A base do sambaqui é situada abaixo do nível do rio e as pesquisas mostraram que, durante os últimos 4 mil anos, ele conheceu três camadas curtas de ocupação, correspondendo a três fases de baixo nível do rio (eventos secos). A palinóloga brasileira Maria Lucia Absy já havia constatado a presença de eventos de baixa descarga de água nesse período de tempo.

Esses eventos paleoclimáticos de curta duração apresentam muitas similaridades com o fenômeno *El Niño*: diminuição das precipitações na Amazônia oriental, chuvas torrenciais no litoral norte do Peru e bloqueio das frentes frias no sul ou sudeste brasileiros. Entretanto, é bom notar que essas condições de tipo *El Niño* tiveram durações muito maiores do que os fenômenos *El Niño* atuais. Provavelmente esses eventos, bastante numerosos de 7 a 4 mil anos AP e mais raros de 4 mil anos AP até hoje, teriam desempenhado um papel muito importante na variação das condições hidrodinâmicas dos rios da floresta amazônica.

As mudanças climáticas aqui relatadas demonstram a íntima relação entre os paleoclimas e os processos geológicos superficiais da região amazônica. Entretanto, as informações sobre a natureza e a origem da floresta, do solo e do relevo da Amazônia são ainda muito limitadas. Para que os paleoambientes possam ser reconstituídos com base em dados científicos, torna-se necessária a obtenção de dados paleoecológicos mais completos sobre a totalidade da bacia amazônica. Até que isso seja conseguido, qualquer discussão sobre os paleoclimas da região permanecerá necessariamente no campo teórico.

Com base em medidas instrumentais e observações de moradores das margens dos rios, tem sido sugerido que a altura e a duração das enchentes amazônicas estariam crescendo, e que a causa estaria nos constantes desmatamentos. Entretanto,

segundo o geógrafo brasileiro Hilgard O'Reilly Sternberg, tais relatos a respeito da exacerbação das enchentes, que já seria perceptível a milhares de quilômetros das áreas desmatadas, devem ser encarados com bastante cautela, em função da vastidão da bacia e das características das ocupações humanas, situadas em áreas proporcionalmente pequenas e localizadas.

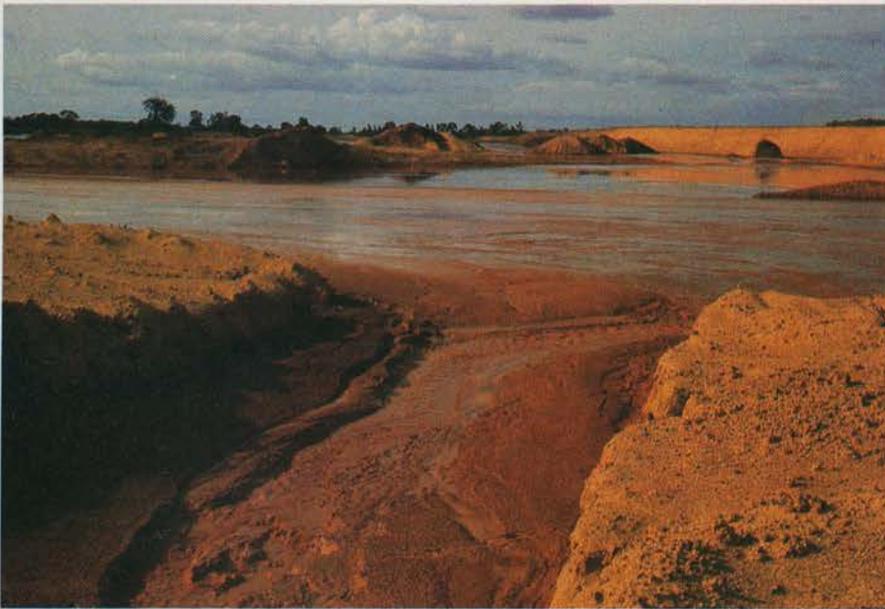
Do ponto de vista da geologia do Quaternário, ainda não há dados suficientes para que se tente prever como as condições ambientais mudarão, em futuro próximo, em decorrência de flutuações climáticas, tanto induzidas por causas naturais quanto antrópicas. A obtenção de informações mais detalhadas sobre registros paleoclimáticos, baseados em estudos palinológicos, sedimentológicos, geoquímicos, isotópicos e outros, precisaria ser acelerada para que tal lacuna fosse preenchida.

Bibliografia

- AB'SÁBER, A.N. "Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários", *Paleoclimas*, nº 3, Instituto de Geografia da USP, 1977, p. 1-20.
- ABSY, M.L. *et alii*. "Mise en évidence de quatre phases d'ouverture de la forêt dense dans le sud-est de l'Amazonie au cours des 60.000 dernières années. Première comparaison avec d'autres régions tropicales", *Comptes Rendus de L'Académie des Sciences*, Paris, v. 312, série II, 1991.
- LACERDA, L.D.; TURCQ, B.; KNOPPER, B. & KJERVE, B., "Paleoclimatic changes in Brazil and the Carbon cycle", *Séries de geoquímica ambiental*, nº 1. Rio de Janeiro, Sociedade Brasileira de Geoquímica, 1992.
- SIFEDDINE, A., "La sédimentation en région tropicale humide (Carajás, Amazonie, Brésil): relation avec les modifications de l'environnement climatique au cours des 60.000 dernières années". Tese apresentada ao Museum National d'Histoire Naturelle, Paris, 1991.
- SUGUIO, K. & TESSLER, M.G., "Proceedings of the symposium on global changes in South America during the quaternary", *Boletim IG-USP*, nº 8 (edição especial), São Paulo, 1990.



Estudos do solo revelam alterações climáticas da Amazônia



Depósito de bauxita na Amazônia

As características dos solos dependem das condições sob as quais eles se formam, como, por exemplo, a natureza da rocha-mãe ou o clima. Este último tem um papel fundamental. Sob um clima bastante seco, a alteração dos minerais das rochas-mães leva à formação de alguns tipos de argilas, como as esmectitas. Sob um clima mais úmido, as argilas formadas são diferentes, como a caulinita. Assim, por suas características morfológicas e mineralógicas, o solo reflete o clima sob o qual se formou. O clima, entretanto, pode ter sofrido variações, com períodos mais secos ou mais úmidos, no decorrer da formação dos solos hoje observados, e algumas características adquiridas durante esses períodos com clima diferente do atual podem ter sido conservadas nos solos até hoje.

Yves Lucas

François Soubiès

Armand Chauvel

Instituto Francês de Pesquisa Científica para o Desenvolvimento em Cooperação - Orstom.

Thierry Desjardins

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA/Orstom.

Os solos observados no planeta têm idades muito variadas. Nas zonas montanhosas, ou mais geralmente nas zonas submetidas a movimentos rápidos da crosta terrestre, a erosão mecânica arrasta o solo à medida que ele se forma. Em zonas de sedimentação fluvial ou marinha, os solos não podem ser mais velhos que os sedimentos sobre os quais eles se desenvolvem. Nas zonas temperadas da Europa ou da América do Norte, as geleiras, que ocupavam essas regiões até uma época relativamente recente, eliminaram os solos preexistentes, e os solos atuais, portanto, são relativamente jovens.

Nas zonas úmidas dos velhos escudos estáveis, como o escudo central brasileiro, que inclui uma grande parte da Amazônia, os solos puderam teoricamente evoluir por um longo tempo sem terem sido submetidos a uma submersão pelo mar, a uma erosão mecânica intensa, ou à ação das geleiras. Portanto, esses solos podem apresentar traços herdados dos climas que se sucederam durante sua longa formação.

No caso dos latossolos, que junto com os solos podzólicos são os solos mais comuns da Amazônia, a indicação da idade é dada, em primeiro lugar, pela sua espessura e pela natureza dos minerais que o compõem. Modelagens realizadas a partir das condições atuais de formação indicam um tempo de formação entre 10 e 100 milhões de anos, em função das hipóteses iniciais. Apesar da imprecisão, tais resultados indicam que esses solos são muito antigos: não ocorreram, pelo menos nos últimos 10 milhões de anos, episódios climáticos que permitissem a ablação da cobertura de solos, como geleiras ou desertos quentes (nestes, na ausência de vegetação, há erosão mecânica, principalmente eólica, que leva as partículas finas e só deixa no local os elementos grosseiros).

Sob certas condições, uma cronologia relativa dos diferentes elementos constituintes do solo pode ser feita por análise petrográfica ou química. Nos solos bauxíticos das regiões de Jurití ou de Trombetas (2° S, 57° W), foi possível estabelecer uma sucessão de eventos. Os constituintes mais antigos são materiais endurecidos pelo ferro, chamados couraças ferruginosas, que apresentam características

de rocha-mãe pouco alterada. Posteriormente, formaram-se materiais endurecidos pelo alumínio, chamados bauxitas, nas quais as características da rocha-mãe quase desapareceram. Enfim, esses materiais estão atualmente em vias de substituição por um material argiloso não-consolidado.

Essa sucessão nos dá indicações paleoclimáticas. Observa-se atualmente que as couraças ferruginosas formam-se nas regiões submetidas a um clima tropical contrastado, como na África sudano-guineense. Pode-se supor que o solo evoluiu sob um clima desse tipo no início de sua formação, pelo menos 10 milhões de anos atrás. As bauxitas, entretanto, formam-se sob um clima muito úmido. Como elas

estão agora em fase de substituição por um material argiloso característico do clima atual, pode-se concluir que esses solos evoluíram sob um clima mais úmido durante um tempo longo o suficiente para formar os espessos horizontes bauxíticos, hoje residuais.

No entanto, as extrapolações climáticas a partir dos solos devem manter-se prudentes. As linhas de cascalhos ferruginosos ou quartzosos observadas em profundidade nos solos, por exemplo, foram consideradas, nos anos 60 e 70, como indícios de climas que teriam permitido uma erosão e uma desnudação do solo, seguidas por um recobrimento de materiais não-consolidados. Mas vários estudos detalhados, realizados nos últimos 20 anos, tanto

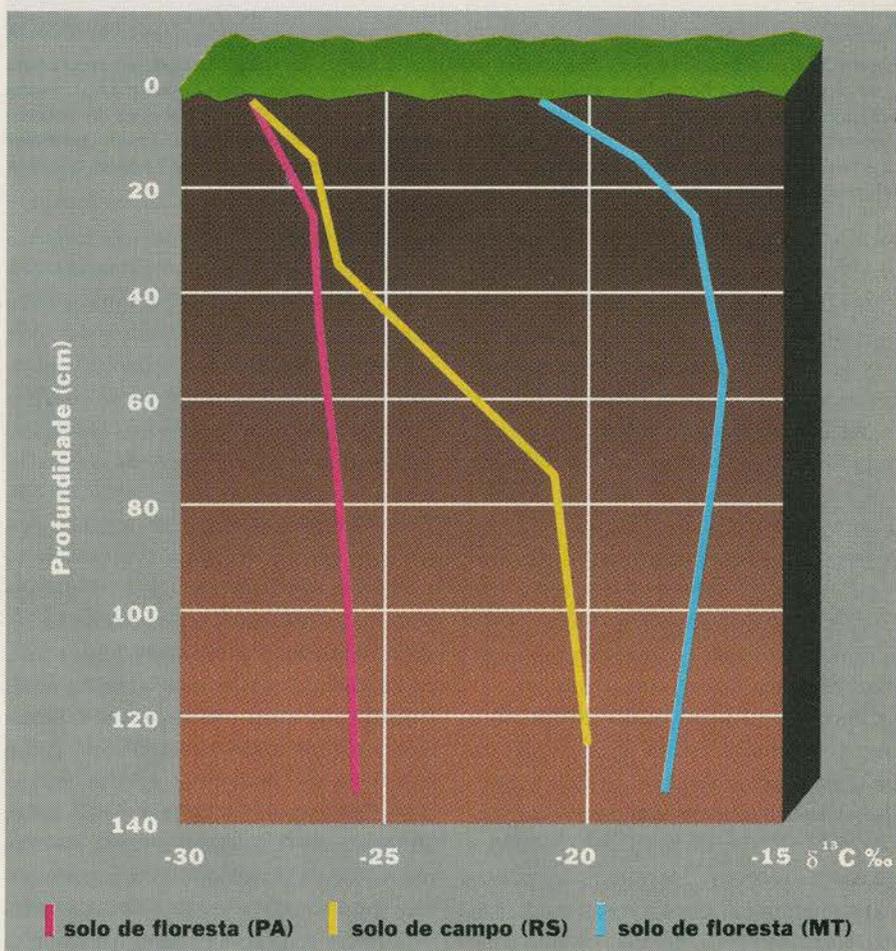


Figura 1. Distribuição do isótopo ^{13}C do carbono em vários solos brasileiros. Os solos recobertos pela floresta amazônica (A) apresentam geralmente um empobrecimento marcante de $\delta^{13}\text{C}$ em relação aos solos de regiões recobertas por uma vegetação de campo ou de cerrado (B). Porém, existem solos atualmente recobertos pela floresta amazônica (C) que apresentam, nas camadas mais profundas, valores de $\delta^{13}\text{C}$ muito parecidos com aqueles encontrados nos solos de campo ou de cerrado. A hipótese mais provável é que esses valores observados em profundidade seriam devidos à persistência de uma matéria orgânica antiga e estável, proveniente de uma vegetação anterior mais rica em ^{13}C que a atual. Tal vegetação seria provavelmente semelhante à encontrada hoje em campos e cerrados.



Figura 2. A observação dos cortes da rodovia Cuiabá-Santarém mostrou que, em uma vasta área ocupada pela floresta, a sudoeste do Pará, os solos encerraram casualmente, numa profundidade pequena e aproximadamente constante, fragmentos de carvões de origem vegetal. Diferentes indícios, principalmente pedológicos e climatológicos, levam a pensar que tais depósitos de carvão surgiram pela queima de uma antiga cobertura vegetal, durante um período mais seco que o atual.

na África como na América do Sul, mostraram que essa interpretação era muitas vezes falsa, já que essas linhas de cascalhos podem formar-se em profundidade nos solos, sem a necessidade de uma fase de aridez e de erosão mecânica.

Na paisagem, os solos são geralmente organizados em sistemas que podem ser entendidos na escala da unidade de relevo. Os solos de platôs ou dos cumes de colinas são diferentes dos solos das vertentes, e esses diferentes dos solos dos baixios. Tais sistemas são ao mesmo tempo a consequência e o motor da formação das paisagens.

Perto de Manaus, foi possível mostrar que o sistema de solos e as formas da paisagem locais são típicos das regiões de florestas tropicais úmidas, comandadas pela erosão química. Se oscilações climáticas recentes ocorreram, com desaparecimento da floresta, essas mudanças não foram intensas ou longas o suficiente para modificar os sistemas de solos de uma maneira significativa ou para induzir a formação de formas de paisagem diferentes.

Pistas na matéria orgânica

Mesmo sem modificar os sistemas de solos de uma forma visível, as oscilações

climáticas recentes podem ter deixado marcas em alguns dos componentes dos solos. Isso acontece, por exemplo, com a matéria orgânica existente nos solos, que provém quase exclusivamente da vegetação que cobriu ou cobre tais solos. Essa matéria orgânica aparece como uma testemunha dos eventos climáticos que ocorreram nos últimos milhares de anos.

As datações da matéria orgânica dos solos, usando o método do carbono 14 radioativo, evidenciam, para a grande maioria desses solos, um crescimento regular da idade da matéria orgânica com a profundidade. Assim, nas camadas mais superficiais, a matéria orgânica é geralmente jovem, entre 50 e 100 anos. A um metro de profundidade, a idade média dessa matéria varia de 3 a 5 mil anos, atingindo de 7 a 10 mil a cerca de dois metros de profundidade. A matéria orgânica humificada e estável das camadas profundas é, portanto, uma testemunha da vegetação que recobriu os solos durante os últimos milênios.

Sabe-se, por outro lado, que o carbono 13 (^{13}C), um isótopo estável do carbono, não aparece com a mesma concentração em todos os vegetais. Os valores de $\delta^{13}\text{C}$ da combustão das amostras de solo a 800 °C,

com um espectrômetro de massa) são determinados em relação a um padrão internacional. Tais valores variam em função do ciclo fotossintético das espécies vegetais: as plantas com um ciclo fotossintético C_4 (no qual o primeiro composto orgânico, formado a partir do CO_2 , é uma molécula com quatro átomos de carbono, como a grande maioria das gramíneas tropicais, dos campos e dos cerrados) são menos empobrecidas em ^{13}C do que as plantas com um ciclo fotossintético C_3 (primeiro composto orgânico, formado a partir do CO_2 , é uma molécula com três átomos de carbono) e que é encontrado em todas as árvores. Para as primeiras, os valores de $\delta^{13}\text{C}$ situam-se entre -10‰ e -20‰, e para as últimas entre -22‰ e -33‰.

A matéria orgânica das camadas superficiais dos solos possui uma relação $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ muito próxima da existente na vegetação de que se origina. Por isso, quando duas coberturas vegetais compostas de vegetais de ciclos fotossintéticos diferentes se sucedem, observam-se, no decorrer do tempo, modificações dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ nas camadas dos solos. Assim, pode-se deduzir que, se no curso dos últimos milênios ocorreram alternâncias de vegetação devidas à ação humana ou a flutuações climáticas, a matéria orgânica antiga das camadas profundas conservou indícios dessas alternâncias.

Atualmente, poucos perfis de distribuição dos valores de $\delta^{13}\text{C}$ nos solos da Amazônia são disponíveis. Na maioria deles, os valores obtidos nas camadas superficiais do solo estão próximas de -28,5‰ e, com o aumento da profundidade, observa-se apenas um ligeiro aumento de 2 a 3 unidades, como resultado do fracionamento do carbono durante o processo de decomposição da matéria orgânica e não da ocorrência de um tipo diferente de vegetação. Esse aumento pode mascarar pequenas variações na razão isotópica. Variações maiores (em torno de 10‰ ou mais) provavelmente indicarão que diferentes tipos de vegetação ocuparam aquele solo. A presença de uma vegetação florestal sobre esses solos desde uma época antiga parece então muito provável.

Entretanto, um dos solos de floresta, obtida ao norte de Mato Grosso, apresen-

tou uma distribuição bem diferente nos valores de $\delta^{13}\text{C}$. A parte superior do perfil apresenta valores e uma evolução parecidas com as dos solos anteriores, mas a partir de uma profundidade de 30 cm o aumento do valor de $\delta^{13}\text{C}$ é acentuado, atingindo -19,9‰ a 1,2 m, resultado parecido com os atualmente observados nas camadas superficiais dos solos de campos e de cerrados. Isso mostra que na Amazônia, sob um mesmo tipo de vegetação, a floresta densa úmida, e sob o mesmo clima atual, tropical úmido, solos parecidos do ponto de vista pedogenético podem apresentar distribuições do isótopo ^{13}C muito diferentes entre si.

Tais diferenças não podem ser explicadas pelo processo de fracionamento isotópico decorrente da decomposição da matéria orgânica. A hipótese mais provável, portanto, é a de que os valores de $\delta^{13}\text{C}$ observados em profundidade, nesse solo do Mato Grosso, seriam decorrentes da presença de uma matéria orgânica antiga, humificada e estável, proveniente de uma vegetação anterior de composição isotópica diferente, mais rica em ^{13}C que a vegetação atual, e provavelmente parecida à vegetação atual de campos e cerrados.

Fósseis de antigos vegetais

Além da matéria orgânica distribuída nos perfis de solos, o estudo dos carvões encontrados nesses perfis também pode dar informações sobre as mudanças climáticas ocorridas no passado.

Nos anos de 1975 a 1977, o exame atento de 800 km de cortes do terreno, às margens da rodovia Santarém-Cuiabá, que acabava de ser aberta, revelou a presença freqüente, principalmente entre o município de Itaituba, no Pará, e o planalto do Cachimbo, de pedaços de carvão nos horizontes superiores dos latossolos vermelho-amarelos, situados sobre granitos e riolitos encobrendo esta área. De tamanho centimétrico a milimétrico, os fragmentos de carvão concentram-se freqüentemente em profundidades que variam de 50 cm a 1 m, formando uma verdadeira linha, que em geral acompanha as descontinuidades texturais e estruturais dos perfis.

Um exame minucioso desses carvões (através de técnicas como a espectrometria infravermelha, a reflectância e o estu-

do das paredes celulares) mostrou que eram o produto de incêndios de paleocoberturas vegetais, e que tais eventos localizam-se entre 3 e 6 mil anos no passado. Outros traços de paleo-incêndios da floresta amazônica foram identificados depois em diversos setores da bacia.

Tendo em vista que nenhum traço de atividade humana (ferramentas, cerâmica ou outros) está associado a esses indícios do Alto Tapajós, entre Jamanxim e Curuá, o significado deles parece muito provavelmente paleoclimático. No decorrer de um ou vários episódios climáticos mais secos do que o atual, a floresta tropical úmida, insuficientemente abastecida de água, teria sido devastada numa grande extensão por incêndios cuja origem pode ter sido diversa (relâmpagos, ação humana ou outras causas). Uma vegetação de savana instalou-se provavelmente em seguida, temporariamente, conforme indicado por certas características físico-químicas anômalas dos solos desta área.

Essa interpretação paleoclimática das camadas de carvões encontradas nos solos do sul do Pará foi muito reforçada por informações recentemente recolhidas ao curso do estudo dos sedimentos dos lagos da serra sul de Carajás (ver 'Paleoclimas e Geologia', neste número).

O estudo palinológico e sedimentológico realizado por uma equipe franco-brasileira mostrou que, ao longo dos últimos 60 mil anos, ocorreram quatro episódios de forte regressão da floresta amazônica oriental, ligados a episódios climáticos mais secos que o atual. Os fatos importantes são que: 1) a última fase seca registrada em Carajás situa-se entre 7 e 4 mil anos no passado, ou seja, aproximadamente na mesma época em que a floresta incendiou-se no Alto Tapajós; 2) em Carajás, também existem traços de paleo-incêndios nessa época.

Do mesmo modo que os fósseis nos sedimentos, os carvões conservados nos perfis do solo podem constituir marcadores de paleoambientes. Os da estrada Santarém-Cuiabá mostram que a grande floresta amazônica não escapou, provavelmente num passado relativamente recente, dessas catástrofes ecológicas naturais que são os incêndios. Traços de incêndios das coberturas vegetais acham-se nos sedimentos desde o Devoniano e em todas as

latitudes, indicando que eles podem ter desempenhado um papel de grande importância nas modificações das coberturas vegetais passadas e na composição da atual floresta amazônica.

No que diz respeito à Amazônia, o papel dos paleo-incêndios na dinâmica da floresta amazônica ainda permanece pouco conhecido, mas o *Ecofit-Brasil*, um programa de pesquisas franco-brasileiro, lançado recentemente, poderá, num futuro próximo, trazer algumas respostas às indagações dos cientistas.

Bibliografia

- LUCAS, Y. & CHAUVEL, A. "Soil formation in tropically weathered terrains", in: *Handbook of exploration geochemistry* (v. 4, Pegolith exploration geochemistry in tropical and subtropical terrains). Elsevier, Butt and Zeeger Rds., 1992, pp. 57-77.
- SANFORD, R.L.; SALDARRIAGA, J.; CLARK, K.E.; UHL, C. & HERRERA, R. "Amazon rain forest fires", in: *Science* nº 227, 1985, pp. 53-55.
- SOUBIÈS, F. "Existence d'une phase sèche en Amazonie brésilienne datée par la présence de charbons dans les sols: 6.000-3.000 ans", in: *B.P. Cahiers, série Géologie*, v. XI-1, Orstom, 1980, pp. 133-148.
- DESJARDINS, T.; VOLKOFF, B.; ANDREUX, F. & CERRI, C. "Distribution du carbone total et de l'isotope ^{13}C dans les sols ferrallitiques di Brésil", in: *Science du sol*, nº 29/3, 1991, pp. 175-187.



Reconstrução das condições hidrológicas do passado



Vista da hacia do rio Negro.

O clima e as condições do passado podem ser conhecidos a partir de informações que ficam registradas nas rochas sedimentares. Analisando esses registros, os geólogos podem interpretar quais foram os processos que levaram à deposição dos sedimentos e modelaram a paisagem. Dessa forma, é possível reconstruir os ambientes do passado, e recuperar várias informações importantes para entender o que ocorreu em outras épocas.

Edgardo Latrubesse

*Departamento de Geografia,
Universidade do Amazonas.*

Elena Franzinelli

*Departamento de Geociências,
Universidade do Amazonas.*

Nos últimos 20 anos, intensificaram-se as pesquisas na Amazônia para tentar compreender as causas que permitiram o desenvolvimento da maior biodiversidade conhecida do planeta.

Diferentes teorias como as de Estabilidade do Tempo e Refúgios Florestais foram baseadas em dados atuais de fauna e flora e tiveram o clima como eixo fundamental regulador dos fatores biológicos. No primeiro caso, considerando um clima equatorial constante durante milhões de anos e no segundo, especulando que as drásticas trocas climáticas do Quaternário (período geológico que compreende os últimos 2 milhões de anos da história da Terra) afetaram a Amazônia.

As glaciações do quaternário causaram enorme impacto em latitudes médias e altas, produzindo recuos e avanços dos gelos, desertificação e uma queda brusca do nível do mar, que atingiu 100-200 m abaixo do atual. Segundo a Teoria dos Refúgios, a Amazônia teria sido fragmentada em 'ilhas' de florestas, rodeadas por vegetação de savana, durante esse período. Porém essa teoria não possuía informação geológica que a suportasse.

Neste artigo abordaremos alguns aspectos geomorfológicos e sedimentológicos do que aconteceu em algumas regiões da Amazônia durante o último máximo glacial, e como alguns rios do sistema fluvial do Amazonas responderam a essas mudanças climáticas.

Para poder reconstruir o passado, é necessário obter informações que ficam registradas nas rochas sedimentares. Nelas os geólogos podem interpretar quais foram os processos que depositaram os sedimentos e modelaram a paisagem, reconstruindo os ambientes do passado.

O estudo da paleoflora e da paleofauna contida nas rochas sedimentares é de fundamental importância nas reconstruções de paleoambientes e portanto dos paleoclimas. Na Amazônia as pesquisas desse tipo basearam-se em duas linhas diferentes: a palinologia e a paleontologia de vertebrados.

Na palinologia, destacam-se os estudos dirigidos pelo holandês Thomas van der Hammen na Colômbia, pelo americano Paul Colinvaux no Equador e, no Brasil, por Maria Lúcia Absy, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia –



Figura 1. Representação esquemática das três áreas que compõem o sistema fluvial.

INPA. Na paleontologia de vertebrados, destaca-se o trabalho do grupo da Universidade Federal do Acre, em cujo laboratório se encontra uma bela coleção de vertebrados terciários e quaternários da Amazônia sul ocidental. A geologia do quaternário, porém, foi pouco estudada, particularmente em território brasileiro.

O sistema fluvial amazônico ocupa quase 7 milhões de km², que ultrapassam os limites da floresta amazônica. O rio Amazonas com 200 mil m³/s é o rio mais caudaloso do mundo, superando em muito o segundo, o rio Congo, com vazão média de 40 mil m³/s. Muitos dos afluentes do Amazonas entram dentro da categoria de grandes rios, por exemplo o Negro e o Madeira, quinto e sexto rios do mundo em volume de água.

Os sistemas fluviais respondem sensivelmente às trocas climáticas, produzindo um ajuste de suas variáveis tais como: tipo de carga transportada, vazão, dimensões do vale e geometria do canal.

O enfoque de nossos estudos é a reconstrução das condições paleohidrológicas dos rios do sistema amazônico durante o Quaternário. Analisando a geomorfologia e os antigos depósitos sedimentares deixados pelos rios, podemos estimar as condições hidrológicas do passado e, assim, obter informações sobre os paleoclimas dominantes para uma área e tempo determinados.

Sem dúvida, a zona de cabeceira de um sistema fluvial, ou zona de 'aporte', é de fundamental importância, uma vez que o relevo e o clima dominante nessa área afetam a zona intermediária ou de transferência, onde o rio desenvolve a sua planície (Figura 1).

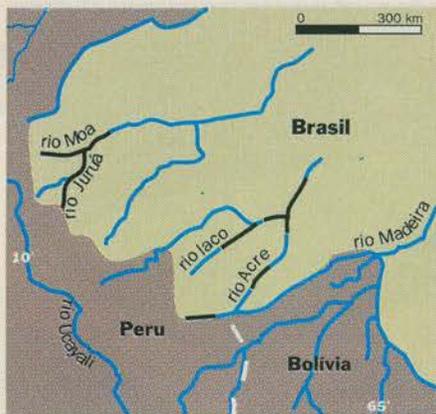
Por ser a zona de aporte uma zona tipicamente de erosão, a zona de transferência é geralmente de erosão-deposição, e é nela que vamos encontrar o melhor registro de sedimentos fluviais antigos deixados pelo rio.

Rios da Amazônia sul ocidental

Os rios da Amazônia sul ocidental podem se dividir em dois grandes grupos: a) os que têm contato direto com os Andes como: Ucayali, Madre de Dios, Marañon, Pastaza etc., e b) os que nascem nas terras baixas associadas ao sistema de serras do divisor como Juruá, Purus, Javari.

As pesquisas desenvolvidas pelo geólogo francês Jean François Dumont e os dados recentemente apresentados e discutidos no Simpósio Internacional do Quaternário da Amazônia por Matti Rasanen, da Finlândia, mostraram que, aproximadamente entre 55 e 26 mil anos AP (antes do presente), os rios Ucayali e Madre de Dios transportaram sedimentos grosseiros. Isso indicaria a presença de um clima que produzia chuvas torrenciais na região.

Dumont, analisando a morfologia de



- Rios
- Áreas percorridas ao longo dos rios para pesquisa de campo
- Áreas percorridas ao longo dos rios da Amazônia ocidental

Figura 2. Área estudada em pesquisa conjunta das universidades do Acre e Nacional de San Luis.

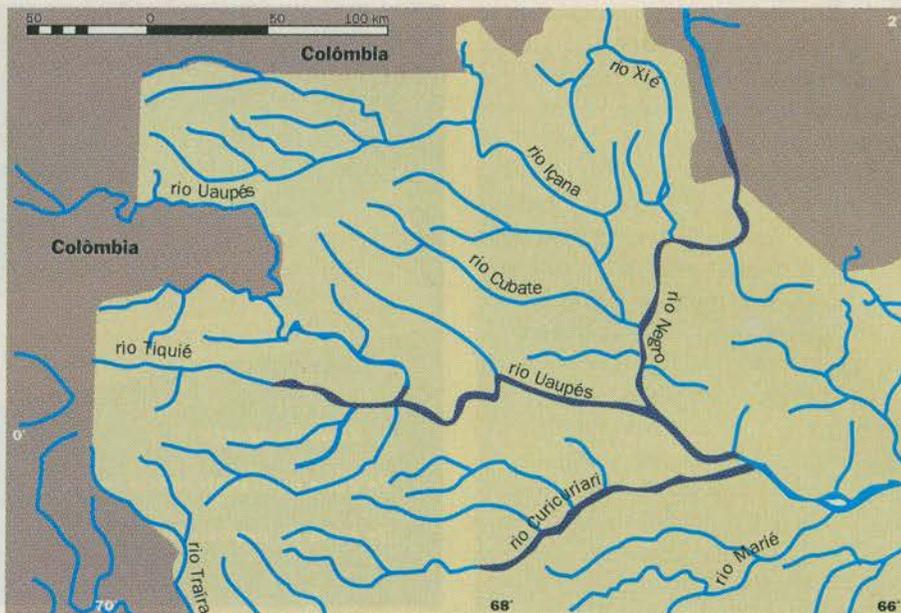


Figura 3. Região percorrida pelos autores em pesquisa de campo realizada na alta bacia do rio Negro.

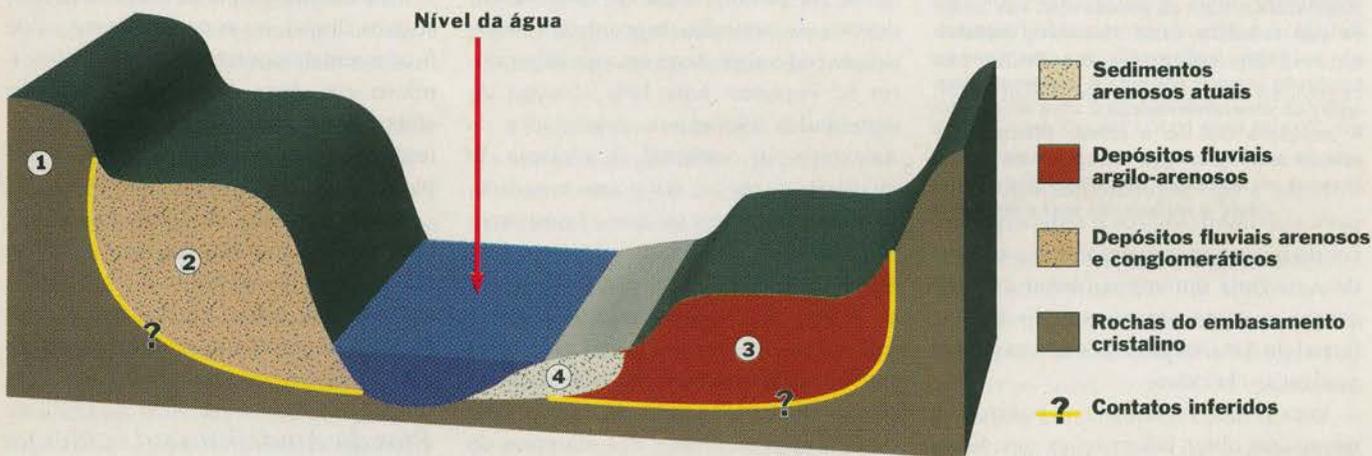


Figura 4. As faixas fluviais encontram-se encaixadas dentro das rochas do embasamento cristalino (1). Os sedimentos fluviais arenosos e conglomeráticos foram depositados entre aproximadamente 25 e 60 mil anos AP e freqüentemente se apresentam sob forma de planos de terraços de 14 m de altura. (2) Os sedimentos mais finos (3) foram depositados durante o Holoceno e formam um plano de terraço a 4-6 m de altura. A dinâmica fluvial atual ou moderna está caracterizada por deposição de barras e bancos de areia (4). As alturas dos terraços estão referidas ao nível da água na estação seca.

antigos cursos sinuosos (de meandros) que refletem de modo aproximado as vazões dos rios no passado, conclui que o Uçayali, 13 mil anos atrás, tinha uma descarga de sete a 10 vezes menor que a atual.

Quase todos os rios do segundo grupo encontram-se em território brasileiro. Um dos pesquisadores do nosso grupo, trabalhando com Carlos Ramonell da Universidad Nacional de San Luis, Argentina, e com o laboratório de Paleontologia da Universidade do Acre, pesquisou os rios Purus, Juruá e alguns afluentes, como

Moa, Iaxo e Acre (figura 2). Atualmente, a área está ocupada por florestas e os rios são de desenho meandroso, transportando argila e silte (98% da carga total).

Em algumas regiões, como alto Juruá, foram registrados depósitos fluviais quaternários formados por seixos de grande tamanho (até mais de 10 cm) indicadores de uma energia muito maior do que possui hoje em dia o rio. Nesses depósitos foram encontrados fósseis pleistocênicos indicadores da presença de vegetação de savana na região, e que teriam habitado na Amazônia ocidental durante a última

glaciação (ver 'Mamíferos Fósseis', neste volume).

Se considerarmos que na atualidade os rios transportam quase exclusivamente sedimentos muito finos, a presença de grandes seixos nos sedimentos antigos é de fato indicadora de mudanças climáticas que afetaram os sistemas fluviais.

Amazônia colombiana:

No rio Caquetá (Japurá), na Colômbia, Thomas van der Hammen e colaboradores descreveram sedimentos arenosos e conglomeráticos com argilas e algumas



Figura 5. Pedra de Cucui, margem esquerda do rio Negro, na divisa Brasil-Colômbia-Venezuela. O rio Negro, em seu alto curso corre encaixado no pediplano esculpido em rochas do embasamento cristalino do Escudo das Guianas e apresenta trechos planos alternados com trechos com corredeiras. A Pedra de Cucui, (cerca de 700 m.s.n.m.) constitui morro testemunho formado de rochas de embasamento.

camadas de matéria orgânica associada, os quais formavam um plano baixo de terraço fluvial. Datações ^{14}C nas capas orgânicas deram idades oscilantes entre 56 e 26 mil AP.

Em trabalho de campo realizado pelos autores na região do alto rio Negro, percorrendo os rios Negro, Vaupés, Tiquié e Curicuriari (figura 3), foi possível reconhecer sedimentos fluviais arenosos muito ricos em quartzo, com camadas conglomeráticas que apresentam seixos de até 3 cm de diâmetro. Intercalados com sedimentos detríticos são encontradas, em forma restrita, camadas argilosas e de matéria orgânica com a presença de troncos. Datações de ^{14}C realizadas em madeira associada a essas camadas orgânicas deram idades variáveis entre 27.220, aproximadamente, até 38.450 anos AP.

Hoje em dia, os rios da alta bacia do rio Negro são de água preta, ou seja, carregam uma quantidade muito pequena de sedimentos em suspensão. Sua carga sólida é areia quartzosa, muito similar, do ponto de vista mineralógico, ao material dos depósitos fluviais antigos e que se deposita formando barras e ondas de areias. Porém a ocorrência de seixos e abundante matéria orgânica nos sedimentos antigos nos indica que, no Pleistoceno tardio, os

rios da alta bacia do rio Negro possuíam uma morfogênese mais ativa e agressiva daquela que possuem os rios atualmente.

Conclusões

Durante os últimos 120 mil anos a terra sofreu profundas mudanças climáticas. Coincidente com o avanço das geleiras em diferentes partes do mundo, extensas áreas da Amazônia sofreram modificações do clima que tornou-se mais árido, produzindo não somente alterações na fauna e na flora, mas também mudando a dinâmica paisagística e alterando drasticamente o comportamento geomorfológico-sedimentológico dos sistemas fluviais.

Rios como o Caquetá, Ucayali, Madre de Dios transportaram sedimentos grosseiros e sua grande energia foi associada à fortes precipitações e a avanços glaciais nos Andes, coincidindo com o Pleniglacial médio, que ocorreu aproximadamente entre 56 e 26 mil AP. Posteriormente a quantidade de água disponível foi menor, diminuindo as descargas, entre 26 e 10 mil anos AP, durante o último máximo glacial.

O comportamento dos rios que mantêm contato com os Andes pode não ter sofrido tanto impacto com as modificações da floresta, se pensarmos que suas cabeceiras encontram-se a alguns milhares de metros

sobre o nível do mar, na alta Cordilheira. Porém, rios que nascem e morrem na floresta, como Curicuriari, Tiquié, Juruá, Purus, Acre, Moa, tiveram seu comportamento profundamente modificado. Eles chegaram a transportar sedimentos grosseiros mesmo nascendo a menos de 500 m acima do nível do mar. Isso nos oferece um bom parâmetro para reconstruir as condições da paisagem da Amazônia naquele momento.

Durante a última glaciação a Amazônia sofreu profundas modificações na biota e em sua hidrologia. O Pleniglacial médio, que teria ocorrido entre 56 e 26 mil AP, aproximadamente, se caracteriza pelo avanço das geleiras nos Andes centrais e setentrionais, devido às fortes precipitações nos Andes. Os rios tiveram, portanto, energia suficiente para transportar abundante carga sólida (areias, seixos), o que indicaria vazões altamente variáveis sazonalmente.

No caso das bacias dos rios Purus e Juruá, que têm nascentes a menos de 500 m acima do nível do mar, a presença de seixos em seus depósitos indicaria forte sazonalidade de chuvas e diminuição da cobertura vegetal. Com a instalação do último máximo glacial entre 26 mil e, aproximadamente, 10 mil anos AP o clima da Amazônia sul ocidental ficou mais seco que o atual, as vazões dos rios menores que as atuais e a floresta chegou a ser substituída por savanas.

Bibliografia

- DUMONT, J. F. "Cambio del curso de los ríos Marañón y Ucayali en la depresión Ucamara durante el cuaternario reciente." *VII Congreso Peruano de Geología*. Lima, 1991.
- LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M.G. & MILLER, J.P. *Fluvial Processes in Geomorphology*. S. Francisco, Freeman, 1964.
- RASANEN, M. "History of the fluvial and alluvial landscape of the Western Amazon Andean Forelands. II *Biol. Geogr. Geol.*, 75. Tutun-Yliopisto Turku, 1991.
- SCHUM, S. *The Fluvial System*. Nova York, Wiley, 1977.
- SUGUIO, K. & BIGARELLA, J. J. *Ambiente Fluvial – Ambientes de sedimentação, sua sedimentação e importância*. Curitiba, Editora da UFPR/ADEA, 1979.



A história climática de uma região



Veio de gipsita observado ao longo do rio Purus.

A análise dos sedimentos depositados no solo é um dos métodos que auxiliam a reconstrução do meio ambiente e o conhecimento das condições climáticas do passado. Estudos realizados no Estado do Acre revelam uma grande concentração de gipsita, que pode ser interpretada como uma evidência da aridez dessa região durante o último período glacial. Hoje, o processo de formação da gipsita é observado em regiões áridas, como no nordeste da África. Há uma possível correlação entre os processos presentes e passados que reforça a hipótese de a região amazônica já ter sido árida.

Barbara Kronberg

*Department Geology,
Lakehead University - Canada.*

Rosalie Benchimol

*Departamento de Geociências,
Universidade do Amazonas.*

a abundância do mineral gipsita nos sedimentos do Estado do Acre é forte evidência de que essa região já foi árida. A gipsita se forma quando íons cálcio e sulfato se combinam, à medida que as águas naturais se evaporam. Esse mesmo processo é observado, hoje, em regiões áridas, como no nordeste da África. Supondo que o que se observa hoje acontecia da mesma forma no passado, é possível reconstruir a história climática de uma região.

Para se conhecer as condições climáticas que, no passado, permitiram a precipitação de gipsita, foi medida a quantidade de isótopos radioativos de carbono (^{14}C) em fragmentos de madeira fóssil encontrados em sedimentos no Estado do Acre. Idades de carbono radiogênico de 41 a 45 mil anos foram obtidas em amostras de madeira fóssil coletadas ao longo das margens dos rios Acre e Purus, indicando que esses sedimentos foram depositados durante o último ciclo glacial, que começou há aproximadamente 120 mil anos.

Idades de carbono radiogênico, obtidas anteriormente (53.270 e 49.110 anos) em concreções de carbonato de cálcio, indicam que as águas superficiais evaporaram nesse período. Quando a água se evapora, o carbonato de cálcio é o primeiro a se precipitar. Só mais tarde, quando ele já se precipitou e a água continua a evaporar, é que a gipsita se deposita. Assim, a presença de gipsita garante que a região era árida.

Como a gipsita não contém carbono, seu período de precipitação teve de ser investigado indiretamente. Alceu Rancy e sua equipe da Universidade Federal do Acre encontraram 'cemitérios fósseis' nos sedimentos da Bacia do Acre. Neles, ossos de répteis (tartarugas, crocodilos e cobras) e de mamíferos (como preguiças) acham-se intimamente associados em sedimentos argilosos e parecem estar *in situ*, isto é, preservados nos locais onde esses animais morreram.

Próximo da cidade de Tarauaca, a alta fertilidade das terras cultivadas é prova de que esses cemitérios fósseis forneceram fósforo, cálcio e outros nutrientes que se dispersam na terra quando os ossos dos animais se decompõem, como demonstraram os estudos feitos pelo geólogo Marcondes Lima da Costa, da Universida-

Datação da contagem de átomos de carbono radiogênico

Átomos radioativos de carbono (^{14}C) são produzidos a uma taxa constante na atmosfera. Durante a fotossíntese, as plantas incorporam pequenas quantidades de ^{14}C . Esses átomos vão parar nos animais, quando eles se alimentam das plantas. Assim, todos os organismos vivos contêm uma certa quantidade de ^{14}C . Quando uma planta ou animal morre, a interação com a atmosfera pára, ^{14}C não é mais incorporado ao organismo e, assim, sua quantidade diminui, já que os átomos radioativos se desintegram a velocidade constante.

Conhecendo-se a velocidade de desintegração (50% da radioatividade do carbono é perdida em 5.730 anos) e a proporção de ^{14}C para outros isótopos do carbono quando um animal ou uma planta estão vivos, é possível determinar a idade da amostra pela contagem de átomos de ^{14}C remanescentes, usando-se um espectrômetro de massa (para a desintegração nuclear do carbono, a margem de erro é de 200 anos).

Na presente investigação, amostras foram analisadas com um espectrômetro de massa acelerador, método que permite analisar com alta sensibilidade quantidades pequenas (poucas miligramas) de uma amostra.



Tronco de árvore aflorando ao longo do alto rio Purus, datado de 45 mil anos.

de Federal do Pará.

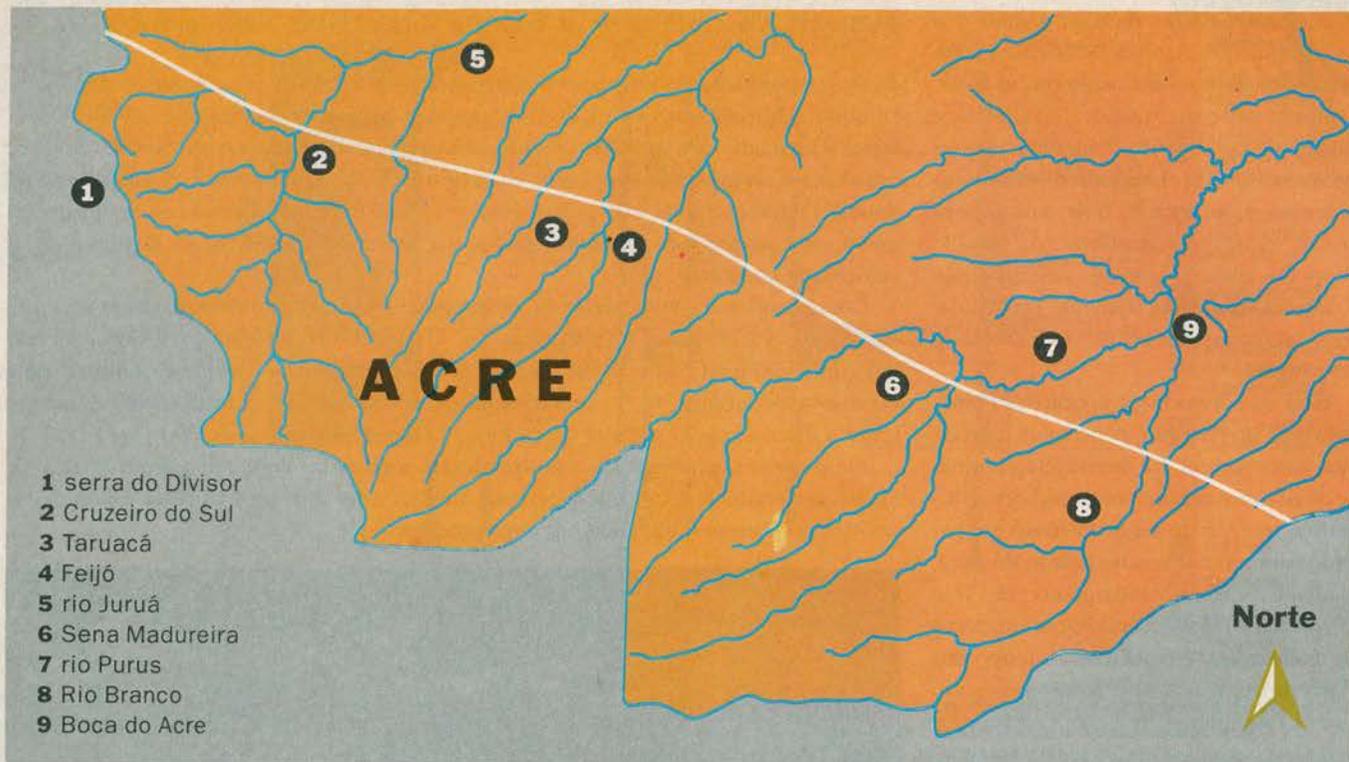
Sob as condições desérticas da antiga Bacia do Acre, répteis e mamíferos deviam coexistir toda vez que as águas escasseavam. Tal sugestão é apoiada pela ocorrência comum de cristais de gipsita tanto em ossos quanto espalhados nos sedimentos argilosos que contornam os cemitérios. Há evidências consistentes de que répteis e mamíferos dividiam as escassas poças de água da região. Um osso de réptil, com idade estimada em 24 mil anos, e contendo gipsita, sugere que foi nessa época que répteis e mamíferos dividiam as mesmas poucas fontes de água. Mas ainda é preciso fazer-se mais

datações para confirmar esse dado.

A baixa concentração de sulfato hoje nas águas naturais suporta a hipótese de que mais de uma época de aridez teria sido necessária para acumular a quantidade de gipsita encontrada em toda a região do Acre. Este trabalho sugere que episódios de aridez foram intercalados com condições climáticas mais úmidas, durante as quais as superfícies do terreno eram inundadas.

Reconstrução do ambiente do Acre durante o último ciclo glacial

Para reconstituir o meio ambiente do



Vista parcial de um cemitério de fósseis ao longo do alto rio Purus. Foto do trabalho de campo.

passado, é preciso colher dados de várias fontes diferentes. Se os resultados obtidos forem coerentes, é sinal de que a reconstituição é correta. O primeiro passo foi alcançado através de interpretações de imagens obtidas por satélites, realizadas pelo sedimentólogo argentino Martin Iriondo da Universidade do Paraná.

Essas imagens mostram que o padrão dos sedimentos que recobrem o Acre representa uma porção distal de um grande sistema de drenagem que existiu durante o último ciclo glacial. Abundantes sedimentos de grãos finos, como argila e

areia, depositados de lagos e rios rasos, são típicos de tais ambientes de deltas aluviais distais.

O antigo sistema fluvial divide-se em quatro ambientes distintos: a) águas de nascente nos Andes; b) ambientes próximos aos locais em que os rios cortam profundamente as montanhas e produzem sedimentos grosseiros; c) os rios que correm nas planícies e produzem sedimentos arenosos; d) as planícies distantes, sobre as quais pequenos rios distribuem sedimentos.

No sistema fluvial identificado no Acre,

a fonte dos sedimentos aluviais, que têm hoje várias centenas de metros de espessura, são as montanhas da Cordilheira dos Andes. Também parece que o sistema de drenagem aluvial original foi rompido por eventos tectônicos do tipo da construção geológica da serra do Divisor entre o Estado do Acre e o Peru.

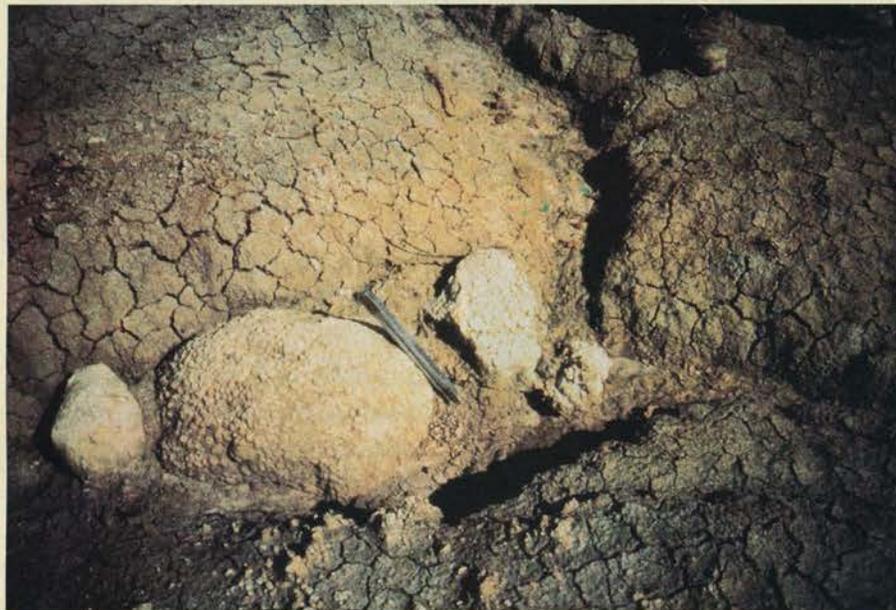
Na configuração original, o sistema superior do rio Ucayali, com sua nascente nos Andes, teria distribuído sedimentos sobre o Acre. O rompimento desse sistema é consistente com o fato de que importantes sistemas fluviais atuantes hoje no

Composição da água

As rochas na superfície da Terra são parcialmente dissolvidas pela água da chuva que atinge as superfícies continentais. Com a desintegração química dos minerais das rochas, íons positivos de cálcio, sódio, magnésio e potássio são transferidos para os rios.

Esses íons são balanceados por íons negativos de carga igual, como bicarbo-

nato, sulfato, cloreto e nitrato. Quando a água evapora, íons positivos e negativos se combinam e precipitam como compostos sólidos de composição bem definida. Carbonato de Cálcio (CaCO_3) e gipsita ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) são os precipitados mais comuns de águas superficiais, nas quais os íons principais são cálcio, carbonato e sulfato.



Concreções de carbonato nos sedimentos argilosos ao longo do alto rio Purus. Datadas de 53 mil anos.

Acre, como aqueles dos rios Purus e Juruá, têm suas nascentes no Peru, pouco além da fronteira com o Acre. Esses rios não transportam sedimentos dos Andes, as areias e argilas podem ser erodidas, transportadas e depositadas várias vezes, e com essa modificação dos sedimentos sua origem fica totalmente desconhecida.

O mesmo tipo de configuração do sistema fluvial antigo pode ser observado hoje no sistema aluvial de Pilcomayo, no norte da Argentina. O estudo desse sistema ajuda a compreender o que teria acontecido nos Andes, milhares de anos atrás.

Durante o último ciclo glacial, a planície aluvial distal do Acre, onde hoje se encontram esses sedimentos, teria sido inundada por águas rasas. Essas inundações é que foram, aos poucos, carregando os sedimentos que hoje se encontram lá. À medida que as condições climáticas

tornavam-se mais áridas, as águas recuavam e as águas restantes evaporavam em lagos rasos.

Esses lagos não existem mais. Sua existência pode ser detectada, hoje, pela presença de sedimentos argilosos muito finos, os quais se depositavam no fundo deles. Tais sedimentos são observados ao longo das margens dos rios da região do Acre e Amazonas e, em alguns locais, contêm cemitérios fósseis.

O presente modelo, sobre a existência de climas áridos durante o último período glacial, é ainda reforçado por estudos de pólen realizados além da fronteira do Acre. Tais estudos, como os conduzidos durante vários anos por Maria Lucia Asby, do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Manaus, indicam que durante o último ciclo glacial grandes áreas do que é hoje a floresta amazônica podem ter sido campos ou savanas. Um outro estu-

do, do geólogo venezuelano Carlos Schubert, mostrou que o clima no mesmo período era mais seco e mais frio que hoje.

Mais um dado contribui para se concluir que o clima do Acre era árido. O hidrogeólogo Enéas Salati mostrou que, na Amazônia moderna, as massas de ar se tornam mais secas à medida que se movem em direção ao oeste. Assim, a porção oeste da Amazônia, onde está o Acre, recebe menos umidade que a porção leste. Se o mesmo ocorria no último ciclo glacial, a Amazônia central e leste pode ter tido umidade suficiente para manter vegetação de gramíneas, enquanto o oeste seria árido. Durante o último ciclo glacial, oceanos mais frios teriam condicionado menor precipitação de chuvas na Amazônia.

Pesquisas adicionais são ainda necessárias para compreender o clima da Amazônia e seus padrões de vegetação durante o último ciclo glacial. Entretanto, o que já se sabe prova que alterações ambientais dramáticas aconteceram na região durante esse ciclo.

Bibliografia

- ABSY, M. L. *et alii*. "Mise en évidence de quatre phases d'ouverture de la forêt dense dans le sud-est de l'Amazonie au cours des 60000 dernières années. Première comparaison avec d'autres régions tropicales." *Comptes Rendus de L'Académie des Sciences*, Paris, v. 312, série II, 1991.
- IRIONDO, M. H. "Map of the South American Plains — its present state." *In: Quaternary South America and Antarctic Penn.* n° 6, 1988.
- KRONBERG, B. I.; BENCHIMOL, R. E. & BIRD, M. I. "Geochemistry of Acre subbasin sediments: window on ice-age Amazonia." *Interciência*, vol. 3, n° 16, 1991, p. 138.
- LIMA DA COSTA, M. "Os fosfatos do Acre" *Anais do XXXV Congresso Brasileiro de Geologia*, Belém, 1988.
- SALATI, E. "A floresta e as águas." *In: Ciência Hoje*, vol. 3, n° 16, 1985.
- SCHUBERT, C. "Climatic changes during the Last Glacial Maximum in northern South America and the Caribbean: a review." *Interciência*, vol. 13, n° 3, 1988.



A paleofauna da Amazônia indica áreas de pastagem com pouca cobertura vegetal



Toxodonte, animal com dentes de crescimento contínuo, como visualizado por um artista, a partir de informações paleontológicas.

Os estudantes de biologia e, especialmente, os de paleontologia costumam aprender que as regiões de florestas tropicais do globo, como a floresta amazônica, não contêm restos fósseis de vertebrados terrestres, porque as condições do clima e os microorganismos da floresta facilitam a decomposição e destruição, não restando vestígios dos animais que aí viveram e morreram. Essas afirmações vêm sendo contestadas pelos resultados de pesquisas recentes, desenvolvidas por um grupo de pesquisadores da Universidade Federal do Acre.

Alceu Rancy

Laboratório de Pesquisas Paleontológicas,
Universidade Federal do Acre.

David Raup, da Universidade de Chicago, no livro *Biodiversity* (1988), escreveu que "os registros fósseis nas áreas de florestas tropicais do mundo de hoje são notoriamente pobres por causa da falta de boas exposições rochosas nas quais as coletas possam ser efetuadas. Sobretudo os organismos de maior interesse nesse contexto – animais terrestres, plantas e insetos – têm potencial de fossilização muito baixo, e por isso são pobres os registros geológicos, mesmo sob boas circunstâncias".

Um outro exemplo desse enfoque é dado neste trecho do relato de uma viagem de observações – realizada em 1973 por cientistas norte-americanos e brasileiros ao longo do rio Purus, no Estado do Acre – publicado no nº 100 do *Boletim de Notícias* da Sociedade de Paleontologia de Vertebrados dos Estados Unidos: "foi uma viagem fascinante... mas um desapontamento do ponto de vista paleontológico. O rio Purus no Estado do Acre não é uma área que possa ser recomendada para o profissional da paleontologia de vertebrados".

Poucos anos após essas afirmações, um grupo de pesquisadores estabeleceu-se na Universidade Federal do Acre, em plena região amazônica. Esse grupo tem modificado os conceitos sobre fósseis de animais terrestres nas regiões florestadas do globo, revelando ao mundo a paleofauna de vertebrados da Amazônia.

A Teoria dos Refúgios

De acordo com a teoria dos Refúgios Florestais do Pleistoceno – formulada pelo ornitólogo alemão H. Haffer e pelos pesquisadores brasileiros Paulo Vanzolini e Aziz Ab'Sáber (ver 'Isolamento Produziu Endemismo e Biodiversidade' em *Ciência Hoje* nº 81, p. 25) – os refúgios florestais e de savana não devem ser identificados somente com base em dados biológicos tais como a concentração de uma espécie em determinada área, mas deve-se levar em conta os dados geocientíficos de fósseis de animais e plantas, incluindo pólen.

O modelo dos Refúgios Florestais, desenvolvido por H. Haffer com o estudo de aves, foi confirmado pelo estudo de outros grupos de animais e vegetais, e indica que o Estado do Acre deveria ter sido parte de um, ou mais de um, dos refúgios

em que a vegetação amazônica esteve presente durante todo o tempo do Pleistoceno.

Aziz Ab'Sáber, geógrafo da Universidade de São Paulo, baseado em dados geomorfológicos e de paleocorrentes marítimas, organizou um mapa sugerindo que a Amazônia no último máximo glacial, aproximadamente 18 mil anos, foi uma área com vastos domínios de savanas ou cerrados. Os enclaves de florestas, circundados por cerrados, que deveriam ter existido durante as épocas glaciais, teriam permitido o surgimento da impressionante biodiversidade da Amazônia.

Paleoclima da Amazônia

As grandes mudanças sofridas pelo clima na terra durante o Pleistoceno e, especialmente, nos últimos 18 mil anos alteraram a vegetação, o volume de gelo nas calotas polares e no cume das altas montanhas e ainda a temperatura dos oceanos. O fenômeno deve ter atuado sobre a maior parte do globo. A natureza, a duração e as épocas dessas mudanças têm se transformado num verdadeiro quebra-cabeças para os cientistas que estudam o clima do Quaternário.

Como demonstrado por Enéas Salati, pesquisador do INPA, a chuva na Amazônia, atingindo até os contrafortes orientais dos Andes, está ligada diretamente aos ventos úmidos provenientes do oceano Atlântico. Pode-se dizer que o mesmo fenômeno tenha atuado na região, em menor escala, também durante o Pleistoceno.

Aceita-se que uma queda na média da temperatura da superfície dos oceanos, de aproximadamente 2,3°C, ocorrida durante o último período glacial do Pleistoceno, tenha causado menor evaporação, coincidindo com um decréscimo do nível de precipitação e ocasionando, conseqüentemente, alterações na vegetação e na hidrologia da Amazônia.

A Cordilheira Andina, atuando como barreira, impede o efeito dos ventos secos provenientes do oceano Pacífico, causados pela corrente fria de Humboldt, sobre a Amazônia ocidental. A mesma corrente fria do Pacífico é a causa da existência do deserto de Atacama, considerada uma das regiões mais inóspitas de nosso planeta.

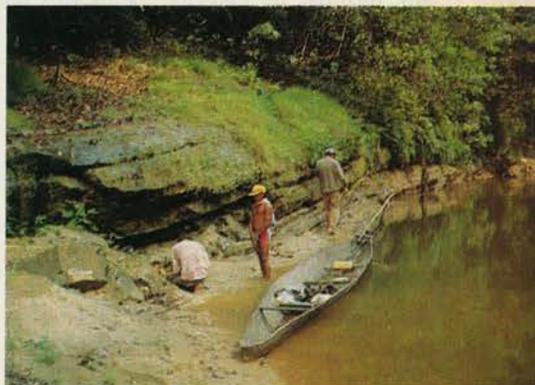
Estudos dos paleoglaciais nos Andes

peruanos, indicam que no período compreendido entre 28 e 14 mil AP (antes do presente), houve uma queda de temperatura de pelo menos 6°C. Até hoje, todos os anos entre os meses de maio e agosto, a Amazônia ocidental, especialmente os Estados do Acre e Rondônia e partes da Bolívia e Peru, está sujeita aos efeitos da chamada friagem, ou seja, frentes frias provenientes do sul do continente que fazem a temperatura cair abruptamente até 15°C em poucas horas.

O Projeto RadamBrasil – criado primeiramente para conhecer, através de imagens de radar, as possibilidades da Amazônia, e depois ampliado para todo o Brasil – produziu diversos volumes com informações de especial interesse sobre a geologia (inclusive paleontologia), geomorfologia, solo e vegetação da Amazônia.

Uma das mais intrigantes conclusões do Projeto RadamBrasil foi o reconhecimento em todo o Estado do Acre, incluindo partes do Estado do Amazonas, de formas de relevo características de um clima seco e com pouca cobertura vegetal. A esculturação das formas de relevo dissecado nos interflúvios (erosão não provocada pela ação dos rios, nas áreas interfluviais) devem ter ocorrido, segundo o RadamBrasil, na passagem do Pleistoceno para o Holoceno, sob condições de clima agressivo seco e sem cobertura vegetal.

Essa conclusão foi baseada na forma de relevo da área, que teria sido impossível de se desenvolver sob as atuais condições de clima e precipitação. Sugere-se assim que a transição de seco para úmido aconteceu, durante a passagem do Pleistoceno para o Holoceno.



Pesquisa nas barrancas do rio Moa, no extremo ocidental do Brasil, em 1991.



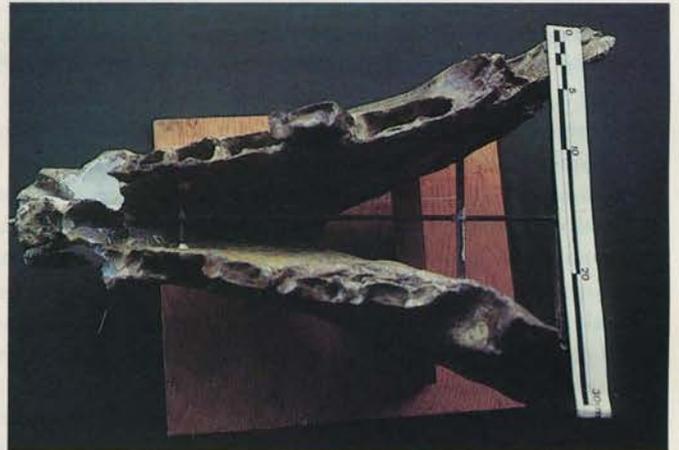
Mandibular de preguiça gigante, em excelente estado de preservação.



Mandibular - fóssil e recente de Irara.



Dente molar bastante desgastado de Mastodonte.



Mandíbula completa de toxodonte, com alguns dentes e alvéolos.

Para o Aziz Ab'Sáber a paisagem da Amazônia durante o último glacial, foi dominada por savanas e cerrados, com florestas-galerias ao longo dos principais rios. Hoje a região é totalmente recoberta pela floresta amazônica.

Os estudos no Acre

Foram necessários vários anos de trabalho, dezenas de viagens pelos rios da Bolívia, Peru, Amazonas e Acre, exame de coleções em museus do Brasil, Argentina e Estados Unidos, além de uma revisão da literatura produzida em mais de cem anos, em vários idiomas, para condensar todas as informações e incluir a paleofauna de mamíferos terrestres como parte do quebra-cabeças que é a reconstituição do retrato ambiental da Amazônia durante, pelo menos, o final do Pleistoceno, há mais de 12 mil anos.

Os resultados desses estudos foram apresentados em vários congressos de paleontologia no Brasil e no exterior pelo

grupo de pesquisadores da Universidade Federal do Acre. A figura 1 apresenta os gêneros de mamíferos, conhecidos como fósseis, que habitaram a Amazônia ocidental – incluindo áreas do Equador, Peru, Bolívia e Brasil (Acre, Amazonas e Rondônia) – durante o Pleistoceno, com seu respectivo habitat e dieta.

Os atuais gêneros *Eira* (irara), *Tayassu* (cateto, queixada), *Tapirus* (anta), *Dasyplus* e *Euphractus* (tatus) já estavam presentes na Amazônia desde o Pleistoceno. Os camelídeos habitaram a região no mesmo período, sendo que o *Paleolama* ficou extinto e a *Vicugna* é sobrevivente na região andina. Todos os demais, especialmente os de grande porte, desapareceram do continente americano na passagem do Pleistoceno para o Holoceno, sendo aceito como limite a data de 12 mil anos passados.

O que mais impressiona, além dos mastodontes, toxodontes, preguiças e tatus gigantes é a constatação da presença

de camelídeos na Amazônia, animais sabidamente de campo aberto, pastadores e hoje restritos quase exclusivamente à região andina da Bolívia e Peru (figura 2).

A fauna de mamíferos do Pleistoceno nos permite voltar no tempo e ter um retrato da Amazônia ocidental com a presença de animais pastadores que necessitavam de uma cobertura vegetal completamente distinta da atual.

Em lugar da floresta densa atual, deveriam existir savanas ou cerrados com arbustos de pequeno e médio porte com cobertura de gramíneas. Grande parte dessas descobertas feitas pelos pesquisadores da Universidade Federal do Acre foram realizadas em regiões mapeadas como de florestas permanentes.

Conclusões

A presença na Amazônia de uma rica paleofauna de animais pastadores, como indicado pelas coleções de nossas pesquisas, suporta a hipótese da expansão das

TAXA	HABITAT	DIETA
ENDENTATA-PILOSA		
<i>Eremotherium</i>	Borda de florestas/Savana	Pastador/Folívoro
<i>Ocnopus</i>	Borda de florestas/Savana	Pastador/Folívoro
<i>Glossotherium</i>	Savana	Pastador/Folívoro
<i>Lestodon</i>	Savana	Pastador/Folívoro
<i>Scelidotherium</i>	Savana	Pastador/Folívoro
<i>Mylodon</i>	Savana	Pastador/Folívoro
<i>Megalonyx</i>	Savana	Pastador/Folívoro
ENDENTATA-CINGULATA		
<i>Propaopos</i>	Borda de florestas/Savana	Onívoro
<i>Daspus</i>	Florestas/Savana	Insetívoro
<i>Euphractus</i>	Savana	Onívoro
<i>Pampatherium</i>	Savana	Pastador
<i>Holophorus</i>	Savana	Pastador
<i>Neuryurus</i>	Savana	Pastador
<i>Panocthus</i>	Savana	Pastador
<i>Glyptodon</i>	Savana	Pastador
NOTOUNGULATA		
<i>Toxodon</i>	Savana	Pastador/Folívoro
<i>Mixotoxodon</i>	Savana	Pastador/Folívoro
PROBOSCIDEA		
<i>Cuvieronius</i>	Savana	Pastador/Folívoro/Frugívoro
<i>Haplomastodon</i>	Savana	Pastador/Folívoro/Frugívoro
PERISSODACTYLA		
<i>Tapirus</i>	Floresta/Savana	Folívoro/Frugívoro
ARTIODACTYLA		
<i>Vicugna</i>	Savana	Pastador
<i>Palaeolama</i>	Savana	Pastador
<i>Tayassu</i>	Floresta/Savana	Onívoro
CARNIVORA		
<i>Eira</i>	Floresta/Savana	Carnívoro/Frugívoro

Figura 1. Mamíferos do Pleistoceno da Amazônia ocidental.

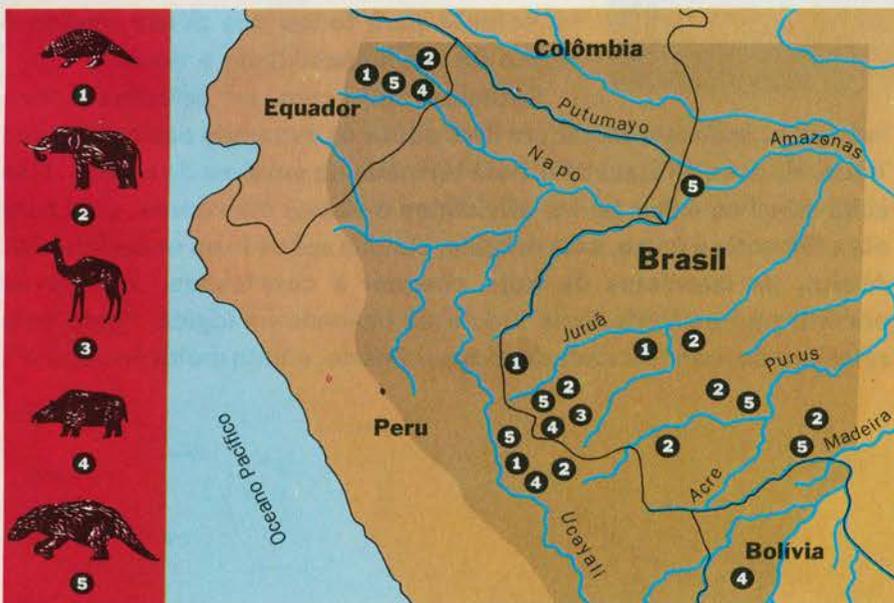


Figura 2. Áreas de registro dos principais mamíferos fósseis pastadores durante o Pleistoceno na Amazônia ocidental: (1) gliptodonte; (2) mastodonte; (3) camelídeo; (4) toxodonte; (5) preguiça gigante.

savanas durante as fases glaciais do Pleistoceno. Algumas ocorrências entretanto, entram em choque com a localização de propostos refúgios florestais, particularmente ao longo do rio Juruá (Acre), rio Ucayali (Peru) e ao longo do rio Napo (Equador).

Os novos dados sugerem que um domínio tipo savana estendeu-se através das planícies da Amazônia ocidental (Equador, Peru, Bolívia e Acre) ligando os Llanos do Orinoco da Venezuela e Colômbia aos Llanos de Moxos na Bolívia em direção ao sul com o *chaco* do Paraguai e pampas da Argentina.

Essa hipótese baseia-se nas evidências de uma fauna não adaptada a florestas, incluindo *Eremotherium* (preguiça gigante), *Toxodon* e *Mixotoxodon* (notoungulata), *Paleolama* e *Vicugna* (camelídeos), *Glyptodon* e *Pampatherium* (tatus gigantes) e *Haplomastodon* (mastodonte).

Bibliografia

- AB'SÁBER, A. N. "Espaços ocupados pela expansão dos climas secos na América do Sul, por ocasião dos períodos glaciais quaternários." *Paleoclimas* nº 3, Instituto de Geografia da USP, 1977, p. 1-20.
- CARTELLE, C. "Tesouro fóssil no sertão baiano." *Ciência Hoje* nº 5, 1983.
- PRANCE, G. T. & LOVEJOY T. E. (eds.). *Key Environments Amazonia*. Oxford, Pergamon Press, 1985.
- SIOLI, H. (ed.) *The Amazon*. Dordrecht, Dr W. Junk Publishers, 1984.
- WHITMORE, T.C. & PRANCE, G.T. (eds.) *Biogeography and quaternary history in tropical America*. Oxford, Clarendon Press, 1987. Oxford Monographs on Biogeography, 3.

M A R T A V A N N U C C I

“Senso de responsabilidade e dever”

Nascida em Florença, na Itália, Marta Vannucci veio para o Brasil, ainda menina, em 1930. Aqui viveu e trabalhou até 1969, participando de vários projetos e muitas lutas. À frente do Instituto Oceanográfico da USP, negociou e acompanhou a construção do navio de pesquisas Professor Wladimir Besnard, que ainda hoje faz expedições aos mares antárticos.



No Japão, ao lado de uma cerejeira em flor.

Atualmente morando na Índia, participa de uma sociedade internacional para ecossistemas de mangues, com sede no Japão, e, nos vales do Himalaia, procura aplicar os conhecimentos da ciência contemporânea aos da tradição oral, na esperança de poder ajudar no processo de desenvolvimento da zona rural.

O segredo de tanta energia é trabalhar sempre com um ideal em vista e nunca esmorecer, porque, segundo Marta Vannucci, “a solução para todos nós desse mundo é senso de responsabilidade e dever”.

Entusiasmada com os estudos sobre indologia, acaba de lançar um livro sobre os aspectos ecológicos dos Veda. Na área da literatura, está terminando um livro de contos. Não acha difícil conciliar tantas atividades e visões diferentes, pois para ela a Filosofia é única, seja religião, ciência aplicada ou experimental. Assim, os cientistas de hoje chegam a conclusões que já se encontram nos Veda, pois tudo está baseado na lógica, “tudo está relacionado, não tem nada de extraordinário, é tudo muito ecológico”.

Entrevista concedida a Luiz Drude de Lacerda
(Departamento de Geoquímica, UFF) e
Cilene Vieira (Ciência Hoje, RJ).

Você esteve no Brasil em junho de 1992, para o Encontro de Manguezais. Gostaríamos que falasse um pouco desse projeto.

A Unesco organizou um projeto regional sobre mangues na Ásia e no Pacífico. O projeto começou a funcionar em fevereiro de 1983, com nove países e uma perspectiva de dois anos de trabalho. Como o projeto foi muito bem-sucedido, a pedido dos países participantes, foi estendido no tempo e geograficamente. Acabou durando oito anos e abrangeu 22 países. Eu fui o que se chama CTA (*Chief Technical Advisor*) desse projeto.

Quando ele começou eu poderia me aposentar pela Unesco, pois já estava com 62 anos, mas fui ficando para reforçar e ampliar o projeto e só me aposentei em dezembro de 1989. Porém ainda continuei trabalhando de graça por mais dois anos para completar os programas e terminar as publicações. Nisso surgiu a oportunidade de trabalhar com Motohiko Kogo, do Japão, cujo ideal é plantar mangues em todo lugar possível e imaginável.

Ele calculou que em toda a região da faixa tropical e subtropical que tem, ou pode vir a ter, mangues funcionantes, a fixação total de carbono poderia vir a ser maior do que o total de carbono fixado na Amazônia inteira, por exemplo. Os manguezais do mundo, não somente têm uma importância local, que hoje em dia é bastante reconhecida em todos os seus aspectos, como também têm uma importância global. Kogo tanto fez, que conseguiu convencer o Japão a instituir uma sociedade internacional para ecossistemas de mangues, a International Society for Mangrove Ecosystems – ISME.

A sede da ISME é em Okinawa e a prefeitura local dá muito apoio. Estão construindo um prédio só para a informática, com uma ala para a ISME,

cederam funcionários e dão apoio em dinheiro. A prefeitura de Okinawa atualmente, fora a Unesco, é o grande sustento da ISME. Além da Universidade de Ryukyus, onde está alojada a sede.

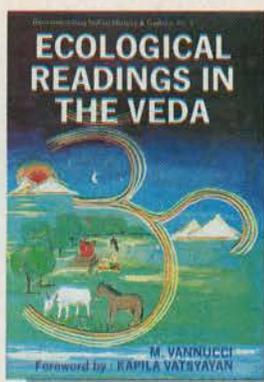
Temos agora dois projetos financiados por uma organização intergovernamental para madeiras tropicais, a International Tropical Timber Organization – ITTO, e boa parte de seus recursos vem do Ministério das Relações Exteriores do Japão. O primeiro projeto da ISME está em funcionamento no sudeste da Ásia: Tailândia, Malásia e Indonésia. O segundo projeto, que é para a América Latina e África, está baseado no Brasil, e foi iniciado em 1992.

E quais são os países participantes?

Países da América Central, do Sul e do Caribe, quer dizer, todo o hemisfério ocidental onde ocorrem mangues. Este projeto tem duração de 18 meses e um orçamento de pouco menos de meio milhão de dólares, o que é pouco para uma área tão extensa. Não se pode fazer milagres, mas este será um primeiro levantamento do que se está fazendo nesses países sobre manguezais. O resultado esperado desses 18 meses é essencialmente um relatório geral que será feito baseado nos relatórios de cada país participante.

É um projeto de mapeamento?

Um mapeamento substantivo e não apenas geográfico. Como fazer isso? Pensamos que o primeiro passo seria organizar um grupo de trabalho reunindo o maior número possível de pesquisadores, de todas as Américas. Então, no primeiro semestre de 92, realizamos a primeira reunião na Universidade Federal Fluminense – UFF, RJ.



Capa do último livro, Ecological Readings in the Veda, uma análise da percepção da natureza pela filosofia védica e hindu.

A ISME preparou uma Carta dos Manguezais. Você podia falar um pouco sobre ela?

Uma das principais atividades da Sociedade foi a elaboração da *Mangrove Charter* ou Carta dos Manguezais, que foi preparada por Colin Field, diretor aca-

dêmico do Politécnico de Hong Kong; a carta foi revista por mim e apresentada a um grupo de 26 países, que se reuniu em novembro de 1991 em Bangkok. Após um dia de discussão foi elaborada a versão final da carta que a meu ver está quase perfeita.

Em março de 92 fui para Nova York para a preparação da United Nations Conference on Environment and Development – UNCED, popularmente chamada de ECO 92, e descobri que lá, para grande desgosto dos países do Terceiro Mundo, ainda estavam discutindo se a Carta da Terra seria uma carta, uma declaração, um estatuto, ou o quê.

Um dia, às 10:00 horas da noite, o embaixador do Paquistão saiu desesperado da reunião das organizações não-governamentais (ONGs), porque estava trabalhando para a formulação da Carta da Terra no plenário, do qual só participavam representantes dos governos. As ONGs não podiam falar no plenário, então toda noite nós nos reuníamos com alguém do plenário para discutir os assuntos de nosso interesse, e essa pessoa levava os nossos problemas ao plenário. Nessa noite eu interpelei esse senhor e disse: “nós temos aqui a Carta dos Manguezais, o senhor sabe o trabalho que estamos fazendo nos mangues do Paquistão... Se o plenário quiser um modelo, está aqui, pode usar esta como modelo para a Carta da Terra”. Quer dizer, nós, as não-governamentais,

chegamos muito antes dos representantes de governos, mas sem muitas esperanças de ver algo de concreto se realizar.

A Carta dos Manguezais não recuperou uma carta que foi escrita há muitos anos? Não, foi escrita agora. É uma carta-estatuto, como por exemplo a Carta da Unesco,

Carta dos Direitos Humanos, Carta das Nações Unidas, que são documentos. A pressão dos países desenvolvidos é muito forte e o Grupo dos Sete, liderado pela Índia, batalha o tempo todo defendendo os interesses do Terceiro Mundo. A situação está muito preocupante e o Grupo dos Sete está querendo continuar com esta situação em que o Terceiro Mundo fica cada vez mais pobre, mais explorado, mais poluído, mais estragado.

Mais comprador...

Está deixando de ser comprador porque não tem meios. Os países desenvolvidos são míopes, estão acabando com o próprio mercado, com o poder aquisitivo de seu mercado, tanto assim que o Japão agora está mudando, porque lá há problemas muito sérios, sociais, políticos, financeiros e de futuro.

E o seu projeto como foi?

Com pouco dinheiro conseguimos render bastante, tanto que o meu projeto custou apenas cerca de dois milhões de dólares, oito anos, 22 países, mais de 30 publicações sérias, cursos de treinamento, *workshops*, e nove publicações da série intitu-



Na região de Cananéia, litoral de São Paulo, exploravam a costa no barco do Instituto Oceanográfico. Nessa época, em 1960, pesquisava a possível contribuição dos manguezais no enriquecimento das águas marinhas.

por excesso de extração de minérios de estanho. O governo aceitou colaborar, e o Royal Forest Department (Instituto Real de Pesquisas Florestais) pôs uma estação de pesquisas ao nosso dispor. Eu trabalhei com mais de 200 pessoas, em dois anos, vindas da Ásia, Austrália e ilhas do oceano Pacífico, Europa e Américas. A orientação básica foi: estarmos preparados para responder a possíveis consultas sobre o aproveitamento dos mangues, se certa região deve permanecer como manguezal, se deve ser transformada em alguma outra coisa, qual a maneira mais razoável de utilizá-la, tanto do ponto de vista de rendimento, como sob todos os aspectos de gerenciamento costeiro e semelhantes.

Nesses dois anos, tivemos, ao todo, quatro ou cinco períodos de pesquisa e cursos intensivos de um mês. Vieram especialistas em vários assuntos para pesquisas no campo de zoologia, botânica, biologia, meteorologia, pesca, ecologia, estudos florestais etc., desde sumidades até estudantes. Foi um excelente treinamento. Além disso, durante dois anos recolheram-se dados rotineiros

lada "Mangrove Ecosystems Occasional Papers".

Os dois últimos anos do projeto foram muito importantes, porque organizei um programa de pesquisas e treinamento numa região da Tailândia que eu já conhecia, em Ranong, onde há mangues virgens, mangues em recuperação e outros deteriorados

para um levantamento integral da área.

O seu livro publicado recentemente The Mangrove and Us (Os mangues e nós) é sobre esse projeto?

O livro intitulado *The Mangrove and Us* (Os mangues e nós) é um de meus últimos trabalhos. Foi terminado às pressas, porque na Índia estava havendo uma reunião sobre gerenciamento costeiro e me pediram: "ah, está escrevendo um livro, por favor acabe logo...". Por essa razão passaram erros de impressão, as fotografias saíram muito mal, a encadernação pior ainda etc. Mas agora, a Indian Association for the Advancement of Science – IAAS (Associação Indiana para o Progresso da Ciência) quer fazer uma segunda edição e vender comercialmente. O livro deverá ser atualizado e melhorado. Aliás, eu pedi críticas mas as únicas que recebi foram do meu amigo Paulo Vanzolini, diretor do Museu de Zoologia de São Paulo, sobre o uso do timbó pelos índios brasileiros, e foram muito construtivas. Ao usar o timbó, os indígenas matam todos os peixes pois estão com fome e 'o que cai na rede é peixe'.

Marta, você é italiana, viveu no Brasil e atualmente mora na Índia. Nós queríamos saber um pouco da história de sua vida, sua formação escolar, a infância, a família...

Eu nasci em Florença, em 1921. Meu pai era de uma antiga família famosa e rica; era médico-cirurgião, livre docente das Universidades de Padova e de Florença e como antifascista militante teve que deixar a Itália. Veio então para o Brasil em 1927. Minha irmã, minha mãe e eu só viemos em 1930. Fiz os cursos de italiano e português no Colégio Dante Alighieri em São Paulo e o curso de História Natural na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de São Paulo.

Quando meu pai faleceu, eu tinha 16 anos e logo depois entrei para a faculdade. Durante os primeiros dois anos cursei

“... em nove meses conseguimos a transferência para a USP, com o novo nome de Instituto Oceanográfico.”

a faculdade e completei os dois últimos anos do ‘seriado’. Recomecei a frequentar a faculdade desde o primeiro ano do curso e aos 25 anos defendi minha tese de doutorado, sob a orientação do professor Ernst Marcus, zoólogo famoso, de renome mundial, anteriormente professor em Berlim. Ele me convidou para ser assistente da cadeira de zoologia, tive que me naturalizar e consegui isso mesmo estando em tempo de guerra.

Meu pai era um homem muito culto e através dele eu conheci os grandes cientistas e intelectuais brasileiros. Porém ele faleceu com 42 anos de idade. Cinco anos mais tarde faleceu minha mãe e então eu, aos 21 anos, fui trabalhar e estudava ao mesmo tempo.

Casei a primeira vez com um colega, também assistente da faculdade, que agora é professor e está aposentado, Erasmo Garcia Mendes, e tive meu primeiro filho, Erico. Depois nos separamos, e do segundo casamento, com Ibiracy Cesar Miniussi, nasceu meu segundo filho, Dino. Meus sogros sempre me ajudaram muito, mas a vida diária de uma mulher pesquisadora é difícil. A pessoa que mais me dava trabalho por causa das viagens, geralmente para trabalho de campo, era Erico, meu filho mais velho, que invariavelmente ficava doente antes de eu viajar. É na realidade difícil conciliar a vida de esposa e mãe com a de cientista e eu não teria conseguido sem a infalível compreensão e ajuda de meus sogros, João Miniussi e dona Cordélia, que não queria ser chamada de sogra, mas de mãe.

Nessa época, o projeto do Instituto Oceanográfico já estava em andamento, não é mesmo?

O Instituto Oceanográfico foi criado para estudar os oceanos e desenvolver a pesca em base científica e não empírica ou artesanal. Para isso foi contratado o professor francês Wladimir Besnard para

dirigir o ‘departamento’ recém-criado na Secretaria da Agricultura e sediado no Parque da Água Branca, em São Paulo. O nome não era Instituto Oceanográfico e sim Instituto Paulista de Oceanografia e o professor Besnard me convidou para trabalhar com ele.

Você já trabalhava na Universidade de São Paulo?

Eu era assistente do Departamento de Zoologia da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da USP. O chefe do Departamento, Ernst Marcus, era meu professor. Minha tese de doutorado foi em Zoologia e a faculdade tinha muitos professores europeus e brasileiros de primeira classe, entre os quais F. Rautscher, de Freiburg, para Botânica, André Dreyfus de S. Paulo para Biologia Geral, Ettore Onorato, de Romà, para Petrografia e Mineralogia e muitos outros.

Quando estava se formando o Instituto Paulista de Oceanografia o Professor Besnard me convidou, mas pareceu-me que o Instituto não deveria se restringir à pesca, que deveria ser um instituto de pesquisa das ciências do mar, isto é, um Instituto de Oceanografia de modo geral. O Professor Besnard e eu fomos ao Reitor, que na época era o professor Luciano Gualberto. Quando ele leu o meu nome, perguntou se eu era filha do professor Vannucci, que já estava falecido, mas que fora um cirurgião muito famoso. Então ele perguntou-me: “O que a senhora quer?”. Respondi que queria que ele trouxesse o Instituto para a Universidade, pois era sobretudo um centro de pesquisa científica, apenas secundariamente voltado para a aplicação da ciência à tecnologia, e o melhor lugar para o Instituto seria a Universidade.

O Reitor fez a mudança e em nove meses conseguimos a transferência para a USP, com o novo nome de Instituto Oceanográfico. Na época, não tínhamos

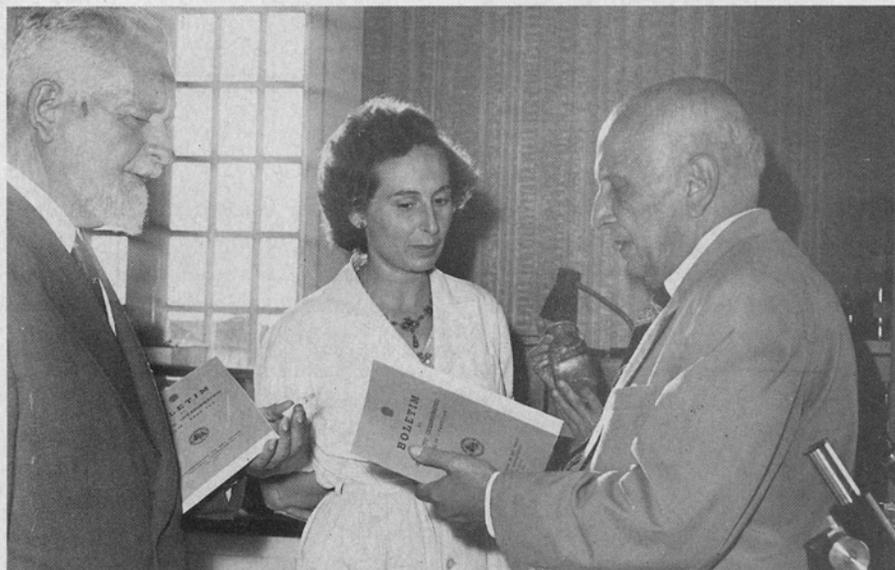
Oceanografia física, nem geológica, e o trabalho era dividido em vertebrados e invertebrados. Ou seja, uma divisão museológica. Organizamos então divisões de Oceanografia física, química e biológica. A parte biológica foi dividida em seções de plâncton, nécton e bentos. O professor Besnard, que conheceu os mangues da Ásia e tinha trabalhado no Vietnã, se interessou pelos mangues da costa de São Paulo. E assim, em 1949, começamos as pesquisas rotineiras com os mangues.

O professor Besnard era uma pessoa fascinante. Tinha trabalhado na Ásia, na África e então no Brasil. Quando estávamos em trabalho de campo, podia passar horas contando episódios de sua vida interessante. Ele e João de Paiva Carvalho – pesquisador dedicado ao estudo dos copépodos, sobretudo àqueles parasitas de peixes – rememoravam fatos relativos ao trabalho em várias partes do Brasil e do mundo, sobretudo no mar. Cuidando da parte administrativa estava Hebe Campos Salles, sempre alerta para defender os interesses da nova instituição.

No princípio da década de 50, como não tínhamos barco suficientemente grande para pesquisas em alto mar, o professor Besnard deu início às pesquisas dos mangues da região lagunar de Cananéia. Tendo vivido na Ásia, conhecia o grande valor dos manguezais. O grupo que eu coordenava incluía nove pessoas, trabalhando cada uma na sua especialidade, desde hidrografia até produção primária, plâncton, nécton, bentos etc., eu mesma estudava zooplâncton.

O Instituto Oceanográfico, na época, era uma experiência única no país. Ele teve importância na formação de outros Institutos na América Latina?

Um dos programas principais no início da vida do Instituto foi um programa da Unesco para a América Latina. Todos os



Marta Vannucci com Wladimir Besnard (à esquerda) e o Reitor da USP, Luciano Gualberto, que fez a transferência do Instituto Oceanográfico da Secretaria de Agricultura de São Paulo para a Universidade.

países passaram a mandar bolsistas para o Instituto Oceanográfico, para receber treinamento na prática do campo e do laboratório, e depois irem se especializar no estrangeiro. É por isso que temos toda uma geração de pessoas na América Latina que veio para o Instituto Oceanográfico antes de ir para centros mais adiantados, para aperfeiçoamento nos Estados Unidos, Grã-Bretanha, Alemanha, França. Antes disso, não se conhecia a palavra oceanografia na América Latina.

Quais eram as pessoas ligadas ao Instituto, quando você foi para a USP? Quais as primeiras linhas de pesquisa?

Plâncton, nécton e bentos na área biológica. O Ingvar Emilsson veio da Islândia para desenvolver a parte de oceanografia física, porque ainda não se tinha idéia sequer das massas de água do Atlântico sul. Geologia não se fazia naquele tempo e oceanografia química era mais rotina para determinação das constantes oceanográficas.

Quanto às pessoas, éramos somente o professor Besnard, o Paiva Carvalho, o Machado, que era químico, a Hebe e eu. O primeiro grande impulso dado ao Instituto Oceanográfico da USP foi a vinda de Emilsson a São Paulo.

Mais tarde conseguimos um milhão de dólares da Fundação Ford. Esse dinheiro foi usado para começar os cursos de pós-graduação e para comprar equipamentos para o navio de pesquisas. A construção do navio foi entregue a um estaleiro em Bergen, Noruega, chamado Mjellem and Karlsen. Um engenheiro naval do Instituto, Verrone, acompanhou a construção.

Na época da construção do navio eu já estava como diretora-geral do Instituto e durante vários meses tive que vir ao Rio umas duas ou três vezes por semana para acertar documentos e verbas. Também acompanhava a construção do navio em Bergen. Modificamos certas estruturas e o resultado foi um navio meio-termo, nem pequeno, nem muito grande, de 700 toneladas e 50 metros de comprimento; polivalente no sentido de poder ser usado para vários fins e diferentes pesquisas.

Depois de muitas dificuldades conseguimos as verbas necessárias, que vieram quase integralmente da USP, mas houve então o grande problema de obter a licença de importação. Um dia, aqui no Rio, eu falava com o diretor do Banco do Brasil, preocupada pois a licença não vinha e o navio estava por ser lançado ao mar, e ele disse: "mas

minha senhora, por que a senhora se preocupa tanto? Com um tempo tão bonito, por que não vai à praia tomar um belo banho de mar?" Indignada, eu disse: "está certo". Levantei e parti direto para o Itamarati.

Lá encontrei o máximo apoio e me ouviram atentamente: "o navio é como uma criança, quando está pronto para nascer, nasce. Se esse navio for ao mar com a bandeira da Noruega e não pudermos içar a do Brasil, haverá um incidente internacional. Por enquanto o navio está em construção e tem uma bandeira norueguesa, quando for levado ao mar deverá ter uma bandeira brasileira. Se fica ancorado no porto de Bergen um navio com bandeira brasileira, sem *status* diplomático (o navio é personalidade jurídica), como é que vai ser? Vai ser um caso jurídico sério". O Itamarati resolveu o caso e o navio ficou pronto. Então organizei uma viagem de pesquisa da Noruega para o Brasil e, cuidando da papelada no Rio, fui privada do prazer de participar da cerimônia de lançamento ao mar do nosso navio de pesquisas.

O Professor Wladimir Besnard foi um excelente navio, mesmo já antigo, fez recentemente vários cruzeiros aos mares antárticos de onde trouxe material precioso para numerosos pesquisadores, estagiários e alunos do Instituto Oceanográfico da USP.

E como era o relacionamento com a marinha brasileira?

No início, a marinha não queria de maneira alguma que a Universidade de São Paulo tivesse navio próprio. Mas as dificuldades foram aplainadas com o tempo e tivemos ótima colaboração de ambos os lados, especialmente do comandante Paulo Moreira da Silva. O almirante Franco foi diretor-geral do Instituto Oceanográfico da USP quando me afastei para entrar na Unesco. O

Ciência e humanismo em doses certas

comandante Moreira tinha alma de cientista e a colaboração com a marinha permitiu trabalharmos juntos. Demos até cursos patrocinados pela Unesco a bordo do navio *Almirante Saldanha* da marinha.

Quais as pessoas que mais lhe influenciaram?

Todas as pessoas com quem trabalhamos nos influenciaram, José Tundisi, Edson Pereira dos Santos, Clovis Teixeira, Miriam Kutner, Gelson Vazzoler e sua esposa Ana Emília, Argeo Magliocca, Miranda e todo o pessoal da física, da química, da biologia, que foi sendo absorvido depois que eu estava lá. O Instituto, no início, era o professor Besnard, Paiva Carvalho e eu. O trabalho demorava muito tempo, mas aos poucos formaram-se as equipes de colaboradores; agora há vários físicos e toda uma geração que eu não conheço. Mas quem realmente formou minha alma de cientista foi meu pai, Dino Vannucci e quem me fez 'doutor' foi o professor Ernst Marcus.

Quando você começou a trabalhar com plâncton?

Quando fui para o Instituto Oceanográfico eu apenas sabia o que era plâncton, mas minha pesquisa era sobre biologia marinha, sobretudo ciclos de vida. Da biologia marinha passei para a oceanografia biológica e os grandes trabalhos de distribuição e abundância de espécies planctônicas.

Todo o tempo que estive no Instituto, trabalhava com plâncton. Tinha muitos projetos e sempre apoiei as pesquisas de meus colaboradores. Todos publicaram seus trabalhos em seus próprios nomes. Eu nunca assinava, nem em co-autoria. Atualmente, tenho cerca de 100 trabalhos publicados em meu nome.

Me afastei do Instituto ao entrar para a Unesco, mas os dois primeiros anos

Conheci Marta Vannucci quando ingressei, como estagiário, na Seção de Plâncton do Instituto Oceanográfico (I.O.) da Universidade de São Paulo, em 1960. Ela era a chefe da Seção e imediatamente seu conhecimento científico e sua cultura produziram em mim uma enorme impressão.

Chefe operosa e exigente, os estagiários, que

eram seis, deviam, além do seu trabalho de rotina, preparar um seminário mensal sobre determinado assunto. Sempre se preocupou muito com a formação de recursos humanos e apoiou muitos jovens pesquisadores e estudantes. Vários desses pesquisadores tiveram depois papel de destaque no desenvolvimento do I.O.

Marta sempre enfatizava a necessidade de uma visão abrangente da ciência, a importância do trabalho de campo e de contatos internacionais, além da necessidade de desenvolver um espírito crítico.

Mais tarde, em meados da década de 1960, já como diretora do I.O., apoiou decisivamente a construção do novo edifício do Instituto na Cidade Universitária, e também a do navio oceanográfico *Wladimir Besnard*.

Uma preocupação sempre presente foi apoiar a Biblioteca do I.O. e as sementes plantadas na década de 1960 frutificaram. Hoje, essa biblioteca é a melhor da América Latina em Oceanografia, Limnologia e Ecologia.

A contribuição científica, principalmente em seu estudo do plâncton marinho, é significativa. Já na década de 1960 sua classificação de massas d'água da costa brasileira e a distribuição e associações de espécies de medusas foram trabalhos fundamentais, com enfoque ecológico e aspectos evolutivos avançados para a época.

A serviço da Unesco desde 1970 e como diretora de programas para regiões de mangue, tem um papel relevante em vários países e regiões, coordenando grupos de trabalho, e apoiando pesquisas, proteção e conservação de manguezais.

Florentina, Marta é uma combinação interessante e fascinante de cientista e cidadã do mundo, com uma cultura excepcional que mescla ciência e humanismo em doses certas. Nossa convivência e sua personalidade científica marcaram para sempre a minha carreira, tendo influenciado decisivamente em inúmeros aspectos e interesses que desenvolvi, mais tarde, como pesquisador e professor. Marta!

José Galizia Tundisi

Universidade de São Paulo.

que passei em Cochim, no Instituto Oceanográfico da Índia (National Institute of Oceanography), de 1969 a 1971, foram exclusivamente dedicados ao trabalho com plâncton.

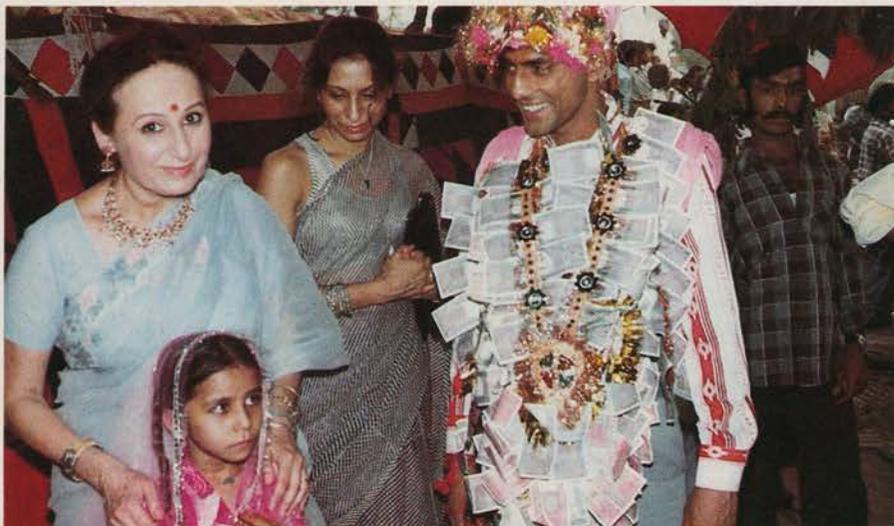
O que a levou a trabalhar com man-



Trabalhando no laboratório do Instituto Oceanográfico.

guezaís?

O professor Besnard se interessou pelos manguezais do Brasil e lá era onde podíamos trabalhar com canoas. A melhor coisa para estudar manguezais é percorrê-los de canoa, porque se formos com motor de popa ligado, não se



Na Índia, em 1976, Marta Vannucci na cerimônia de casamento do filho de seu motorista. A menina é a irmãzinha do noivo.

vê nada direito. Com o desenvolver do Instituto, quando tivemos um barco maior, na região de Cananéia fazíamos seções perpendiculares à linha da costa para fazer observações, medições e tomar amostras em estações fixas. Naquela época, o problema que eu procurava desvendar é quanto contribuem os manguezais para enriquecer as águas marinhas. Não resolvemos esse problema, mas tivemos uma boa coleção de amostras que ajudaram a esclarecer outras dúvidas. Na pesquisa científica, toda vez que se esclarece um problema, surgem outras mil perguntas.

Como foi sua ida para a Unesco?

Eu já tinha sido convidada pela Unesco alguns anos antes, mas como o convite veio um pouco depois da revolução em Cuba e havia um cubano precisando de emprego, eu sugeri o nome dele. Houve também a questão que eu me havia imposto três metas antes de sair do Instituto. Queria fazer o prédio do Instituto, construir o navio de pesquisa e organizar os cursos de pós-graduação. Quando as três metas foram atingidas, me afastei e entrei na Unesco.

Eu participei em 1964 da Expedição Internacional do Oceano Índico, a bordo do navio oceanográfico *Anton Bruun*, dos Estados Unidos. Foi a primeira vez que fui à Índia, e estava como diretora-

geral do Instituto de Oceanografia, mas não gosto de cargos de direção. Quando veio a ditadura no Brasil, aconselharam-me a me retirar e, pela primeira vez na vida, me candidatei a uma vaga na Unesco, no campo da oceanografia, por que era na Índia. Já havia sido bolsista da Unesco na Grã-Bretanha e era bem conhecida. Isso foi em 1969. Mais tarde, em 1974, passei ao escritório regional da Unesco em Nova Delhi, e tinha que cuidar dos programas de nove sessões da Unesco, que eram, entre outros, ciências do mar, ciência da água doce, ciência da terra, educação superior, ecologia e programas especiais.

Fui como perito em oceanografia para Cochin, estado de Kerala, no sul. Lá havia o centro organizado pela Índia para triagem das amostras de plâncton da expedição internacional do oceano Índico. Essa expedição se realizou no anos 60, porque a Unesco se deu conta de que aquele oceano era muito mal conhecido. A expedição chamou-se International Indian Ocean Expedition – IIOE e dela participaram 17 navios de pesquisa, de vários países das Américas, Europa e países do litoral do oceano Índico, cada um no que pôde contribuir. A Índia organizou o laboratório de triagem de plâncton em Cochin e, em 1969, esse trabalho estava acabando. A Unesco me contratou para completá-lo; a

seguir o México pediu à Unesco para mandar alguém para lá para organizar o laboratório de triagem de plânctons da Universidad Nacional Autónoma de Mexico – UNAM. Fiquei no México de meados de 72 a 74.

Em 1974, a Unesco me mandou para o escritório regional em Delhi, do qual acabei sendo diretora. Em 83, passei para o projeto de mangues, do qual estou aposentada. Nos últimos dois anos trabalhei honorariamente para acabar as publicações do projeto, da série “Mangrove Ecosystems Occasional Papers”.

Ou seja, quando terminou o projeto você poderia ter voltado para o Brasil mas optou por ficar lá.

Primeiro tinha que publicar os trabalhos do projeto na Índia, mas continuei residindo na Índia sobretudo porque lá eu tenho meus livros. Economicamente não é nada prático, porque todo o meu dinheiro vai para as companhias de aviação, pois venho anualmente para ver a família. Na Índia vivo com 300 dólares por mês e tenho três crianças adotadas, de modo que vivo feliz na zona rural, de pé no chão, a 25 km de Nova Delhi. Não adotei oficialmente as crianças porque os pais estão vivos. Elas é que me adotaram. Estavam doentes, fracas, e foram ficando comigo quando eram pequeninas. Agora o maior está com 18 anos, acabou os estudos; tenho que passar um tempo lá para cuidar dos meninos.

Hoje em dia, uma das razões do sucesso das pesquisas do Instituto Oceanográfico é a atuação da FAPESP, em São Paulo, que financia grande parte das pesquisas. Naquela época não tinha a FAPESP, a FINEP, e o CNPq não devia ser diferente do que é hoje: tem dinheiro, mas apóia pesquisa de menor porte. Como é que vocês man-

tinham um navio oceanográfico funcionando naquele tempo, qual era a fonte de recursos? Por que é uma pesquisa muito cara.

A USP manteve tudo. O auxílio da Fundação Ford ajudou a equipar o navio *Professor Wladimir Besnard*. Na fase de nossos estudos passamos a trabalhar por contratos. Criamos o Conselho do Instituto Oceanográfico, no qual tinha representantes da indústria, do comércio, gente do governo e o diretor do Instituto; isso nos permitia ganhar nossos próprios fundos e aproveitávamos para fazer pesquisas ao mesmo tempo que cumpríamos o contrato.

Trabalhei muito em colaboração com o CNPq, sobretudo no tempo do professor Antonio M. Couceiro. Percorri toda a costa do Amapá até o sul, conheci todas as pessoas que pesquisavam assuntos relativos a mar.

O momento que a comunidade científica brasileira vive hoje não é muito diferente daquele de sua época. Que recado nos deixaria, já que vivemos as mesmas dificuldades que você conseguiu superar?

Talvez o que eu pudesse dizer esteja ligado à minha formação. Quer dizer, cresci numa cidade onde nasceu o método científico, Florença, cidade culta por excelência e que tem grande dedicação ao saber, à ciência, à cultura, à arte. No Brasil, tive a sorte de ter contato com grandes brasileiros, como Carlos Chagas, Arthur Moses, os Travassos, Aloysio de Castro e tantos outros, e de acompanhar o período de formação da USP, que também foi a realização de um ideal. A minha natureza foi reforçada por todas essas contingências, e minha mensagem seria: trabalhar sempre com um ideal em vista e nunca esmorecer.

Atualmente você está trabalhando na Índia e aposentada pela Unesco. Há

possibilidade de voltar para o Brasil?

No momento tenho meu último trabalho científico em co-autoria com Denise Navas Pereira, sobre plâncton do oceano Atlântico, publicado recentemente no Boletim do Instituto Oceanográfico da USP. Tenho artigos e um livro de estudos indológicos no prelo, na Índia. Ainda ajudo no que posso com projetos sobre mangues, programados ou não pela ISME. Trabalho com uma não-governamental na Índia, nos vales remotos do Himalaia, procurando aplicar os conhecimentos da ciência contemporânea aos conhecimentos da tradição oral, na esperança de poder ajudar no processo de racionalização e desenvolvimento duradouro da zona rural. Estudo, escrevo, sempre porém hei de voltar ao Brasil.

Minha residência permanente é o Brasil, mas minha residência de fato são uns 20 lugares diferentes. Nos últimos anos, passei mais tempo fora da Índia do que lá. Mas como bom marinheiro tenho um amor em cada porto e meu outro amor é a indologia, assunto sobre o qual já tenho publicado bastante.

Como surgiu o interesse pela indologia?

Não sei. Já antes de entrar na Unesco, em 1970, estava estudando indologia. A tradição védica, a tradição pré-vedica não-ariana, a expansão dessa tradição para o Tibete, Birmânia, Malásia, Tailândia, Indonésia até Vietnã, toda a zona cuja cultura provém da Índia, cultura esta que deriva da tradição védica associada à pré-vedica, que resultou no hinduísmo, no jainismo e no budismo.

Tenho um livro no prelo, intitulado



Em Sri Lanka, 1986, cerimônia de abertura de um workshop, dentro do projeto de manguezais desenvolvido pela Unesco.

Ecological Reading in the Veda (Aspectos ecológicos dos Veda), que é uma análise básica da percepção da natureza pela filosofia védica e hindu. Quando, no século passado, os europeus começaram a traduzir e a estudar os antigos textos sânscritos,

ninguém conhecia o conteúdo, a não ser os brâmanes cultos; os europeus acharam que os deuses védicos eram representações de forças naturais e os textos apenas contos mitológicos.

Meu ponto de vista é outro. Para mim, pensando na evolução da mente do homem, é óbvio que deve ter chegado um momento em que surgiu a idéia de Deus. Como teria surgido a idéia de Deus? Que forma ideal e material poderia representar essa idéia? Percebo em todas as culturas dos indo-europeus e outros que o Fogo foi a primeira entidade a ser invocada, elogiada e venerada como Deus. Em outros termos, idéias abstratas, princípios e conceitos filosóficos é que adquiriram as características de um deus na evolução da mente humana.

A maioria dos deuses védicos são idéias abstratas, conceitos abstratos personificados, e não coisas materiais deificadas. Por evidência interna e pelas observações ecológicas dos Veda, as três primeiras verificações são: a ordem do universo, Rita; a palavra, Vak, que transmite o conhecimento e o fogo, que é energia e matéria ao mesmo tempo e transforma uma na outra e vice-versa. Não há distinção entre energia e matéria.

Os Veda são inteiramente baseados na lógica. Einstein ou Hawkins baseiam-se na matemática, mas matemática é lógica, é uma forma de se expressar a

lógica. Os Veda expressam a lógica da natureza de outra forma; é na Índia, e entre os Maya, que surge independentemente o conceito de zero, que é uma necessidade lógica. Na Índia, há 1.700 anos já se resolviam equações de terceiro grau. Mais tarde os árabes transmitiram à Europa os conhecimentos matemáticos da Índia, que aprenderam no Irã.

E a literatura? Você está escrevendo um livro de contos não é?

Bom, agora eu terminei o quarto conto de um livro que terá, no total, cinco contos. Esse é muito pessoal. Por exemplo, não digam que sou louca, mas eu tinha uns pássaros maina que me visitavam na janela do meu escritório, eles me conheciam muito bem. Então me ocorreu: o que representarei eu para esses pássaros? Que idéia eles têm de mim? Possivelmente teriam algo semelhante à idéia que nós temos de Deus; para eles eu era um ser que lhes dava o necessário e os atendia, respeitadas as devidas cerimônias. Isso começou quando eu estava em Delhi e tinha um velho criado que conversava com esses pássaros. Eu aprendi a conhecê-los com o velho Nana.

O último conto, que é o mais importante, está escrito só em parte e é totalmente diferente. É a história de um homem que vai andando na imensidão do Himalaia. A bem dizer, é a vida do indivíduo mas é também a história da evolução psico-afetiva durante a vida individual de todos nós.

No seu conjunto o livro representa diferentes aspectos do amor, amor humano, amor conjugal, amor de compaixão, amor de Deus e amor universal. Os contos são diferentes aspectos da relação entre homem e Deus. Deus existe porque o homem o criou e o homem existe porque Deus o fez homem.

No meio dessa sua reflexão sobre Deus e o homem você publica um trabalho que se



Marta Vannucci na Índia em 1989. À esquerda Marc Steyaert, diretor da Divisão de Ciência Marinha da Unesco, e à direita Björn Kjerfve da Universidade da Carolina do Sul, EUA.

chama As hidromedusas das massas d'água do oceano Índico. *Como consegue conciliar esses estudos?*

A Filosofia é única, seja religião, seja ciência aplicada ou experimental. Hawkins chega a conclusões que já se encontram nos Veda, pois tudo está baseado na lógica. Se você pensar na Teoria do Caos, na discussão de Monod sobre o Acaso e a Necessidade, e todas as outras, verá que está tudo relacionado. O Big Bang já está descrito nos Veda, mas como é que os antigos sabiam, eu não posso imaginar. Quer dizer, ou se acredita na revelação, ou num estado de hipersensibilidade, ou na lógica. Tudo está relacionado, não tem nada de extraordinário, é tudo muito ecológico.

O que é religião? É a tradução, em termos simples, de verdades filosóficas. Não há portanto diferenças ou contradições, é só levar o raciocínio até a última possibilidade e chega-se num ponto além do qual não é possível ir. Aí está a limitação da mente humana e o início do conceito de Deus.

O livro todo do Hawkins é uma luta consigo mesmo para se forçar a não ter que acreditar em Deus; repetidamente exclama: "não há necessidade de acreditar em Deus, não há necessidade de

acreditar na existência de um deus". Em discussões com os indólogos, eu digo: "Os Veda são ciência". Diz meu mestre Dandekar: "mas eles não chegaram a formular teorias científicas!". Respondo que talvez eles não tivessem a necessidade de chegar a uma teoria de validade geral, porque as relações de causa e efeito que eles percebiam empiricamente eram suficientes para suas finalidades, que eram viver em harmonia com o universo. Eles não chegaram a teorias, a não ser a criação do zero, e esta teve finalidade prática, isto é, estudos astronômicos.

Quanto à questão da religião, no momento, estou em grande divergência com o Dalai Lama, pois para ele a solução de todos os problemas é a compaixão. Eu rebati "não é bem isso, porque a solução para todos nós desse mundo é senso de responsabilidade e dever. Se nós nos basearmos só na compaixão, social e mundialmente teremos o mesmo tipo de desastres que se seguiram à implantação do cristianismo, do islamismo, ou do budismo hinayana do rei Ashoka.

Gautama, o Buda, foi grande, mas o que veio depois dele arruinou meio-mundo. Quer dizer, é o senso de responsabilidade individual e coletiva que pode salvar o mundo físico, psíquico e social que está se desintegrando. Os princípios ecológicos que regem o mundo vivo ignoram o que seja compaixão.

Alternativas para a Amazônia

Delta, modelo computadorizado, prevê resultados do uso da terra

Para compreender a gênese dos problemas atualmente vividos na Amazônia, deve-se entender o ponto de vista que mundialmente norteou a ocupação de áreas tidas como inóspitas à presença humana até a década de 1970. Qualquer medida que viabilizasse essa ocupação – e o decorrente incremento da atividade econômica – era admissível. No caso da Amazônia, entre os efeitos socioeconômicos dessa política estão a quebra do estilo de vida das populações indígenas e o assentamento de colonos em condições precárias. Os efeitos ecológicos incluem diminuição da biodiversidade, quebra do regime hidrológico e degradação dos solos.

Essa forma de alterar o uso da terra passou a ser fortemente criticada nos últimos anos, em parte graças ao reconhecimento científico de que os efeitos ambientais do desmatamento em larga escala na bacia Amazônica – como, por exemplo a emissão de gases e partículas para a atmosfera, pelas queimadas que antecedem o período de plantio na região – podem apresentar resultados de alcance planetário.

A preocupação com a possível combinação desses efeitos deu origem a um movimento de diversos segmentos da sociedade pela preservação das florestas amazônicas, e colocou na ordem do dia a necessidade de superar a fase das denúncias para buscar a formulação de propostas concretas para alterar positivamente o panorama atual. Em busca de maior conhecimento sobre os ecossistemas amazônicos e de alternativas para a situação, pesquisadores de diferentes nacionalidades têm se dirigido aos mais diversos pontos da Amazônia, onde realizam os mais variados tipos de estudos.

O Departamento de Ciências Ambientais do *Oak Ridge National Laboratory*, Tennessee (EUA), iniciou há dois anos estudos a partir dos dados obtidos pelo Programa de Pesquisas de Emissões

Globais de CO₂, promovido pelo Ministério de Energia (DOE) dos Estados Unidos.

Um dos resultados do programa foi definir que as emissões resultantes da queima de combustíveis fósseis e mudanças no uso da terra (sobretudo desmatamento seguido de queimadas) alcançaram valores entre 240 a 310 Pg (Pg = 10¹⁵g)

As mudanças no uso da terra representam entre 30 e 50% da emissão global de CO₂.

de carbono entre 1850 e 1980. As mudanças no uso da terra representam entre 30 e 50% da emissão global de CO₂. Uma das conseqüências possíveis do aumento das concentrações atmosféricas de carbono é a concretização do chamado 'efeito estufa' (ver *Ciência Hoje*, n° 9 e n° 29).

As pesquisas do DOE se concentraram em áreas do sul e sudeste da Ásia, onde a expansão da população e da agricultura itinerante são os principais responsáveis pelas mudanças no uso da terra. Contudo, a América do Sul e, em particular, o Brasil são atualmente os responsáveis pelas maiores emissões de carbono relacionadas a esse fenômeno. Um detalhe revelador da particular importância da Amazônia é o fato de que são as queimadas realizadas na região que fazem do Brasil o principal emissor de CO₂ nos trópicos, com cerca de 30% do total mundial das emissões relacionadas ao uso da terra.

O Estado de Rondônia é um exemplo significativo das mudanças no uso da terra na Amazônia. Suas fronteiras têm sofrido nos últimos anos acentuado processo de desmatamento, com a abertura de estradas e a ocupação de solos por projetos de colonização. O estado se localiza na porção central-sul da bacia Amazônica, compreendendo um total de 238 mil km², dos quais cerca de 208 mil km² eram originalmente ocupados por florestas. Ali foram identificados os melhores solos para os padrões amazônicos, o que levou o governo brasileiro a determinar sua utilização.

Os programas oficiais de colonização em Rondônia foram iniciados por volta de 1968 e, segundo os teóricos responsáveis pelo seu planejamento, visavam globalmente instalar colonos nas terras, melhorar o seu padrão de vida e assim promover o crescimento econômico da região através do uso de suas riquezas naturais, em especial através da agricultura.

Um aspecto importante nesse processo foi a criação de uma infra-estrutura rodoviária para viabilizar a ocupação do Estado, que teve seu ponto culminante em 1984-1985. Nestes anos, a conclusão do asfaltamento da rodovia Cuiabá-Porto Velho, ao longo de Rondônia, transformou-a num corredor de entrada para milhares de pessoas, vindas de quase todos os pontos do Brasil. O resultado dessa facilidade de acesso, em termos populacionais, foi um salto de 100 mil para 491 mil habitantes entre 1970 e 1980, uma taxa anual de crescimento em torno de 15,8%, muito acima da média nacional de 2,5% para o mesmo período.

Os números mostram também uma clara associação entre a explosão populacional em Rondônia, o desmatamento e os projetos oficiais de colonização e construção de estradas. Uma das estimativas decorrentes da análise das imagens do satélite AVHRR é que a área desmatada pulou de menos de 8 mil km² em 1980

para 28 mil km² em 1985 e chegou a 41 mil km² em 1987. Embora haja uma série de discordâncias sobre os números relativos ao total do desmatamento, os valores encontrados sempre revelam uma perda da cobertura vegetal bastante significativa nos limites do estado.

O mais grave é que apenas 24% dos solos do estado podem ser utilizados para agricultura sem maiores restrições, em vista de sua baixa fertilidade. O tipo de utilização praticada pela maioria dos colonos faz com que o abandono da terra seja o fim mais comum para o ciclo descrito sumariamente na figura 1.

Esse ciclo, que é iniciado com a abertura de estradas, inclui: a chegada do colono na terra, derrubada da floresta, a queima imediata do material resultante da derrubada, a prática agrícola (podendo incluir passagem para pastagens) e finalmente o abandono da área original. Depois que abandona a terra, o agricultor parte em busca de novas áreas para retomar o ciclo, num processo que pode levar apenas cinco anos em cada local de ocupação.

A partir do contato com o problema, uma equipe de pesquisadores do DOE, composta por americanos e brasileiros, procurou definir a maneira mais eficiente de abordar esses efeitos das mudanças no uso da terra. A opção recaiu sobre o desenvolvimento de um projeto composto por três fases (figura 2), compreendendo: 1) obtenção de um grande número de dados de campo sobre os solos e as condições ambientais nas áreas a serem estudados e armazenados num Sistema de Informações Geográficas (SIG); 2) desenvolvimento de um modelo que integre condições socioeconômicas e ambientais; e 3) utilização de dados de sensoriamento remoto para estimar as taxas e padrões de desmatamento e compará-los com as previsões do modelo.

O projeto está agora na segunda fase, pois os dados de campo e o modelo integrado foram combinados para permitir a projeção de padrões de desmatamento constantes de planos específicos de desenvolvimento de estradas e de projetos de colonização.

O objetivo básico é comparar os resultados das projeções com os resultados das medidas feitas por sensoriamento remoto,

o que poderia permitir, na terceira fase do projeto, a análise de processos semelhantes em outras áreas. Para facilitar a compreensão do desenvolvimento das diferentes fases do projeto, a discussão que se segue estará concentrada no funcionamento do modelo, que simula o uso da terra e seus efeitos ecológicos, e que foi denominado DELTA.

O modelo DELTA associa variáveis socioeconômicas e ambientais ao longo do tempo e tem como proposta inicial a obtenção de diferentes cenários de ocupação e uso da terra. Desse modo, o modelo pode ser classificado como estocástico e capaz de realizar micro-simulações dinâmicas pois, enquanto os efeitos das mudanças no uso da terra são avaliados em escala regional, o uso da terra em determinado número de lotes pode ser avaliado em termos de cada ocupante. Uma vantagem básica é que o modelo pode ser rodado em um micro-computador do tipo PC.

O DELTA é composto por três submodelos interligados que simulam o processo de difusão da colonização, a mudança no uso da terra e a liberação de carbono. Além de permitir a entrada de

dados espaciais – usando as ferramentas de SIG – e não-espaciais, o modelo possui saídas que incluem estatística espacial, mapas e também os impactos na mudança do uso da terra em escala regional.

Pode-se realizar simulações para o uso da terra em um sistema de 3 mil lotes ao longo de 50 anos em apenas alguns minutos. Com base nas suas saídas gráficas, os efeitos de um determinado cenário de uso da terra podem ser analisados para diferentes variáveis (como evolução da perda da cobertura de vegetal, taxa de liberação de carbono, efeitos sobre a qualidade dos solos).

Para uma melhor compreensão da estrutura do modelo, os parâmetros não-espaciais incluem informações sobre o número de colonos que chegam a uma área, o tamanho dessa área, decisões sobre o uso da terra, condições para aglutinar diferentes lotes em pastagens, critérios sobre a mudança do tipo de plantio feito pelo colono no lote, e a escolha de variáveis que podem levar o colono a mudar-se para um novo lote. Os parâmetros espaciais incluem informações sobre o tamanho de cada lote e sua localização em relação aos lotes vizinhos,

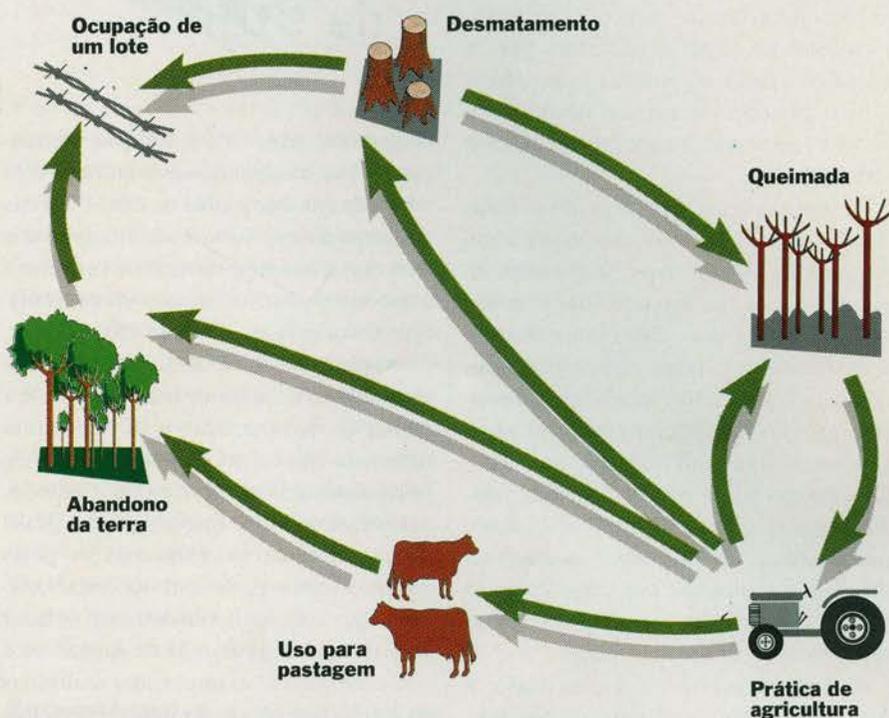


Figura 1. Ciclo típico do uso da terra na recente ocupação da Amazônia, que é iniciado pela abertura de estradas. A ocupação inclui: o desmatamento, seguido da prática de agricultura e/ou o uso para pastagens, e termina com o abandono da terra após a sua exaustão.

distância do centro consumidor, estrutura regional de estradas, características dos solos e cobertura vegetal.

A seleção do lote pelo colono é baseada na área dos lotes, em três índices (relativos às características físico-químicas do solo) de adequação à prática do plantio de culturas anuais e perenes, bem como à transformação em pastagem e na procura da menor distância em relação à BR-364 e ao mercado consumidor. O uso da terra em si é tido como variável ao longo do tempo, podendo incorporar tanto o cultivo simultâneo de culturas anuais e perenes, como a criação de animais, pousio e manutenção de uma porção do lote com a cobertura vegetal natural. A taxa de liberação de carbono em cada lote (entendida como a soma do carbono contido no solo e na vegetação) é calculada

ao longo do tempo, em função do uso da terra simulado pelo modelo.

O carbono foi escolhido como indicador dos efeitos do uso da terra sobre o ambiente diante da importância que lhe foi atribuída nos estudos sobre o efeito estufa. Sabe-se por exemplo que, dependendo do tipo de uso da terra (cultivo de culturas perenes e/ou anuais, uso para pastagem), o nível inicial de carbono tende a um declínio exponencial, o que pode acarretar que, após 15 anos de uso contínuo da terra em agricultura e pastagens, a taxa de carbono decaia para cerca de 6% do valor inicial dentro de cada lote. Isso representaria um inequívoco empobrecimento do solo.

A área escolhida para o desenvolvimento das duas fases iniciais do projeto foi o Projeto Integrado de Colonização

(PIC) Ouro Preto, localizado entre as cidades de Ariquemes e Ji-Paraná, o primeiro e maior projeto de colonização fundado na região em 1970. Planejado para abrigar 5.162 famílias (até 1987 haviam sido assentadas 5.098), apresenta uma área total de 4.011 km². Tal escolha decorreu de alguns elementos que facilitam o estudo sistemático da região: conhecimento detalhado da composição dos solos, da cobertura vegetal, da geologia, do sistema viário e da disposição regular dos lotes ao longo das estradas.

Embora o DELTA permita inúmeras simulações do uso da terra, foram selecionados dois casos que geram situações bastante distintas. Em ambos, as simulações partiram das variáveis espaciais e não-espaciais existentes num conjunto de 294 lotes do PIC Ouro Preto, cada um medindo de 83 e 120 e valor médio de 101 hectares. Para ocupá-los, um total de 250 colonos chegaria à área ao longo de oito anos, em várias levas: 70 colonos no primeiro ano, 30 do segundo ao sexto ano, 20 no sétimo, e 10 no oitavo ano.

O primeiro cenário representa o padrão típico do uso da terra em Rondônia. A simulação estabelece que os colonos vão desmatar cinco hectares no primeiro ano, 10 hectares por ano do segundo ao quinto e cinco hectares no sexto, o que dá um total de 50 hectares sendo desmatados. O cultivo será de culturas anuais nos primeiros quatro anos, seguindo-se culturas perenes e finalmente pastagens.

O segundo cenário simula uma situação de agricultura sustentável para as condições ecológicas da Amazônia, já utilizada com relativo sucesso por um grupo de colonos japoneses no sul do Pará. Entende-se por agricultura sustentável qualquer conjunto de práticas agrícolas (roça indígena, associação de culturas) que não promova drásticas alterações nos ciclos geoquímicos, na biodiversidade e na biomassa.

Neste caso, simula-se que cada colono vai desmatar inicialmente apenas uma reduzida porção do lote (10 hectares no primeiro e no segundo ano), plantando culturas anuais durante os dois primeiros anos, e iniciando um plantio associado de culturas anuais e perenes no terceiro ano, quando a recuperação do carbono será iniciada. Ao final de 10 anos da associação

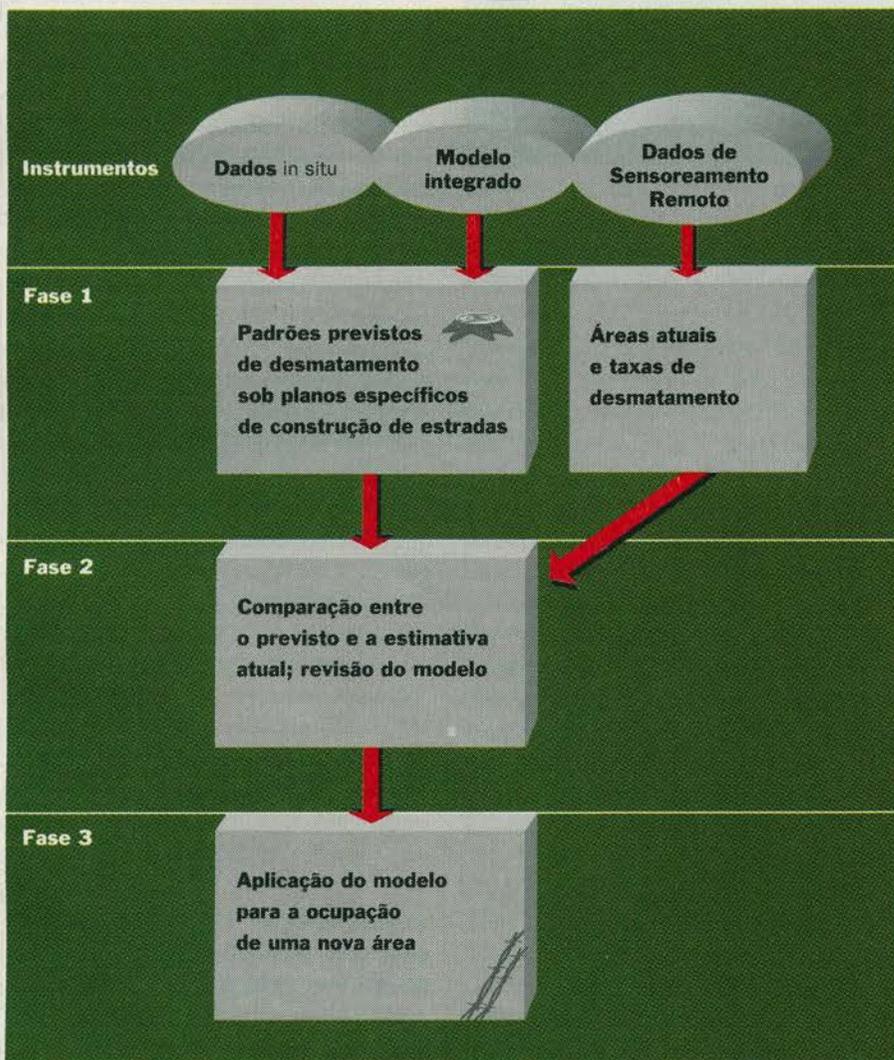


Figura 2. Fluxograma mostrando as principais características do modelo, com ênfase para as suas diferentes fases.

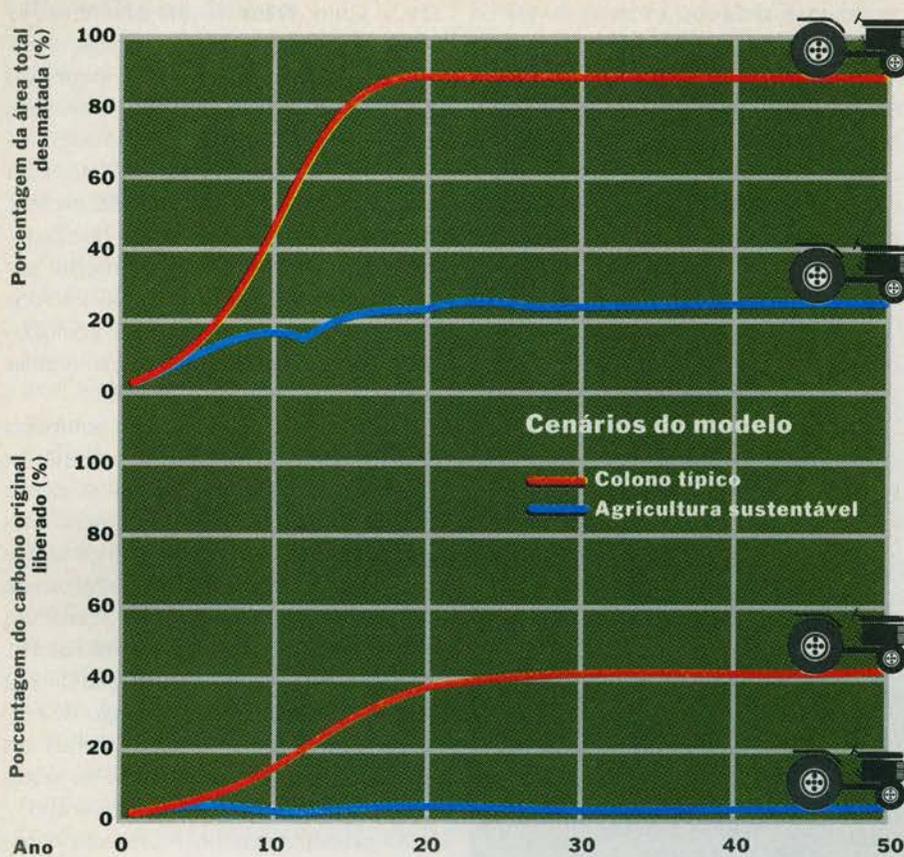


Figura 3. Comportamento percentual das variáveis, desmatamento e perda de carbono dentro das simulações feitas pelo DELTA para a agricultura típica da Amazônia e para uma situação de agricultura sustentável para a região.

de culturas, essa porção será mantida em repouso durante oito anos. Quando começar o período de repouso da primeira porção, o mesmo ciclo será iniciado em outros 20 hectares do mesmo lote.

No cenário típico, a combinação entre os fatores socioeconômicos e ambientais torna provável que o colono se mude após algum tempo. O cálculo dessa probabilidade, que é reforçada pela queda da qualidade do solo decorrente da agricultura ou da abertura de pastagens, demonstra que ela aumenta rapidamente ao longo do tempo. Há 20% de chances de que a mudança de lote ocorra no terceiro ano de ocupação, 80% de que isso aconteça no oitavo ano e, após 50 anos, as chances são de que o lote venha a ser ocupado por um ou mais colonos ou abandonado. Além disso, se um colono permanecer mais de seis anos usando um lote, a perda de carbono continuará ocorrendo na área já desmatada, num processo de declínio exponencial, que leva a uma degradação tão acentuada que

poderão ser necessários entre 100 e 500 anos para que a vegetação e o solo recuperem o conteúdo inicial de carbono.

Embora também ocorra uma significativa perda de carbono nos dois anos de desmatamento no segundo cenário (da agricultura sustentável), durante o período de associação já se inicia a recuperação do conteúdo de carbono do lote, que será incrementada durante o período de pousio. Esse procedimento tem impacto direto sobre o tempo necessário para a recuperação total do carbono, que decai para 100 anos, com a vantagem de reduzir o desmate. Neste cenário, a simulação assume que o primeiro colono irá permanecer em definitivo no lote.

Na figura 3 são apresentadas curvas que permitem analisar, em escala regional, o comportamento percentual das variáveis desmatamento e perda de carbono nas duas situações simuladas. Acredita-se que a simulação desses dois cenários, de impactos ambientais tão distintos, demonstra as possibilidades do DELTA de

permitir a análise preliminar dos efeitos da ocupação de uma dada área sob diferentes condições, o que poderia contribuir para diminuir os impactos ambientais da ocupação de regiões como a Amazônia.

Sem dúvida, as decisões sobre medidas destinadas a viabilizar o acesso e a permanência na terra (como assistência técnica, política de preços, estrutura de circulação e armazenamento da colheita, melhoria da infra-estrutura básica nas áreas a serem ocupadas) são políticas, extrapolando os limites do DELTA, cuja base científica destina-se apenas a fornecer diferentes possibilidades de manejo da terra, bem como de seus resultados sobre o meio ambiente.

Assim, entre outras medidas, parece ser possível e necessária a integração dos mais variados tipos de pesquisa científica sobre as condições ambientais e sociais na região. Esse processo de integração será um passo efetivo para que sejam alcançadas respostas de médio e longo prazo em benefício de todos. Parece claro que a grande maioria está perdendo com a forma pela qual se faz a ocupação da região.

Finalmente, as nossas perspectivas incluem, além dos esforços relacionados à realização das fases que compõem o DELTA, uma cooperação direta com instituições brasileiras de pesquisa que estejam desenvolvendo estudos na Amazônia. Acreditamos que esse será o caminho para uma integração efetiva dos que buscam alternativas, dentro da perspectiva de uma utilização para as terras da Amazônia que leve em conta a sua realidade ambiental.

Virginia H. Dale
Marcos A. Pedlowski
Robert V.O. O'Neill

Departamento de Ciências Ambientais.

Frank Southworth

Departamento de Energia,

Laboratório Nacional de Oak Ridge.

AZT fragilizado

IX Conferência Internacional sobre Aids desmitifica a eficácia do medicamento

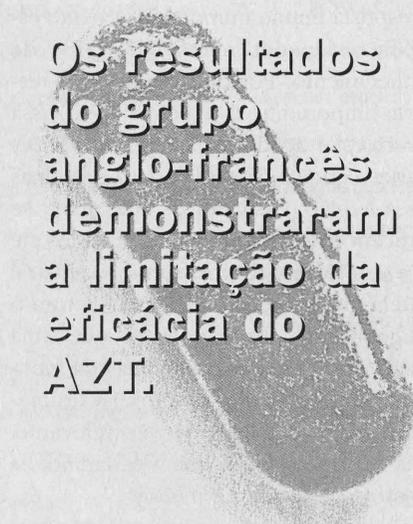
Passada a IX Conferência Internacional sobre a Aids, realizada este ano entre 6 e 11 de julho, em Berlim (Alemanha), permanecem em discussão temas polêmicos como a desmitificação da eficácia do AZT (medicamento mais usado no tratamento da doença), a frustração pela falta de novas drogas mais potentes e a dúvida quanto a aplicabilidade imediata da terapia gênica. Mas talvez seja importante aqui mesclar alguns resultados do evento com outras informações recentes, que têm contribuído para a formação dos conceitos que dispomos no momento sobre a Aids.

Na área terapêutica, o Projeto Concorde despertou grande interesse. Liderado por um grupo anglo-francês, a pesquisa acompanhou 1.749 pessoas infectadas pelo HIV-1 durante cerca de três anos. Metade dos pacientes recebeu AZT. Ao contrário dos dados anteriormente obtidos, em 1986, pela equipe da pesquisadora norte-americana Margareth Fischl, da Universidade de Miami, os resultados do grupo anglo-francês demonstraram a limitação da eficácia do AZT no que se refere ao prolongamento da vida ou à diminuição da velocidade de desenvolvimento da Aids.

O grupo demonstrou, com mais consistência (maior número de pacientes observados por mais tempo), que os benefícios eram apenas aparentes e que dependiam do grupo específico de pacientes estudados. Para esses pesquisadores, os dados não poderiam ser generalizados para todos os pacientes HIV positivos.

A mesma pesquisa abalou também outro conceito tido como comprovado: o da avaliação terapêutica feita através da contagem do número de linfócitos CD4 (células de defesa do sistema imune) do paciente. Classicamente, aceita-se que, no tratamento eficaz da infecção pelo HIV, o número desses linfócitos deixa de diminuir, podendo até aumentar. O Projeto Concorde mostrou que, após a indicação

para o início do tratamento – isto é, quando a quantidade de linfócitos por milímetro cúbico de sangue fica abaixo de 400 –, a oscilação do número dessas células depende de inúmeras outras variáveis e não só da eficácia do tratamento.



Os resultados do grupo anglo-francês demonstraram a limitação da eficácia do AZT.

Frustração e terapia

Ainda na área terapêutica, inúmeras discussões e trabalhos mostraram a tendência ao uso da combinação de drogas (AZT, ddI, ddC, nevirapina, entre outras) e de drogas que atuam seqüencialmente em várias fases do ciclo de replicação viral, as chamadas terapias convergentes. Não há como negar a frustração e o desejo de que apareçam drogas mais potentes que as usadas atualmente.

Falou-se muito de terapias gênicas, entre elas o emprego de ácido ribonucléico (ARN) anti-senso para bloquear a síntese viral nos ribossomos. Esse ARN compete com outro tipo de ARN, o mensageiro, no processo de produção de proteínas na célula. Mas essas terapias ainda soam muito como ficção científica e fica difícil imaginar alguém tomando um comprimido de ARN anti-senso a cada seis horas.

Outra área em que o conhecimento vai se ampliando rapidamente é a da história natural, que reúne informações virológicas,

imunológicas e clínicas sobre a Aids. Tem-se dado muita atenção ao período anteriormente chamado 'silencioso' da infecção. Hoje, sabe-se que nessa etapa ocorrem inúmeros fenômenos, especialmente nos linfonodos (pequenos órgãos situados nos vasos linfáticos). São esses fatores que vão determinar como a doença vai evoluir em cada paciente.

Variantes e vacinas

Grande parte dos indivíduos infecta-se com uma cepa de HIV-1 que não induz a formação de sincício (tecido formado por fusão de células). Essa cepa instala-se habitualmente em macrófagos, células que atacam partículas estranhas ao organismo e que dificultam a replicação do vírus. Mas essa cepa multiplica-se também em linfócitos CD4, onde as condições para a reprodução são melhores que as dos macrófagos. Nesse último caso, a resposta imune do organismo é fundamentalmente mediada por células de defesa denominadas linfócitos T do tipo TH1.

Uma peculiaridade de um retrovírus como o HIV, cujo genoma está codificado em ARN e não em ADN, é que eles multiplicam-se sob a ação de uma enzima, a transcriptase reversa. Essa característica faz surgirem inúmeras variantes fenotípicas desse vírus, capazes de infectar mais eficientemente os linfócitos CD4 e induzir a formação de sincícios, os quais impedem o funcionamento normal dessas células, tornando-as na prática inoperantes. Quando o vírus é capaz de induzir a formação de sincícios, ele tem potencial patogênico maior que aqueles não formadores.

A formação de sincícios ocorre simultaneamente – e eventualmente até em associação – a uma alteração no padrão das linfocinas (substâncias de defesa produzidas pelos linfócitos) e a um aumento dos linfócitos TH2 (outras células do sistema imune) em detrimento dos TH1. Provavelmente, a partir daí aumenta a probabilidade

de de ocorrência de doenças oportunistas e tumores.

É possível que indivíduos infectados por cepas não formadoras de sincícios não venham a ficar doentes. A novidade está aí: nunca se pensou ou se demonstrou que isso pudesse acontecer. Alguns desses indivíduos, com resposta tipo TH1, apresentam inclusive resultado negativo no exame de sangue para HIV. Mas, quando se testa o linfócito desses indivíduos em cultura, essa célula de defesa reage como se já tivesse entrado em contato com o vírus. Não se sabe se esses indivíduos podem ou não transmitir a infecção para outras pessoas.

Confirmam esses dados relatos de indivíduos expostos por longos períodos ao HIV, que, embora indiquem sorologia negativa, apresentam uma resposta do organismo ao vírus, induzida por um contato anterior.

Da mesma forma, ficam mais claros os resultados de pesquisas feitas em macacos sobre a resposta positiva da imunidade celular frente ao vírus, após a administração periódica de pequenas quantidades de vírus pela via retal. Também o pesquisador norte-americano Ronald Desroiseux demonstrou que a inoculação periódica de pequenas doses de SIV (HIV símio) na vagina de macacas as tornam 'resistentes' à infecção, quando se injeta posteriormente o vírus por via intravenosa. Elas também apresentam o exame de sangue negativo e a resposta celular do tipo TH1. Portanto, é possível que todos esses dados formem um raciocínio lógico.

Essa linha de pesquisa encontra-se inevitavelmente associada ao desenvolvimento de vacinas. Fica cada vez mais evidente a necessidade do desencadeamento da resposta imune celular e do uso de pequenas doses do imunógeno (produto presente na vacina, que provoca a formação de anticorpos contra uma doença). Dessa forma, passamos agora a tratar o vírus do ponto de vista da produção de uma vacina, de um modo mais natural, ou seja, da forma como o nosso organismo 'enxerga' o vírus. E não mais como gostaríamos ou acreditávamos que fosse, ou ainda como a estrutura química do vírus aparenta ser. Parece lógico – e até infantilmente simples – que seja assim, mas isso levou 10 anos para ficar mais claro.

Esforço mundial

Outra linha interessante em vacinação e imunologia é a que aborda a variabilidade antigênica. Em geral, a estrutura química dos retrovírus são extremamente variáveis: praticamente, não há dois retrovírus idênticos. O problema é que a vacina contra Aids que serve para um determinado país pode não servir para outros, porque o vírus é diferente e a 'proteção cruzada' é pequena.

A Organização Mundial de Saúde tem se esforçado para mapear as variedades antigênicas do HIV-1 em nível mundial e o Brasil está participando desse trabalho. A resposta imune humoral, altamente específica, depende muito desse tipo de conhecimento. Por outro lado, se a resposta importante é a celular – e essa parece estar ligada aos antígenos do *core* (partes centrais do vírus) –, as proteínas dessa região viral são as que mais se parecem entre os retrovírus estudados até hoje. Isto é, se a resposta imune celular é aquela que protege e é dirigida contra o antígeno do *core*, é possível que uma vacina sirva para qualquer região do mundo. Então, esse esforço mundial de mapeamento não parece ser tão relevante, uma vez que se sabe que a variabilidade na proteína do *core* é menor.

Com relação à fisiopatologia, os avanços continuam na mesma direção: tenta-se determinar os motivos que levam à morte celular. Escreveu-se e falou-se muito também nos vírus que matam a célula sem a necessidade de outro mecanismo auxiliar (citopáticos), nas cepas formadoras de sincício ou não, nos co-fatores e na apoptose (morte celular programada). Provavelmente, são essas as causas – ou algumas delas atuando em conjunto – que levam à morte e à disfunção linfocitária, precipitando infecções oportunistas e tumores. A reversão desses processos é procurada de várias maneiras, com antivirais, imunoesstimulantes (drogas que aumentam a eficácia do sistema imunológico no combate a uma doença viral) ou imunomoduladores (drogas que 'corrigem' anormalidades da resposta imune).

África e transmissão

Com relação a outros dados epidemiológicos, vê-se a epidemia alastrando de modo alarmante, especialmente na África.

Em Uganda, por exemplo, 20% das professoras primárias estão infectadas. Na Tailândia, a disseminação entre heterossexuais é extremamente alta e na Índia, além do HIV-1, o HIV-2 é uma nova ameaça à população.

Os índices de transmissão materno-fetal do HIV-1 estão entre 10% e 40%, ou seja, para cada 100 partos de mães infectadas, entre 10 e 40 crianças contaminam-se. Os fatores que facilitam esse tipo de transmissão são a idade da mãe, a fase da infecção e, eventualmente, o tipo de parto (natural ou cesariana).

A taxa de contaminação em decorrência do exercício da profissão entre pessoas da área de saúde tem se mantido estável desde que se iniciou esse tipo de monitoramento. Esse índice é muito baixo, cerca de 30 profissionais em todo o mundo, e o risco é 100 vezes menor que a contaminação por hepatite B nas mesmas circunstâncias. A transmissão do profissional de saúde para o paciente também é rara: cerca de 5 mil pacientes atendidos por profissionais infectados não foram contaminados.

Horário e tabus

Uma característica interessante da reunião deste ano foi a não-simultaneidade das sessões matutinas, poupando a audiência, de aproximadamente 15 mil pessoas, da angustiante dúvida na hora da escolha. Evento anual, a conferência teve 4,5 mil painéis e 800 apresentações orais, contando com a presença de cientistas, médicos, jornalistas e curiosos.

As Conferências Internacionais sobre Aids são sempre importantes e ricas no que diz respeito ao progresso científico da área. Não se deve cometer a imprudência de confundir resultados aparentemente insatisfatórios em um primeiro momento com a ausência de importantes avanços no conhecimento. O setor continua muito produtivo e controvertido, gerando discussões acaloradas e ainda mais perguntas que respostas. Como muitos tabus foram derrubados desde 1981, espero que outros ainda sejam desfeitos nessa área.

Celso F. H. Granato

Escola Paulista de Medicina.

EM ABERTO 11 (54), 1992**TENDÊNCIAS NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES**

Veículo monotemático de ampla flexibilidade, *Em Aberto* tanto é um periódico técnico-científico, como material didático para a graduação e a pós- ou, ainda, espaço de debate de políticas públicas em educação. Na seqüência com que o INEP regulariza sua periodicidade, o presente número inaugura uma série dedicada às tendências mais importantes que se desenham no sistema educacional brasileiro e que abordará, nos próximos, as do ensino de ciências, da educação básica de jovens e adultos, da informática em educação e da educação matemática.

A seção inicial – Enfoque – preparada por um pesquisador destacado na área temática, oferece uma visão panorâmica do assunto, que é abordado em seguida – nos Pontos de Vista – por outros pesquisadores ou especialistas. Obras recentes sobre eles são resenhadas, com o Espaço Aberto e a Bibliografia específica e as notícias do Painel, fontes adicionais de referência e de aprofundamento de estudos e discussão.

A abertura deste número, elaborada pelo Prof. Luiz Carlos de Freitas (UNICAMP), levanta questionamentos essenciais ao atual sistema de formação dos profissionais de educação, considerado um dos fatores limitantes da qualidade e eficiência da educação brasileira, e aponta algumas das alternativas para conduzir uma ampla reforma no setor.

Em Pontos de Vista, o Prof. Pedro Demo (IPEA) expõe os princípios geradores, as diretrizes e a experiência de implantação de um novo modelo de formação de educadores para educação infantil e as quatro primeiras séries do ensino fundamental, tentado no Pará em 1989. E o Prof. Mário Osório Marques, refletindo sua longa experiência na UNIJUI, onde certamente melhor se opera a concepção da formação continuada, discute a formação como integração de teoria e prática desde a formação inicial até a orientação de supervisão, à geração e validação de materiais didáticos e à realimentação dos processos formativos por meio da reflexão coletiva de formadores, pesquisadores e professores.

Dois outros trabalham sobre propostas de reformulação dos processos formativos, numa perspectiva mais abrangente de sistema, no caso da Profa. Anna Maria Pessoa de Carvalho (USP) e numa perspectiva mais concreta, a da Universidade do Amazonas, no caso da Profa. Marlene Ribeiro. Completam-nos o levantamento da trajetória dos debates sobre este tema na ANFOPE, pela Vice-Presidente desta associação, a Profa. Iria Brzezinski (UnB).

Face à óbvia situação crítica da formação docente no Brasil, será por certo valiosa esta contribuição para objetivar e aprofundar avanço dos debates e do encaminhamento de soluções.

SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO**EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS: ALTERNATIVAS EM DEBATE**

Embora haja diminuído bastante a taxa de analfabetismo entre jovens e adultos urbanos com menos de 40 anos de idade, persistem os problemas de inserção sócio-cultural e de "empregabilidade" por eles enfrentados. Principalmente pelos seus ainda baixos níveis médios de escolaridade e pela escassa qualidade da instrução a eles proporcionada no passado recente.

Este fenômeno, que vem preocupando também os países mais desenvolvidos, põe-se de forma mais aguda no Brasil; mais de 18 milhões de jovens entre 15 e 29 anos – dentre os que estão mais ativamente constituindo família, participando da vida política e dos mercados de trabalho – podem ser considerados analfabetos funcionais. E conquanto sejam numerosos os movimentos sociais e programas oficiais que buscam atendê-los, os resultados deixam muito a desejar; seja no aspecto de cobertura, seja no de eficácia de sua organização e das estratégias e métodos educacionais com que operam.

Como torná-los aptos a enfrentar a heterogeneidade cultural dessas clientelas, ajustá-los às suas necessidades específicas de aprendizagem, distribuir as responsabilidades por sua condução e mobilizar meios e modos de fazê-los, constituíram temas de discussão do Encontro Latino-americano de Educação de Jovens e Adultos Trabalhadores, sediado em Olinda (PE), de 27 de setembro a 1 de outubro.

Promovido pelo MEC, através da Secretaria de Educação Fundamental e do INEP e com a cooperação do Escritório da UNESCO no Brasil e do Instituto de Educação da UNESCO (Hamburgo), nele atuaram sete especialistas latino-americanos e 20 brasileiros, que discutiram em exposições e painéis os vários ângulos do problema e as alternativas de políticas públicas que o Brasil deverá seguir para enfrentá-los. Os documentos preparados e os pontos principais dos debates e conclusões serão, a seguir, co-editados pelo INEP e Instituto de Educação da UNESCO.

AValiação ESCOLAR – LUIZ CARLOS DE FREITAS (UNICAMP)**A "GUERRA" NOSSA DE CADA DIA**

Um estudo exploratório das práticas de avaliação em sala de aula – INEP/UNICAMP (Convênio 09/91).

O objetivo deste estudo foi fazer uma caracterização inicial das práticas de avaliação no interior de uma sala de aula de 1³ série do 1^o Grau e verificar até que ponto a introdução do vídeo, como recurso para obtenção de dados, alterava ou não o fenômeno estudado, no quadro de referência teórico-metodológica do materialismo histórico-dialético.

O estudo fez emergir cinco categorias de avaliação:

1. punições freqüentes realizadas pelo professor;
2. avaliação freqüente dos valores assumidos pelos alunos;
3. punições freqüentes realizadas pelos próprios alunos;
4. incentivos, proporcionalmente menores, dados pelo professor aos alunos;
5. raros incentivos dados pelos alunos a outros colegas.

A sala de aula é apresentada como um ambiente conflitivo, gerador de resistências por parte dos alunos, onde os processos de avaliação instrucional, disciplinar e de valores jogam papel central. Este conflito assenta-se sobre relações de poder que são sustentadas, na sala de aula, pela avaliação e, na escola em geral, pela organização global do trabalho escolar – o projeto político-pedagógico implícito ou explícito. Dessa forma há uma relação, a ser melhor explorada em estudos futuros, entre a organização do trabalho escolar (projeto da escola) e as formas de avaliação no interior da sala de aula assentadas em relações de poder.

Reutilização de plásticos

Pesquisadores desenvolvem material que une vantagens da madeira e do plástico

Um novo processo, que transforma o lixo-plástico em um material com a resistência da madeira e a flexibilidade do plástico, poderá reduzir os bolsões de lixo, problema enfrentado por todos os países. O método de reciclagem foi desenvolvido pelo Instituto de Macromoléculas da Universidade Federal do Rio de Janeiro, sob a coordenação de Eloisa Mano.

O Imawood, como é chamado o novo produto, pode ser usado em portas, bancos de jardim, mesas de *pic-nic*, tapumes, abrigos de ônibus, moirões para cercas, manjedouras, fôrmas para concreto, divisórias, treliças decorativas, entre outros. O material não é atacado por cupins ou mofo.

Em geral, na reciclagem não se leva em conta o fato de os plásticos terem características diferentes, o que faz com que alguns desses componentes sejam incompatíveis entre si na mistura. Nesse caso, eles não se ligam e o produto final rompe com facilidade. "A reciclagem de plásticos é feita sem metodologia apropriada no Brasil", diz Mano.

A idéia da pesquisadora foi criar um processo simples e barato, possível de ser executado em cidades com mais de 200 mil habitantes. O seu método é aplicado ao lixo-plástico recebido da Comlurb, no Rio de Janeiro, que já vem dividido em plástico-filme (sacos, embalagens) e plástico-duro (canecas, pratos, tampas de frascos).

Depois de separado, o material é lavado, cortado e vai para um tanque com solução aquosa de densidade selecionada. Os fragmentos com densidade menor do que a solução vão para a superfície e são recolhidos por uma rede. Aqueles de densidade maior se depositam no fundo do tanque. Escolhendo adequadamente as densidades, é possível separar os plásticos.

Em outra etapa, observa-se, através de métodos químicos e físicos, se os



Pára-choques de carros recolhidos para serem moídos e transformados em Imawood.

resultados correspondem à realidade, já que a retenção de sujeira ou de ar nas dobras dos plásticos pode mascarar a densidade. A seguir, materiais de mesma densidade são processados em uma extrusora (máquina semelhante à de fazer macarrão), onde ganham o formato grosso, fino, quadrado, redondo, em toras etc.

No processo de fabricação do Imawood, pode-se adicionar carga, como o carbonato de cálcio, para dar maior rigidez ao material. A quantidade de carga varia conforme o grau de rigidez desejado. Para alterar a cor original (cinza-chumbo), os pesquisadores adicionaram corantes de diversas cores.

Para Mano, o Imawood apresenta vantagens em relação à madeira e vice-versa – tudo depende para que finalidade o material será usado. Para confrontar as propriedades desses materiais, o grupo submeteu madeiras a uma bateria de testes geralmente feita para avaliar plásticos. Foram ainda estudados plásticos virgens (sem uso), para servir de referência ao novo produto.

O grupo estuda também a elaboração de um compósito, no qual um arame será usado para garantir maior resistência ao plástico reciclado. Na área automobilística, os pesquisadores estudam a reutilização de pára-choques e outras peças grandes.

Estima-se que sejam produzidos 70 milhões de toneladas de plástico por ano em todo o mundo, material que é usado e depois descartado. Os plásticos ocupam cerca de 17% do volume e 6% do peso do lixo urbano e, em grande parte, não são degradados pelo meio ambiente.

Luisa Massarani

Ciência Hoje/Rio de Janeiro

Morcegos brasilienses

Instituto intensifica estudo das 14 espécies que habitam o Distrito Federal

As queixas dos brasilienses aumentaram e a Gerência de Zoonoses do Instituto de Saúde do Distrito Federal decidiu intensificar o acompanhamento das 14 espécies de morcegos encontradas na cidade. O objetivo é ampliar o conhecimento ainda reduzido sobre esses animais em áreas urbanas e garantir informações seguras à população, já que as três espécies hematófagas de morcego – as que se alimentam de sangue e transmitem raiva – ainda não foram encontradas em cidades.

Mesmo que o risco da transmissão da raiva esteja afastado, o temor dos brasilienses se justifica. Muitas vezes, as janelas dos apartamentos são atingidas por fezes dos morcegos que habitam árvores próximas e não é raro que os animais que vivem nas juntas de dilatação dos prédios acabem dentro de um apartamento. Em uma situação dessas, fica difícil distinguir

se o mamífero invasor é ou não transmissor da doença; afinal, para a população o morcego ainda é 'aquele rato que chupa o sangue das pessoas nos filmes de terror'.

Cerca de 85% das queixas são provocadas por animais que invadem edificações para viver. Parte deles se abriga nos vãos das juntas de prédios residenciais. Dali, eles só saem ao anoitecer em busca de alimento. O insetívoro *Molossus molossus* é o mais encontrado nos prédios, seguido pelo *Glossophaga soricina* e pelos também insetívoros *Peropteryx macrotis* e *Mollossops temminckii*.

A saída é vedar as juntas para que os morcegos procurem outro abrigo. Quanto às árvores, a Gerência de Zoonoses e o Departamento de Parques e Jardins trabalham juntos para planejar o plantio, evitando as espécies de árvores visitadas pelos morcegos e até mesmo substituindo-as.

Para a bióloga Angélica Bredt, chefe

da Equipe de Estudo e Captura de Morcegos, é quase impossível afastar os morcegos urbanos do contato com a população. "Cidades arborizadas como Brasília têm tudo que algumas espécies precisam para viver – árvores que servem de abrigo e fornecem alimento, luzes que atraem os insetos e refúgios nas edificações", diz ela.

Levantamento em 20% das quadras residenciais da cidade mostrou que a metade das 220 espécies de árvores e arbustos encontradas são ou podem ser visitadas pelos morcegos em busca de alimento ou abrigo. O *Artibeus lituratus*, pequeno morcego que se alimenta de frutas, por exemplo, dispõe de 206 mangueiras em só uma das quadras da Asa Sul do Plano Piloto. A mangueira fornece a ele casa e, durante parte do ano, alimento.

Comum nas superquadras da cidade, o jambolão, outra espécie de árvore, também abriga e alimenta o *Artibeus*. O *Playtyrrhinus lineatus* e o *Glossophaga soricina* têm alimentação garantida no resto do ano por árvores como a goiabeira, a nespereira, a amendoeira e o pau-de-balsa.

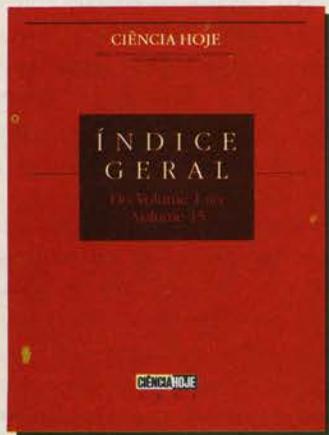
Ao ser obrigado pela urbanização a deixar seu habitat natural, o morcego urbano se livrou de alguns predadores como o gambá, a coruja e a cobra, mas se expôs mais a outros como o homem e o gato. "É preciso esclarecer sobre a importância de preservação do morcego não hematófago, responsável pela polinização e dispersão de vegetais", explica Bredt.



Morcegos da espécie *Artibeus lituratus* em um jambolão, situado em uma quadra residencial da Asa Norte do Plano Piloto de Brasília.

Margareth Marmori
Ciência Hoje/Brasília

11
anos de
Ciência Hoje!



Entrevistas, perfis, resenhas e todos os artigos publicados em Ciência Hoje por mais de 1.500 autores estão agora à sua disposição neste volume de 130 páginas.



Com o Índice Geral, você tem acesso fácil a tudo que Ciência Hoje publicou em 90 edições.

FAÇA HOJE MESMO O SEU PEDIDO À
CIÊNCIA HOJE.
AV. VENCESLAU BRÁS, 71, CASA 27 •
CEP 22290-140 • RIO DE JANEIRO, RJ.
TELEFONE (021) 295 6197.
FAX (021) 541 5342.

Contra a hipertensão?

Descobertas sobre a ação de uma angiotensina podem tornar remédios mais eficazes

Pesquisadores do Laboratório de Hipertensão do Departamento de Fisiologia e Biofísica da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) descobriram que a angiotensina (1-7) tem uma potente ação antidiurética. Esse peptídeo poderá ainda contribuir para aprimorar o tratamento da hipertensão arterial.

Tida até cinco anos atrás como produto inativo do sistema renina-angiotensina – um conjunto articulado de hormônios que participa da regulação da pressão arterial –, a angiotensina (1-7) pode na verdade interferir no efeito dos medicamentos de controle da pressão, na medida em que retém água no organismo. Supõe-se que o desenvolvimento de um antagonista capaz de anular essa ação poderá conduzir a um medicamento ainda mais efetivo para o tratamento da doença.

Resultados de testes feitos em animais indicam que a angiotensina (1-7) atua como um hormônio antidiurético endógeno. “Não se sabe ainda se sua ação é direta ou indireta, mas já é possível afirmar que se trata de um peptídeo extremamente potente”, avalia o fisiologista Robson Augusto dos Santos, coordenador da pesquisa.

A descoberta da angiotensina (1-7) surgiu de experimentos sobre o metabolismo da angiotensina I, desenvolvidos por Santos na Fundação Clínica de Cleveland (EUA), em 1988. A partir desses estudos, demonstrou-se que ela é um dos principais produtos desse metabolismo, abrindo caminho para verificar que tem ainda importantes efeitos cardiovasculares centrais, em áreas críticas para o controle da pressão arterial. Observou-se também que ela está presente em áreas relacionadas ao equilíbrio hidroeletrolítico, responsável pelo balanço de água e sal no organismo.

O grande mérito da pesquisa do fisiologista da UFMG foi demonstrar que a formação da angiotensina (1-7) não depende da enzima conversora, via clássica

de formação de angiotensinas. Atualmente, os medicamentos mais usados no tratamento da hipertensão arterial atuam bloqueando essa enzima. Mas, ao mesmo tempo em que a inibem, provocam aumento acentuado da angiotensina (1-7) no plasma, que por sua ação antidiurética pode reduzir a eficiência dessas drogas. O desafio que se coloca para os pesquisadores agora é encontrar um meio de bloquear a angiotensina, para testar essa hipótese.

Embora reconheça a eficiência das atuais drogas anti-hipertensivas que controlam a enzima conversora, Santos acredita que o desenvolvimento de um medicamento capaz de bloquear o efeito da angiotensina (1-7) abrirá um novo caminho para o tratamento da hipertensão. Ele se mostra otimista em relação à possibilidade de redução das dosagens de medicamentos e dos custos do tratamento, além da minimização de efeitos colaterais.

A hipertensão arterial é hoje um sério problema de saúde pública, atingindo cerca de 20% da população mundial, com alto índice de mortalidade. “A maioria dos hipertensos só fica sabendo que tem a doença no momento em que ela se manifesta de forma crítica”, alerta o fisiologista. Os mais graves efeitos da hipertensão são os acidentes vasculares cerebrais, o infarto do miocárdio, a insuficiência cardíaca e as doenças renais.

Estresse, tabagismo, alcoolismo e obesidade são os principais fatores conhecidos que contribuem para elevar a pressão. A maioria dos hipertensos, porém, tem o que se chama hipertensão essencial, cujas causas são ainda desconhecidas.

O pesquisador da UFMG acredita que a nova frente de pesquisa, criada com as descobertas relacionadas à angiotensina (1-7), poderá contribuir para esclarecer os mecanismos responsáveis pela hipertensão arterial.

Marise Muniz

Ciência Hoje/Belo Horizonte

Prêmio à Fiocruz

A cadeira anti-refluxo, criada por pesquisadores da Fundação Oswaldo Cruz (RJ), recebeu menção honrosa do Prêmio Governador do Estado de São Paulo.

Aliada a uma dieta adequada, a cadeira melhora o quadro do refluxo gastroesofágico (doença que atinge recém-nascidos) em 80% dos casos. A doença faz com que a criança vomite e golfe após quase todas as refeições, podendo provocar paradas respiratórias ou mesmo a morte.

O móvel foi idealizado pelo cirurgião pediátrico Paulo Roberto Boechat, do Instituto Fernandes Figueira (IFF), e pelos designers Elio Grossman, Yasna Catalan e Ney Wallace, da Gerência de Desenvolvimento Industrial.

Milho mais resistente

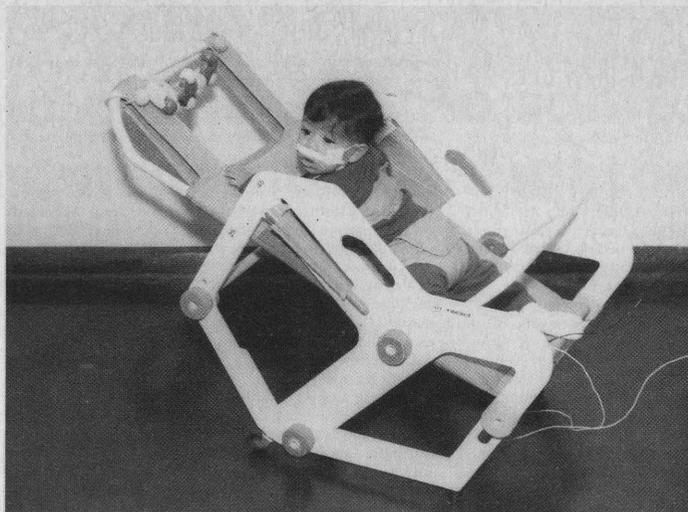
Chega ao mercado uma espécie de milho capaz de se desenvolver em condições ambientais difíceis, como secas, mudanças de clima e solos exauridos, além de ser resistente a doenças e pragas. A variedade foi obtida por Josué Maldonado Ferreira, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (Unesp/Jaboticabal).

Em condições adversas (sem irrigação, nitrogênio e controle de pragas, e com mínima adubação), a nova variedade produziu três toneladas por hectare, enquanto a média de produtividade do milho híbrido brasileiro é de 1,7 tonelada na mesma situação. Em condições ideais (com irrigação e insumos agrícolas), obtiveram-se 10,7 toneladas por hectare contra 8,5 toneladas do milho comercial. A pesquisa valeu a Ferreira o Prêmio Jovem Cientista de 1992.

Cultivares do Brasil

Na década de 80, o Brasil ficou em terceiro lugar no ranking mundial dos cultivares de fruteiras de clima temperado. Só perdeu para os EUA e a Itália. Os resultados foram publicados na revista italiana *L'Informatore Agrario*.

A posição do Brasil foi conquistada pelo lançamento de 48 cultivares de pêssego e nectarina, sendo 33 do Instituto Agrônomo de Campinas (SP) e 15 da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).



Cadeira anti-refluxo, que recebeu menção honrosa do Prêmio Governador do Estado de São Paulo.

Vinagre contra a cólera

O vinagre é mais eficaz que o hipoclorito (água sanitária) no combate ao vibrião da cólera, microrganismo causador dessa doença. O produto ainda apresenta a vantagem de ser barato, de fácil manuseio doméstico e não tóxico.

A comprovação é de Mirtha Eiroa e Ernani Porto, da Seção de Microbiologia do Instituto de Tecnologia de Alimentos, em Campinas (SP). Embora o vinagre de vinho tinto tenha apresentado maior eficácia, os de vinho branco, álcool e maçã também mostraram bons resultados.

Determinação de paternidade no RJ

Os cariocas contam agora com um serviço, a preços reduzidos, de determinação de paternidade pelo método de ADN (ácido desoxirribonucléico). O exame é feito pelo Departamento de Bioquímica Médica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Na UFRJ, o exame sai por cerca de 800 dólares, contra os 1,5 mil dólares cobrados nos laboratórios particulares. Segundo os técnicos, poderá custar menos se a procura for grande. Franklin Runjanek, um dos pesquisadores do projeto, garante 100% de acerto no resultado.

O Departamento de Bioquímica Médica fica na sala 22 (Bloco E) do Centro de Ciências da Saúde, Cidade Universitária. Está aberto de segunda à sexta e o telefone é (021) 260-9895.

Centro de opinião pública

A Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) acaba de ganhar seu Centro de Estudos de Opinião Pública (Cesop). O objetivo principal é dar um caráter científico à área, analisando de forma sistemática o material de institutos de pesquisa.

Além de ter convênios de cooperação com a Universidade de Connecticut e com a Universidade de Michigan, ambas nos EUA, o Cesop reúne acervos de 15 institutos brasileiros.

Novo sistema sismográfico

Em agosto, o Observatório Sismológico da Universidade de Brasília (UnB) incorpora-se a um novo sistema sismográfico, o *Global Telemetered Seismograph Network* (GTSN), considerado o mais moderno da América Latina. O novo sistema, cujos equipamentos e implantação na UnB custaram cerca de um milhão de dólares, dará maior capacidade de obtenção de dados e melhor precisão às informações processadas pelo Observatório.

Além da estação brasileira da UnB, o GTSN prevê a instalação de outras na África, na América do Sul e na Antártida. O principal objetivo da rede é aperfeiçoar a detecção de sismos no hemisfério sul e garantir a produção de dados digitais de alta confiabilidade.

Segundo o diretor do Observatório, Alberto Veloso, o novo sistema irá acabar com as dificuldades de um dos sistemas usados atualmente na UnB, o *South Array System* (SAAS), que não consegue registrar com perfeição os grandes terremotos.

Publicada mensalmente sob a responsabilidade da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência.

Secretaria: Av. Venceslau Brás, 71, fundos, casa 27, Rio de Janeiro, CEP 22290-140. Tel.: (021) 295-4846. Fax: (021) 541-5342.

Editores: Ennio Candotti (Instituto de Física/UFRRJ), Roberto Lent (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Ildeu de Castro Moreira (Instituto de Física/UFRRJ), Luiz Drude de Lacerda (Instituto de Química/UFF), Yonne Leite e Carlos Fausto (Museu Nacional/UFRRJ), Marília Martins da Costa Cruz (secretária). **Editora Convidada:** Maria Lúcia Absy.

Conselho Editorial: Alberto Passos Guimarães Filho (Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas/CNPq), Alzira de Abreu (Centro de Pesquisa e Documentação em História Contemporânea do Brasil/FGV), Ângelo Barbosa Machado (Instituto de Ciências Biológicas/UFMG), Carlos Morel (Fundação Oswaldo Cruz/RJ), Darcy Fontoura de Almeida (Instituto de Biofísica/UFRRJ), José C. Maia (Instituto de Química/USP), Otávio Velho (Museu Nacional/UFRRJ), Reinaldo Guimarães (Instituto de Medicina Social/UERJ), Sonia de Campos Dietrich (Instituto de Botânica/SP).

Diretor: José Monserrat Filho.

Secretaria de Redação: Cilene Vieira (editora associada); Soraya Araujo (secretária); Maria Inez Duque Estrada e Marília Mendes Pessoa (editoras de texto); Cássio Leite Vieira (coord. de jornalismo); Luisa Massarani (repórter); Micheline Nussenzeig (internacional); João Bosco Jardim (editor de projetos especiais).

Edição de Arte: João de Souza Leite (direção de arte); Ana Claudia Ribeiro, Christiane Abbade e Claudia Fleury (programação visual); Carlos Henrique V. dos Santos e Luiz Baltar (desenho e arte-final).

Administração: Adalgisa M.S. Bahri (gerente), Neuza Luiza de S. Soares, Arino de Souza Dias, Pedro Paulo de Souza, Ailton Borges da Silva, Marly Onorato, Luciene de Santos Azevedo, Márcio de Souza.

Assinatura, Circulação e Expedição: Sandra M.L. Vaz de Oliveira (gerente), Maria Lúcia da G. Pereira, Francisco Rodrigues Neto, Guilherme Frederico da Silva, Moisés V. dos Santos, Delson Freitas, Daniel V. dos Santos, Jorge Noé Lopes Carmo, Márcia Cristina Gonçalves da Silva, Manoel Antonio G. Aguiar; tel.: (021) 295-6198.

Departamento Comercial: Álvaro Roberto S. Moraes (diretor); Irani F. Araújo (secretária).

Colaboraram neste número: Elisa Sankuevitz (revisão); Luiz Fernando P. Dias (analista de sistema); Ricardo Menandro (edição de texto).

Conselho Científico: Antônio Barros de Castro (Faculdade de Economia e Administração/UFRRJ), Antônio Barros de Ulhoa Cintra (Hospital das Clínicas/USP), Carlos Chagas Filho (Instituto de Biofísica/UFRRJ), Carolina Bori (Instituto de Psicologia/USP), Crodovaldo Pavan (Instituto de Biologia/Unicamp), Dalmó Dallari (Faculdade de Direito/USP), Elisaldo Carlini (Departamento de Psicobiologia/EMP), Fernando Gallembek (Instituto de Química/Unicamp), Francisco Weffort (Faculdade de Filosofia/USP), Gilberto Velho (Museu Nacional/UFRRJ), Herbert Schubart (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), Herman Lent (Departamento de Biologia/Universidade Santa Úrsula), João Steiner (Instituto de Pesquisas Espaciais), José Antônio Freitas Pacheco (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), José Goldenberg (Instituto de Física/USP), José Reis (SBPC), José Ribeiro do Valle (Departamento de Farmacologia/EPM), José Seixas Lourenço (Instituto de Geociências/UFPA), Luis de Castro Martins (Laboratório Nacional de Computação Científica/CNPq), Miguel Covian (Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP), H. Moyses Nussenzeig (Departamento de Física/PUC-RJ), Newton Freire-Maia (Departamento de Genética/UFRRJ), Oscar Sala (Instituto de Física/USP), Oswaldo Porchat Pereira (Dep. de Filosofia/USP), Otávio Elísio Alves de Brito (Instituto de Geociências/UFMG), Ricardo Ferreira (Departamento de Química Fundamental/UFPE), Sylvio Ferraz Mello (Instituto Astronômico e Geofísico/USP), Telmo Silva Araújo (Departamento de Engenharia Elétrica/UFPPB), Warwick E. Kerr (Univ. Fed. de Uberlândia/MG).

Sucursal Belo Horizonte: Ângelo B. Machado, Roberto Barros de Carvalho, Marise de Souza Muniz - Depto. de Zoologia, Instituto de Ciências Biológicas/UFMG, C. Postal 2486, CEP 31270-901, Belo Horizonte, MG, tel.: (031) 443-5346.

Sucursal Brasília: Margareth Marmorí - Edifício Multi-uso I, Bloco C, térreo, sala CT65, Campus Universitário, UnB, C. Postal 04323, CEP 70910-900, Brasília, DF, tel. e fax (061) 273-4780.

Sucursal Recife: Luiz Antonio Marcuschi, Angela Weber - Av. Luís Freire s/nº, CCN, Área I, Cidade Universitária, CEP 50740-540, Recife, PE, tel.: (081) 271-2211, r. 2468/2469.

Sucursal São Paulo: José Carlos C. Maia, Jesus de Paula Assis, Afonso Bains, Marcelo Christoff, Maria Cristina Avelar, Paulo Cesar Nogueira, Soraya Smaili, Gláucio C. Lobão - Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, tel.: 813-3222, ramal 4.192.

Correspondentes: Porto Alegre: Ludwig Backup - Dep. de Zoologia, UFRGS, Av. Paulo Gama, 40, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 228-1633, r. 3108. **Curitiba:** Glaci Zancan - Dep. de Bioquímica, Universidade Federal do Paraná, Campus Universitário Jardim das Américas, CEP 81530-900, Curitiba, PR, tel.: (041) 266-3633 ramal 184. **Maceió:** Marize Primola Pedrosa - Departamento de Biologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Alagoas, Praça Afrânio Jorge, s/n, CEP 57072-970, Maceió, AL, tel.: (082) 223-5613 ramal 082. **Campina Grande:** Mário de Souza Araújo Filho - Dep. de Engenharia Elétrica, Universidade Federal da Paraíba, Rua Nilda de Queiróz Neves, 130, CEP 58108-670, Campina Grande, PB, tel.: (083) 321-0005.

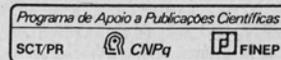
Correspondente em Buenos Aires: Revista *Ciencia Hoy*, Corrientes 2835, Cuerpo A, 5º A, 1193, Capital Federal, tels.: (00541) 961-1824, 962-1330.

Assinaturas para o exterior (11 números): US\$ 100 (via aérea).

Editoração eletrônica: Ana Claudia Ribeiro (coordenação). **Fotolito:** Rainer Rio (*imagesetter*) e Pamgraph. **Impressão:** Bloch Editores S.A. **Distribuição em bancas:** Fernando Chinaglia Distribuidora S.A., Rio de Janeiro (exclusiva em todo o território nacional). **ISSN-0101-8515.**

Colaboração: Para a publicação desta edição, *Clíencta Hoje* contou com o apoio do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), Laboratório Nacional de Computação Científica (LNCC), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Publicidade: Rio de Janeiro: Álvaro Roberto S. Moraes, tel.: (021) 295-4846, 295-6198, fax (021) 541-5342. **Brasília:** Deusa Ribeiro, tel.: (061) 577-3494, fax: (061) 273-4780.



A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência foi fundada em São Paulo, em 1948. É uma entidade civil sem fins lucrativos nem cor política e religiosa, voltada para a produção do desenvolvimento científico e tecnológico no país. Desde sua fundação organiza e promove reuniões anuais, com a participação de cerca de 70 sociedades e associações científicas das diversas áreas do conhecimento, onde professores e estudantes discutem seus programas de pesquisa. Temas e problemas nacionais e regionais são debatidos com participação franqueada ao público em geral. Através de suas secretarias regionais promove simpósios, encontros e iniciativas de difusão científica ao longo de todo o ano. Mantém ainda quatro projetos nacionais de publicação: a revista *Ciência e Cultura* (1948-) e a revista *Clíencta Hoje* (1982-), que se destinam a públicos diferenciados, o *Jornal da Ciência Hoje* (1986-) e a revista *Clíencta Hoje das Crianças* (1990-).

Podem associar-se à SBPC cientistas e não-cientistas que manifestem interesse pela ciência; basta ser apresentado por um sócio ou secretário-regional e preencher o formulário apropriado. A filiação efetiva-se após a aprovação da diretoria, e dá direito a receber o *Jornal da Ciência Hoje* e a obter um preço especial para as assinaturas das revistas.

Sede nacional: Rua Maria Antônia, 294, 4º andar, CEP 01222-010, São Paulo, SP, tel. e fax: (011) 36-1002 ou (021) 541-5342.

Regionais: **AC** - Depto. de Ecologia, UFAC, C. Postal 128, CEP 69900-000, Rio Branco, AC, tel.: (068) 226-1422, r. 134, fax: (068) 226-3017 (Reginaldo Fernando de Castela); **AL** - Centro de Ciências Biológicas/UFAL, Praça Agrário Jorge, s/nº, Prado, CEP 57010-000, Maceió, AL, tel.: (082) 223-5613 (Winston Menezes Leahy); **AM** - Depto. de Ciências da Saúde/INPA, C. Postal 478, CEP 69011-000, Manaus, AM, tel.: (092) 642-3377, r. 178/642, fax: (092) 642-3440 (Wanderli

Pedro Taddei); **BA** - Instituto de Física/UFBA, Rua Caetano Moura, 123, Federação, CEP 40210-350, Salvador, BA, tels.: (071) 247-2033/247-2343/247-2483 (Alberto Brum Novaes); **CE** - Depto. de Ciências Sociais e Filosofia/UFCE, Av. da Universidade, 2762, Benfica, CEP 60020-180, Fortaleza, CE, tel.: (085) 243-2747, fax: (085) 243-2514 (Maria Sulamita de Almeida Vieira); **DF** - Depto. de Sociologia, Instituto de Ciências Humanas/UnB, Campus Universitário, CEP 70910-900, Brasília, DF, tel.: (061) 348-2788/348-2389 (Ana Maria Fernandes); **GO** - Departamento de Física/UFGO, C. Postal 131, CEP 74580-000, Goiânia, GO, tel.: (062) 205-1000, r. 168 (Fernando Pellegrini); **MA** - Depto. de Biologia/UFMA, Largo dos Amores, 21, CEP 65020-000, São Luís, MA, tel.: (098) 232-3360 (Muriel Sérgio Drummond); **MS** - Depto. de Biologia, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde/Fundação UFMS, Campus Universitário, CEP 79069-900, Campo Grande, MS, tel.: (067) 751-1746 (Antonio Carlos Marini); **PA** - Depto. de Geofísica, Centro de Geociências/UFPA, C. Postal 1611, CEP 66001-000, Belém, PA, tels.: (091) 229-5438 ou 229-1811, r. 26, fax (091) 229-9677 (Jacira Felipe Beltrão); **PB** - Dep. de Eng. Elétrica, Centro de Ciências e Tecnologia/UFPB, Rua Aprígio Veloso, 882, Bodocongo, CEP 58109-000, Campina Grande, PB, tel.: (083) 333-1000 (Mário de Souza Araújo Filho); **PE** - Depto. de Física/UFPE, Av. Prof. Luiz Freire, s/nº, Cidade Universitária, CEP 50740-540, Recife, PE, tel.: (081) 271-8450, fax: (081) 271-0359; **PI** - Depto. de Física do CCN/UFPI, Campus Universitário do Ininga, CEP 64000-000, Teresina, PI, tel.: (086) 222-1211, r. 283 (Paulo Rômulo de Oliveira Frota); **PR** - Depto. de Métodos e Técnicas da Educação/UFPR, Rua General Carneiro, 460, sala 504, CEP 80060-150, Curitiba, PR, tel.: (041) 264-2511, r. 278 (Araci Astinelli da Luz); **Londrina** (seccional) - Depto. de Biologia Geral/UE de Londrina, C. Postal 6001, CEP 86051-000, Londrina, PR, tel.: (0432) 21-2000, r. 417/527 (Ilece Mara de Syllos Colus); **Maringá** (seccional) - Depto. de Biologia Celular e Genética/UE de Maringá, Av. Colombo, 3690, CEP 87020-900, Maringá, PR, tels.: (0442) 26-2727, fax: (0442) 22-2754 (Paulo Cezar de Freitas Mathias); **RJ** - Instituto de

Medicina Social/UERJ, Maracanã, CEP 20559-900, tels.: (021) 284-8249 ou 284-8322, r. 2303 (Reinaldo Felipe Nery Guimarães); **RN** - Depto. de Arquitetura/UFRN, C. Postal 1699-000, CEP 59072, Natal, RN, tel.: (084) 231-0664, fax: (084) 231-1699 (Ari Antonio da Rocha); **RO** - Depto. de Ciências Biomédicas/UFRO, CEP 78998-000, Porto Velho, RO, tel.: (069) 221-5622, fax: (069) 224-3093 (Elizabeth Antonia L. de M. Martinez); **RS** - Depto. de Zoologia/UFRS, Av. Paulo Gama, 40, CEP 90046-900, Porto Alegre, RS, tel.: (051) 228-1633, r. 3108 (Ludwig Backup); **Pelotas** (seccional) - Depto. de Matemática/UFPEL, Campus Universitário, CEP 96010-900, Pelotas, RS, tel.: (0532) 25-3455 (Lino de Jesus Soares); **Rio Grande** (seccional) - Depto. de Oceanografia/Fundação Universidade do Rio Grande, C. Postal 74, CEP 96200-000, Rio Grande, RS, tel.: (0532) 32-3300 (Norton Mattos Gianuca); **Santa Maria** (seccional) - Depto. de Física/UFSM, Campus Universitário, CEP 97119-900, Santa Maria, RS, tel.: (055) 226-1616, r. 213 (Cláudio de Oliveira Graça); **SC** - Coordenadoria Especial de Farmacologia, CCB/UFSC, Rua Dr. Ferreira Lima, 26, Centro, CEP 88015-420, Florianópolis, SC, tels.: (0482) 33-9491, fax (0482) 22-4164 (Therézinha Christina M. de Lima Nogueira); **SE** - CCET/UFSE, Campus Universitário, CEP 49000-000, Aracaju, SE, tel.: (079) 224-1331 (José Daltro Filho); **SP** (subárea I) - Depto. de História, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas/USP, C. Postal 8105, CEP 05508-000, São Paulo, SP, tels.: (011) 210-2217/210-2314 (Zilda Márcia Gricoli Iokoi); **SP** (subárea II) - Depto. de Genética/ESALQ, C. Postal 83, CEP 13400-000, Piracicaba, SP, tels.: (0194) 33-0011, r. 4125, fax: (0194) 22-5925 (Maria Lúcia Carneiro Vieira); **SP** (subárea II, seccional Botucatu) - Depto. de Educação/Unesp, Campus Universitário, CEP 18610-000, Botucatu, SP, tel.: (0149) 22-0555, r. 2232 (Alfredo Pereira Junior); **SP** (subárea III) - DCCV, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/Unesp, Rodovia Carlos Tonani, s/nº, km 5, CEP 14870-000, Jaboticabal, SP, tel.: (0163) 22-4000 (Áureo Evangelista Santana).

O CAMINHO PARA O DESENVOLVIMENTO ESTÁ EM SUAS MÃOS

A informação é um fator indispensável para o desenvolvimento dos pequenos negócios, seu crescimento e valorização.

É por esta razão que, em seus programas, o Sebrae sempre privilegiou o acesso à informação, como é o caso do Balcão Sebrae e da Rede Internacional de Serviços de Apoio à Média e Pequena Empresa. Um trabalho que está sendo ampliado, agora, na VI BIENAL INTERNACIONAL DO LIVRO DO RIO DE JANEIRO, com o lançamento do Programa EDIÇÃO SEBRAE e do Prêmio EDITORIAL SEBRAE "QUEM É MICRO E PEQUENA EMPRESA NO BRASIL".

O objetivo do Prêmio EDITORIAL SEBRAE é induzir, despertar e mobilizar o interesse do público técnico, empresarial, acadêmico e jornalístico para temas relacionados aos pequenos negócios.

Possibilitando a geração de trabalhos que possam trazer uma contribuição à informação, ao entendimento e à compreensão do mundo da Pequena Empresa, tanto nos aspectos técnicos e institucionais que envolvem sua atuação, quanto na experiência dos empreendedores.

Trabalhos que serão editados pelo Programa EDIÇÃO SEBRAE.

Coloque o seu talento a serviço do mais relevante setor da economia nacional.



**Quem é Micro
e Pequena Empresa
no Brasil**

Participe do Prêmio Editorial Sebrae "Quem é Micro e Pequena Empresa no Brasil".
Retire o regulamento, com todas as informações, no Sebrae do seu Estado.

SEBRAE

O Serviço de Apoio à Pequena Empresa

TECNOLOGIA



ESTE SUPLEMENTO É PARTE INTEGRANTE DE CIÊNCIAHOJE NÚMERO 93, VOLUME 16, NÃO PODE SER VENDIDO SEPARADAMENTE.

CIÊNCIAHOJE

Imagens novíssimas do corpo

SATÉLITE: NEGÓCIO DA CHINA E DO BRASIL

Índice

Lixo ve(ne)noso 3
Washington Novaes

Reciclagem total de resíduos já existe no Brasil 6
Haroldo Fernandes

Empresa brasileira pilota carros da Ford 9
Marise Muniz

As mais novas imagens do corpo 11
*Alberto Tannús, Édson L. G. Vidoto, Mateus J. Martins e
Horácio Panepucci*

Brasil e China em órbita tecnológica 15
José Monserrat Filho

O boom das incubadoras 18
Entrevista com Maurício Guedes Pereira

Pequenos e notáveis 20
*Carlos Alberto N. S. Menezes, Joel Regueira Teodósio e
Paulo Emílio Valadão de Miranda*

Uma faca de dois gumes 23
Ennio Candotti

Edição: João Bosco Jardim

Na página anterior, ampliação fotográfica do piloto automático fabricado pela Sid Microeletrônica para os carros da Ford (reportagem à página 9). Foto cedida por Wilson Leal.



Lixo venoso

Washington Novaes

Colaborador de *Ciência Hoje*

Difícilmente alguém terá sintetizado com mais lucidez a questão do lixo, hoje, no mundo do que o empresário japonês Masafumi Onishi, presidente da Osaka Gas: "Eu penso — escreveu ele — que devíamos cuidar de construir o que chamo de *sistema venoso global*. Até aqui, nós nos empenhamos na produção em massa e no consumo de massa, e as nossas atividades assemelharam-se às das artérias no corpo humano. Agora eu proponho a criação de um sistema planetário de processamento e reciclagem do lixo que desempenharia o papel das veias no corpo humano. Isto é necessário para afastar a idéia de que crescimento e conservação são forças que se opõem. Precisamos começar a pensar em termos de desenvolvimento sustentável. Acrescentando uma rede de veias, conseguiríamos contrabalançar o sistema arterial e completar o ciclo."

De fato, a produção em massa e o consumo de massa geraram um formidável problema. Não há estatísticas muito confiáveis sobre a produção de lixo no mundo. A ONU fala em 720 milhões de toneladas; há quem fale em mais de 2 bilhões de toneladas — e, mesmo assim, só a parte que é coletada. Seja qual for, o número é assustador. Principalmente porque o custo desse problema se expressa em cifras a cada dia mais inacreditáveis.

Nos Estados Unidos e na Europa, o custo médio de manuseio do lixo está entre 80 e 100 dólares por tonelada, o que daria, para 720 milhões de toneladas, algo em torno de US\$ 70 bilhões por ano (é certo que já se reciclam entre 20% e 25% dos materiais, mas a coleta seletiva nem sempre reduz custos).

A França, com 60 milhões de toneladas anuais (das quais 40% são recicladas), anuncia que precisaria investir cerca de US\$ 50 bilhões por ano se desejasse reciclar todo o lixo que acumula. Enquanto não pode, criou uma taxa de US\$ 4 por tonelada para o lixo

doméstico e industrial e passou a obrigar os fabricantes a receber de volta as embalagens (um terço do lixo). Mesmo assim, a coleta e a reciclagem custam US\$ 3,25 bilhões por ano, um alto negócio que tende a se concentrar progressivamente e já tem 75% do mercado dominado por quatro empresas.

No Japão, onde a falta de espaço para aterros obriga a incineração de quase tudo, o custo anual do problema do lixo está em torno de US\$ 40 bilhões. A Yazuka, réplica japonesa da Máfia, assume controle crescente sobre os negócios: só ela consegue fazer caminhar na área administrativa os principais projetos. Teme-se até que venha a dominar a programada construção de 10 novas usinas de incineração, que exigirão investimentos de US\$ 5,5 bilhões para processar 5 milhões de toneladas por ano (com uma demanda adicional projetada de US\$ 3,82 milhões).

A Alemanha, se quiser reutilizar 180 mil locais onde até agora se depositou lixo de forma inadequada, terá de investir US\$ 60 bilhões. Para reduzir a dimensão do problema, desde 1991 está em vigor uma legislação que obriga os produtores de embalagens a receber de volta todas as que forem reaproveitáveis, renováveis ou biodegradáveis.

Os norte-americanos também enfrentam problemas com aterros em mais de seis mil lugares porque reciclam apenas 11% do lixo total, apesar de 13 Estados, inclusive Washington, já obrigarem a reciclagem (mesmo assim, os Estados Unidos só reciclam 25% do alumínio, 22% do papel e 8,5% do vidro — ao todo, 160 milhões de toneladas por ano).

No Brasil, o panorama é constrangedor. Diz o IBGE que em 90% dos 4.425 municípios o lixo continua a ser despejado a céu aberto, em vazadouros. Segundo a Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Cetesb), de São Paulo, mesmo no Estado mais desenvolvido do país só oito (pouco mais de 2%)

dos 477 municípios paulistas possuem aterros sanitários adequados. Em toda a América Latina, só 30% das 250 mil toneladas diárias de lixo são dispostas adequadamente, diz a Organização Pan-Americana de Saúde.

Na reciclagem, não estamos melhor. Só 1% do nosso lixo é reciclado – o que não espanta, pois segundo o IBGE apenas 73% do lixo doméstico são coletados; desse lixo coletado, 86% são despejados em aterros inadequados e 1,8% em manguezais; menos de 10% do lixo têm destinação final apropriada.

Segundo a prefeitura do município de São Paulo, o custo da coleta seletiva está hoje em US\$ 417 por tonelada. Mesmo subtraindo o valor dos materiais recicláveis, fica ainda 10 vezes mais cara a coleta seletiva do que a tradicional.

E ainda não é tudo. Estamos às voltas, no planeta, com a questão do lixo tóxico (e de sua exportação para o Terceiro Mundo, o chamado “colonialismo da imundície”), com a complicada destinação final das embalagens de agrotóxicos, com o lixo dito hospitalar e com a terrível – e até agora insolúvel – questão do lixo radiativo. Sem falar no lixo do espaço sideral, que começa a preocupar a ciência.

Como enfrentar todas essas questões?

Processamento do lixo

Há quem defenda que a única solução para o lixo esteja na incineração. Mas a tese tem muitos adversários, bem municiados de argumentos. O primeiro é que a incineração libera dioxina (o pior dos venenos), furano e outras substâncias tóxicas na atmosfera. O segundo está na alta concentração de metais pesados, sem destinação final adequada, que resulta da incineração. Um terceiro argumento é o altíssimo custo da incineração, se feita de forma adequada, a temperaturas muito elevadas.

Se é assim, a solução estaria em processos institucionais e tecnológicos que permitissem a redução do volume de lixo, a reciclagem de materiais e a destinação final adequada.

Esse é um terreno em que a Comunidade Européia pulou à frente das demais regiões. Já em setembro do ano passado, os países comunitários aprovaram uma resolução que torna obrigatória a reciclagem, em 10 anos, de pelo menos 60% do lixo total; 30% poderão ser incinerados ou compostados e apenas 10% destinados a aterros.

Vários países europeus já têm legislação a respeito, principalmente na área de embalagens, de onde vem

“Em 1992, a sucata de alumínio foi o melhor investimento do ano, melhor que poupança, dólar, ouro e fundos de investimento.”

uma porcentagem cada vez maior do lixo. A Alemanha, por exemplo, que produz 100 milhões de toneladas de resíduos sólidos por ano, e só incinera 9 milhões, desde 1991 tem em vigor uma legislação que obriga à reciclagem progressiva de materiais. Também os fabricantes de embalagens são obrigados a recebê-las de volta; e os consumidores, se quiserem, podem desfazer-se da embalagem no próprio posto de venda. Este é um processo que poderá ter conseqüências profundas nas áreas comercial e industrial e que gera preocupações em países exportadores, como o Brasil, principalmente porque a ten-

dência é de obrigar o fabricante de qualquer produto a receber de volta a sucata correspondente – e o custo da devolução poderá inviabilizar a exportação.

A nova legislação começa a influir poderosamente também na formação de preços. Na Europa, os fabricantes de papel reduziram seus preços em até 15%, em conseqüência da queda havida no custo da matéria-prima (sucata de papel).

No Brasil, coleta seletiva é assunto que mal engatinha ainda. O tema começou a popularizar-se com a intensa divulgação das experiências-piloto de Curitiba (PR), a partir de 1989, quando 40 vilas, reunindo cerca de 20 mil famílias, passaram a separar 120 toneladas de lixo por dia e a receber compensações pelos materiais reciclados. Em 1991, alguns supermercados de periferia passaram a trocar cinco quilos de papéis, plásticos, latas ou 10 garrafas de vidro por um quilo de cenouras e um repolho.

Talvez o programa mais consistente de reciclagem tenha sido feito em Vitória (ES), onde se implantou uma usina que recicla cerca de 30% das 240 toneladas diárias de lixo daquela capital, com mão-de-obra fornecida pelo sindicato dos catadores de sucata que foi formado. A sucata de papel entregue à indústria de reciclagem resulta em papel para cadernos destinados às escolas da rede pública.

A cidade de São Paulo também começou a implantar a coleta seletiva, na gestão da ex-prefeita Luiza Erundina. Agora, na gestão de Paulo Maluf, a coleta está sendo desativada. O motivo anunciado é o custo de US\$ 417 por tonelada, contra US\$ 30 da coleta normal (embora se deva descontar a renda de aproximadamente US\$ 50 por tonelada obtida dos materiais recicláveis separados na coleta seletiva).

O programa de coleta seletiva da capital paulista abrangeu 69 mil residências em 21 bairros. O lixo coletado representou uma parte bem pequena das 12 mil toneladas diárias produzidas na cidade, que deter-

minam um gasto anual da ordem de US\$ 180 milhões (a taxa de lixo cobrada pela cidade rende apenas US\$ 80 milhões). Segundo a atual administração, para estender a coleta seletiva a todo o lixo a prefeitura teria de arcar com um custo da ordem de US\$ 1,5 bilhão por ano. Hoje, 87% das 12 mil toneladas diárias vão para aterros e vazadouros, 10% são compostados, 3% incinerados e apenas 1% é reciclado.

De qualquer forma, os processos de reciclagem no Brasil estão avançando em várias áreas – papel, alumínio e aço, plásticos, vidro, entulho e resíduos industriais. Vejamos:

- O país já recicla cerca de um terço do papel que vai ao lixo. Pode parecer pouco, mas em termos percentuais é mais do que reciclam os Estados Unidos (24,4%). É muito menos, porém, do que reciclam a Holanda (68,9%), Dinamarca (65,7%), Espanha (62,4%), Inglaterra (59,8%), Japão (49,8%), França (48,2%) e Alemanha (47,5%).
- A maioria dos países da Comunidade Européia já recicla mais de 50% do vidro que vai ao lixo. No Brasil, estamos reciclando um terço das 800 mil toneladas de vidro destinadas a embalagens (garrafas etc.). Só a

Vidraria Santa Marina trabalha com 350 toneladas diárias. O cálculo dos especialistas é que o avanço da reciclagem poderá reduzir em 20% o total de lixo inorgânico sem destinação e em 2,5% o lixo total. Mas nem todos os tipos de vidro podem ser reciclados e, dos que podem, alguns (os vidros temperados, por exemplo) não são econômicos. A produção brasileira de vidro está na casa de 2,56 milhões de toneladas por ano, das quais 53,5% (1,36 milhão de toneladas) são destinadas a embalagens. Já está em execução, em 18 cidades brasileiras, um programa de reciclagem coordenado pela Associação Técnica das Indústrias Automáticas de Vidro. A reciclagem leva à redução de custos, com a menor utilização de matérias-primas caras como a sílica, o carbonato de sódio e o calcário. O problema pode ser o custo do transporte da sucata, dependendo da distância.

- Uma das grandes esperanças, hoje, está na área dos plásticos, que constituem cerca de 7% do lixo produzido no mundo. Na Europa, cada habitante produz cerca de 38 quilos de lixo plástico por ano; nos Estados Unidos, 70 quilos; em São Paulo, 10 quilos. A produção brasileira de plásticos sintéticos é da ordem de 2,2 milhões de toneladas anuais, das quais uns 40% destinam-se à indústria de embalagens. Em Barueri (SP) funciona a primeira indústria de reciclagem de plásticos do país, a Reciplast, com capacidade para 10 toneladas diárias. Ela produz o syntal, uma massa homogênea de plásticos reciclados que substitui a madeira em vários tipos de aplicação.

- Esperança maior, entretanto, está na produção de plásticos biodegradáveis. Os italianos (grupo Ferruzzi) e os ingleses (grupo ICI) disputam a primazia nessa área. Os italianos anunciam um produto à base de amido de milho que se dissolve no solo; os ingleses, um plástico biodegradável obtido a partir do açúcar, de nome Biopol, do qual produzem 300 toneladas anuais (esperam produzir cinco mil toneladas até 1995); segundo os fabricantes, as bactérias transformam o açúcar do milho ou da beterraba em polímero que, depositado em aterros, desaparece em dois anos; mas o seu custo é quase 20 vezes maior do que o do plástico comum. Os Estados Unidos também já produzem plástico biodegradável. No Brasil, o primeiro produto desse tipo foi lançado pela Cromex. Mas o Instituto Nacional de Tecnologia está trabalhando num tipo que mistura resinas sintéticas com amido de milho e mandioca, de modo a obter um produto que se degrada no meio ambiente pela ação de fungos e bactérias.

- Até aqui, a área que obteve mais êxito na reciclagem é a de latas de alumínio, dado o alto valor da sucata. Os Estados Unidos já reciclam cerca de 60% das latas, pagando quase US\$ 1 bilhão por ano aos coletores. Em 1990, foram recicladas 54,9 bilhões de latas (875 mil toneladas). O avanço nessa área advém da constatação

O lixo que vira receita

Alguns exemplos de reciclagem de resíduos industriais no Brasil:

- A Riocell recicla 99,7% (cerca de 15 mil toneladas mensais) dos resíduos sólidos do seu processo produtivo (ver "Reciclagem total de resíduos já existe no Brasil").
- A Cia. Melhoramentos, produtora de papel, está utilizando a carga orgânica de seus efluentes como fonte de energia: queima em suas caldeiras, diariamente, 1,2 tonelada do lodo retirado de sua estação de tratamento de água. Com isto, economiza US\$ 60 mil por mês.
- A Alcan está reaproveitando cerca de 60 toneladas anuais da soda cáustica usada para remover o alumínio que adere às ferramentas na extrusão. Essa soda, antes despejada em aterros, agora vai para as minas de bauxita, onde é utilizada no processo intermediário de produção do alumínio.
- Técnicos do Pólo de Xistocímica da Universidade Federal do Rio de Janeiro estão reaproveitando as cinzas geradas pela usina termelétrica Jorge Lacerda, em Santa Catarina, para fabricar plásticos e cerâmicas baratos e de alta resistência a impactos.
- A Zivi de Porto Alegre, segunda maior cutelaria do país, separa cerca de oito toneladas mensais de plásticos, estopas e papelões em suas fábricas. Com isto, economiza no transporte e ganha na venda de sucata.
- A Cia. Brasileira de Antibióticos (Cibram) está testando o micélio, um resíduo da produção de antibióticos, para adubar solos e combater pragas em laranjais degradados.
- A Acesita e a Universidade Federal de Minas Gerais trabalham num projeto para fracionar o alcatrão e o ácido pirolenhoso da fumaça desprendida na carbonização da madeira para gerar carvão siderúrgico.
- A Cia. Paulista de Fertilizantes (Copas) está construindo uma estação de tratamento de efluentes em que aproveitará os produtos poluentes desprendidos nos processos de granulação e secagem de fertilizantes.

de que produzir alumínio a partir de material reciclado permite economizar até 95% da energia necessária para fazer alumínio "novo". No Brasil se produzem 64 milhões de latas por mês (o monopólio é da Latasa, que pretende triplicar neste ano o volume reciclado e chegar a 1995 com mais de 50% das latas recicladas).

A valorização dessa sucata tem sido de tal ordem que, em 1992, com 1.328,6% de alta, contra a inflação de 1.174%, a sucata de alumínio foi o melhor investimento do ano, melhor do que poupança, dólar, ouro e fundos de investimento. Mesmo com toda a valorização, ainda faltou sucata no mercado e o Brasil teve que importar.

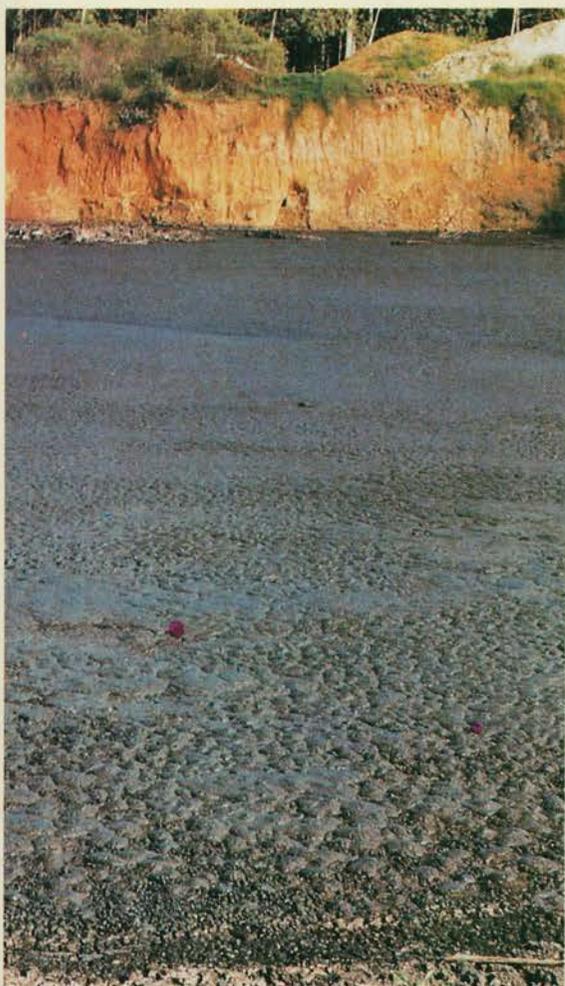
• Um dos setores que menos avançaram – pelos investimentos que exige – é o da reciclagem de entulhos de construção. As estatísticas (precárias) indicam perdas de materiais, na construção, entre 10% e 50% do total. Mencionam-se perdas de 5% no concreto, 10% nos azulejos, 10% na cerâmica, 15% na cal. Da mesma forma, fala-se num encarecimento das obras em torno de 10%. As usinas móveis de reciclagem exigem investimento mínimo de US\$ 500 mil e

uma legislação que obrigue os geradores de entulhos a depositá-los apenas nos locais permitidos. São Paulo inaugurou, em 1991, uma usina para 25 mil toneladas mensais, mas que conseguiu processar apenas seis mil, por falta de mais estações de transbordo de materiais.

Resíduos industriais e lixo tóxico

Pressionados por uma legislação cada vez mais restritiva – que os impede de despejar resíduos em corpos d'água ou a céu aberto – os empresários caminham rápida e progressivamente para o controle e reciclagem dos resíduos industriais. Começam mesmo a descobrir que os processos de reaproveitamento podem transformar esses resíduos em fontes de receita, em lugar de despesa (ver "O lixo que vira receita"). Isto tem propiciado a criação de bolsas de resíduos – sistemas de informação (geralmente um boletim) que põem em contato produtores e consumidores de resíduos. Desta forma, o que é rejeito para um pode se transformar em matéria-prima para outro.

O capítulo mais problemático da questão do lixo é,



Lodo do tratamento de efluentes sendo compostado anaerobicamente.

Reciclagem total de resíduos já existe no Brasil

Haroldo Fernandes

Riocell S.A.

A Riocell, empresa gaúcha que produz e exporta celulose branqueada de eucalipto, conseguiu, em parceria com a Vida Produtos Biológicos, do agrônomo José Lutzemberger, reciclar praticamente todos os resíduos sólidos gerados durante o processo produtivo. São cerca de 15 mil toneladas mensais, formadas por 10 tipos de resíduos sólidos diferentes, em parte reaproveitadas pela própria empresa, em parte vendidas a terceiros.

Esse volume e diversidade só foram alcançados após um intenso trabalho experimental ter assegurado que a reciclagem não causaria danos ao meio ambiente. Hoje, numa área de apenas 25 hectares, a Riocell processa a cinza resultante da queima do carvão usado na caldeira de força, as cascas de eucalipto que sobram da lavagem da madeira utilizada como matéria-prima, a serragem, os rejeitos do digestor, o lixo das residências de funcionários e dos escritórios e a lama de cal oriunda do processo de caustificação, além

de sucatas diversas.

Após um lento processo, esses materiais transformam-se em insumos para outros processos produtivos. A cinza é vendida como matéria-prima para fábricas de cimento; as cascas e o lixo viram adubo orgânico; a serragem, utilizada na geração de energia, também se transforma em cobertura do solo e "cama" de aviários; a sucata, depois de separada e classificada, é comercializada para recicladores de plásticos e de metais (ver tabela).

Porém, o principal trabalho, inovador mesmo em relação a países desenvolvidos, é a reciclagem do lodo gerado nos três estágios da Estação de Tratamento de Efluentes da Riocell. Na Central de Reciclagem, esse lodo (4.900 toneladas/mês), depositado em grandes buracos, passa pelas fases de compostagem anaeróbica, compostagem aeróbica e secagem ao ar livre. Essas operações duram cerca de dois anos. Depois de seco e peneirado, o

sem dúvida, o do lixo tóxico, que o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente estima estar sendo produzido à razão de 300 milhões, talvez 400 milhões de toneladas por ano. O lixo nuclear – mais de 100 mil toneladas já acumuladas – é a parte mais perigosa desse lixo.

Segundo a organização ambientalista Greenpeace, pelo menos um milhão de toneladas de lixo tóxico saem a cada ano dos Estados Unidos, Japão, França e Alemanha sem destinação na origem. A Convenção de Londres, de 1972, proíbe o despejo desse tipo de resíduo no mar. A Convenção da Basileia, em vigor desde 1989, não chega a proibir a exportação, mas impõe regras muito rígidas.

A questão é complicada. A incineração pura e simples dos resíduos não resolve. Além de cara, não elimina (ao contrário, dissemina na atmosfera) a dioxina e outros venenos, assim como produz uma concentração de metais pesados. Já se propôs o aprisionamento desse lixo tóxico ou de parte dele (os resíduos de metais pesados) em blocos de concreto para serem

usados em construção ou pavimentação, mas a proposta gerou protestos dos ambientalistas, que temem o desgaste dos materiais e sua reentrada em circulação.

Nos Estados Unidos, uma lei especial obrigou os poluidores a pagar o custo da despoluição do lixo tóxico. O custo da despoluição dos primeiros 84 pontos, porém, foi brutal: US\$ 11 bilhões. A Agência de Proteção Ambiental (EPA) norte-americana quer agora aumentar as restrições ao uso de incineradores, já que a maior parte deles não está preparada para resíduos tóxicos, embora os incinerem. A EPA vai propor também o estabelecimento de padrões para as emissões de dioxina, chumbo, cádmio, mercúrio e outros metais, assim como exigir a avaliação precisa dos riscos para permitir a queima.

No Brasil, a Light Serviços de Eletricidade exporta resíduos de ascarel (organoclorado altamente tóxico e cancerígeno, utilizado como isolante térmico em transformadores e capacitadores nas linhas de transmissão e centrais elétricas até 1981; de lá para cá foi proibido o uso) para incineração na França e na

material fica com aspecto idêntico ao da terra preta e é, então, comercializado.

Por meio desses processos, são reciclados 99,7% dos resíduos sólidos da Riocell, inclusive aqueles conhecidos como *dregs*, *grits* e lama de cal, característicos do processo de obtenção de celulose, que têm uma escala de produção menor (cerca de 300 toneladas/mês).

Com um faturamento anual de 142 milhões de dólares, a Riocell tem uma produção de 300 mil toneladas/ano de celulose, das quais 70% destinam-se à exportação. Para isso, dispõe de uma área florestal com mais de 90 milhões de árvores plantadas, que cobre 71.649 hectares, sendo 14.692 hectares de áreas de preservação. Com 135 milhões de dólares investidos em proteção ambiental, a empresa tornou-se a primeira da América Latina, no setor de papel e celulose, a receber a certificação ISO 9002.

O projeto de reciclagem foi elaborado por uma equipe de engenheiros, agrônomos e especialistas em química ambiental, coordenada por Celso Foelkel, diretor de Tecnologia e Meio Ambiente da empresa.

EDIÇÃO DE TEXTO: Maria Ignez Duque-Estrada

FORMAS DE UTILIZAÇÃO

RESÍDUOS	NA RIOCELL	EM OUTRAS EMPRESAS
Cinza mineral leve		Fabricação de cimento
Cinza mineral pesada	Agregante na construção civil, recapeamento de estradas	Recuperação de áreas mineradas, agregante na construção civil
Casca de eucalipto	Fertilizante para mudas e florestas	Fábrica de fertilizantes orgânicos
Serragem		Geração de energia
Rejeito do Digestor	Polpa kraft	
<i>Dregs</i> + <i>Grits</i> e lama de cal	Corretivo de solos florestais	Fábrica de insumos agrícolas
Lixo geral	Fertilizante orgânico	Fábrica recicladora de plástico, vidro, papel etc.
Lodo (Estação de Tratamento de Efluentes)	Adubo orgânico	
Sucata		Fábricas recicladoras de plásticos e metais

Inglaterra, ao custo médio de US\$ 2,86 mil por tonelada, mais US\$ 1 mil de transporte.

Só a cidade de São Paulo gera a cada dia 120 toneladas de lixo tóxico misturadas ao lixo comum. Na Grande São Paulo, os técnicos calculam 200 mil toneladas anuais de lixo tóxico. No Grande Rio, 90 mil. Os aterros clandestinos identificados recentemente nas baixadas Santista e Fluminense parecem ser a ponta do *iceberg* desse problema. Só um deles, atribuído à empresa Rhodia, tem área de 400 mil m².

Em março do ano passado, o Ibama proibiu a importação de resíduos perigosos, aí incluídos os radiativos, lodos de estações de tratamento de água e esgoto, e pneus. O Rio de Janeiro aprovou lei que obriga as refinarias, indústrias químicas e petroquímicas, siderúrgicas e metalúrgicas a reduzirem os seus resíduos tóxicos. Mas há uma ameaça no ar: a regulamentação das zonas de processamento de exportações, em abril deste ano, permite a internação desse tipo de resíduo no país, desde que para o processamento e reexportação.

Um dos aspectos mais complicados do lixo tóxico, o das pilhas e baterias, começa a ter encaminhamento adequado. Nos Estados Unidos, por exemplo, onde o mercado desses produtos chega a US\$ 3 bilhões anuais, seis Estados já adotaram legislação pela qual só permitirão comercializar, a partir de 1996, baterias sem mercúrio (embora com vida útil menor). A Rayovac e a Panasonic, duas das maiores fabricantes, estão prestes a lançar baterias alcalinas ("verdes"), em que o mercúrio foi reduzido de 0,8% para 0,025% dos componentes. A Eveready está testando baterias alcalinas sem mercúrio.

O país que mais avançou na solução, a Suíça, já dispõe de unidades em escala comercial para a reciclagem (exceto do lítio): os varejistas são obrigados a receber de volta as pilhas e baterias e as encaminham para o reprocessamento, onde o mercúrio é evaporado.

No Brasil, a Duracell reduziu o mercúrio de 7% do peso para 1,5% e anuncia que pretende chegar a 0,5%. Das 740 milhões de pilhas consumidas no país a cada ano, 60 milhões (8,1%) são alcalinas e contêm mercúrio. A Apliquim, de São Paulo, já opera na reciclagem do mercúrio.

Lixo Nuclear

O lixo nuclear é, com certeza, o ângulo mais assustador da complexa questão do lixo tóxico. Segundo a Agência Internacional de Energia Atômica, existem no mundo 496 centrais nucleares em funcionamento ou em cons-

“Seriam necessários, no mínimo, 100 bilhões de dólares para descontaminar as áreas com rejeitos radiativos nos Estados Unidos.”

trução. Os Estados Unidos possuem 111, a França 56, o Japão 44, a Inglaterra 37 e a Alemanha 21. Todas essas instalações produzem lixo nuclear, assim como os institutos de pesquisa e os depósitos de artefatos nucleares e de materiais radiativos originados de acidentes.

Em 1990, os rejeitos de usinas acumulados totalizavam 80 mil toneladas, 20 vezes o que se registrara em 1979. Até aqui, esses rejeitos altamente perigosos são mantidos em tanques profundos de água ou em depósitos temporários, sem solução definitiva à vista. A previsão é de que no ano 2000 se terá chegado a 200 mil toneladas desse

material. O Brasil já acumulou 7.800 toneladas, a maior parte no Rio de Janeiro (Angra I), em São Paulo, Minas Gerais e Goiás (resíduos do acidente com césio 137).

Segundo o National Toxic Campaign Fund, citando dados do Pentágono, os Estados Unidos já têm 14 mil áreas com rejeitos radiativos. Seriam necessários, no mínimo, US\$ 100 bilhões para descontaminar esses locais. Há quem fale (como o Departamento de Energia) em US\$ 200 bilhões.

A ex-União Soviética despejou 17 mil barris de lixo radiativo no mar, a partir de 1964. Pelo menos oito reatores de submarinos nucleares desativados também foram depositados em containers de aço no fundo das baías da região de Novaya Zenilia.

A França está construindo seu depósito de lixo radiativo em Cherbourg. O Japão, em Aomori. A Inglaterra projetou o seu para Sellafield, mas a organização Friends of the Earth descobriu que o projeto não eliminaria o risco de o acúmulo de gases provocar explosões, romper a blindagem das lixeiras e contaminar o lençol freático.

Os Estados Unidos já ampliaram para o ano 2010 o prazo para a construção de um depósito de lixo nuclear, ante os problemas que vem enfrentando para implantá-lo sob o gelo da Yucca Mountain, em Nevada. Antes, foram rejeitadas várias propostas: mandar o lixo para a órbita do Sol, injetá-lo em sedimentos no fundo do mar, depositá-lo sob as geleiras polares.

O Departamento de Energia está gastando em Yucca Mountain US\$ 6 bilhões num estudo para resolver questões complexas nos campos da hidrologia, geologia, geoquímica e até da linguística (que língua será falada daqui a 25 mil anos, quando ainda haverá material radiativo e as pessoas terão de ser advertidas disso?). Se tudo der certo, serão construídos 188 km de túneis numa área de 6,4 milhões de metros quadrados, a mais de 300 m abaixo da superfície. Um projeto faraônico, sem dúvida, mas ninguém planejou ainda uma solução melhor.

Empresa brasileira pilota carros da Ford

Sid tem a exclusividade de um chip controlador de velocidade



FOTO CEDIDA POR WILSON LEAL

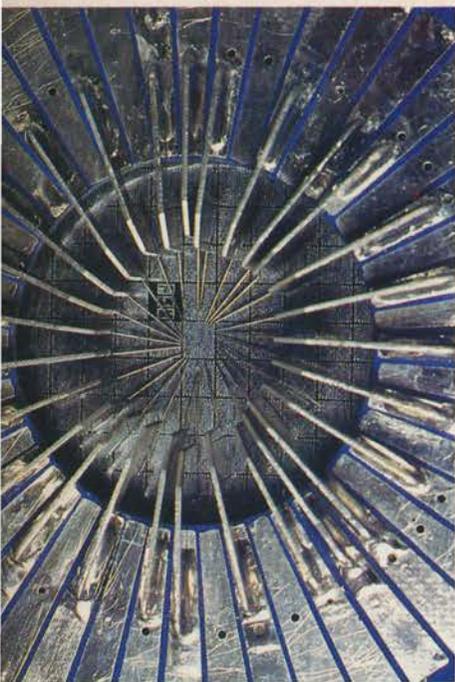
Fabricação do piloto automático em Contagem (MG).

A Sid Microeletrônica, única empresa de semicondutores da América Latina que domina o ciclo tecnológico completo de fabricação de um *chip*, é desde 1991 a fornecedora exclusiva do circuito integrado controlador da velocidade dos carros Ford comercializados nos Estados Unidos e Canadá. Trata-se do *Speed Control*, um piloto

automático que tem a função de manter o veículo numa velocidade constante, programada pelo motorista.

Principal destaque da linha de circuitos integrados de aplicação específica (*Application Specific Integration Circuit*) da Sid – conhecidos no Brasil como circuitos dedicados – o *Speed Control* permite que o motorista se livre da tarefa de acionar o pedal do acelerador. Uma vez alcançada a velocidade desejada, ele simplesmente pressiona o botão do piloto automático e este se encarrega de mantê-la constante durante a viagem. Quando necessário (sempre que o freio é acionado, por exemplo), o controle eletrônico devolve imediatamente o comando da aceleração ao motorista.

Adquirida pelo Grupo Machline em 1984, a Sid começou a fabricar o piloto automático para a Ford em 1986. Cinco anos depois, com o aprimoramento do controle de qualidade do produto, a empresa tornou-se fornecedora exclusiva do *Speed Control*, ganhando o título de qualidade Q1, concedido pela Ford aos



O speed control antes de ser encapsulado (reprodução ampliada).

seus fornecedores preferenciais.

“Com este produto, damos um exemplo de solução que traz inovação e competitividade ao complexo eletrônico brasileiro”, orgulha-se o diretor-presidente da Sid, engenheiro Wilson Leal. Além de prestígio e do significativo retorno financeiro (cerca de US\$ 5 milhões anuais, ou 15% do faturamento da empresa), o *Speed Control* abriu caminho para novas incursões da Sid no complexo eletrônico internacional. Em agosto deste ano, a empresa credenciou-se a fabricar circuitos integrados para as divisões da General Motors que atuam na área de eletrônica embarcada (os dispositivos eletrônicos que equipam os veículos), filão que a Sid pretende agora ampliar com produtos igualmente inovadores e competitivos.

Sediada em Contagem (MG), região metropolitana de Belo Horizonte, a Sid emprega 550 funcionários, dos quais 130 são

engenheiros e técnicos em microeletrônica. Os *chips* da empresa são projetados nos laboratórios da Vértice Sistemas Integrados, uma coligada do Grupo Machline, em Campinas (SP).

A Sid atua também através de parcerias com centros de tecnologia e universidades. Dos primeiros, serve-se principalmente dos instrumentos de detecção de falhas e de análise de materiais – caso, por exemplo, da parceria feita com o Centro Tecnológico de Minas Gerais, onde os circuitos integrados são analisados em microscópio eletrônico.

Da parceria com universidades resulta a capacitação de mão-de-obra que permite à empresa aperfeiçoar os seus produtos e incorporar novas tecnologias. Os principais parceiros da Sid nessa área são o Laboratório de Sistemas Integrados da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, o Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e o Departamento de Física da Universidade Federal de Minas Gerais.

Os circuitos integrados de aplicação específica formam uma linha de produtos exclusivos que respondem atualmente por 30% do faturamento da Sid. Esses minúsculos dispositivos eletrônicos são projetados, por encomenda, para aumentar a eficiência e a confiabilidade de produtos e processos tão diversos quanto um forno de microondas ou um sistema de controle da produção de uma usina siderúrgica.

Empregando a tecnologia bipolar dos circuitos integrados destinados ao controle industrial, a Sid projetou um

chip que comanda todas as funções da máquina de lavar roupas Mondial, da Brastemp, premiada em 1990 pela associação *Appliance Manufacturers*, dos Estados Unidos, como o melhor eletrodoméstico do ano.

Outro projeto bem-sucedido da Sid é o decodificador de sistema de TV a cores NTSC/PAL-M, que equipa atualmente os videocassetes da Sharp. Sem ele, o fabricante teria de recorrer à associação de três circuitos comuns para realizar, com igual eficiência, a mesma função que um *chip* da Sid executa sozinho.

Na linha de circuitos integrados da empresa destaca-se também um alarme ultra-sônico que não se deixa enganar pelas aparências. O aparelho usa técnicas de sonar para detectar quando ocorre, de fato, uma tentativa de arrombamento de porta ou janela, distinguindo a verdadeira ameaça do toque acidental de um objeto, como uma bola, por exemplo.

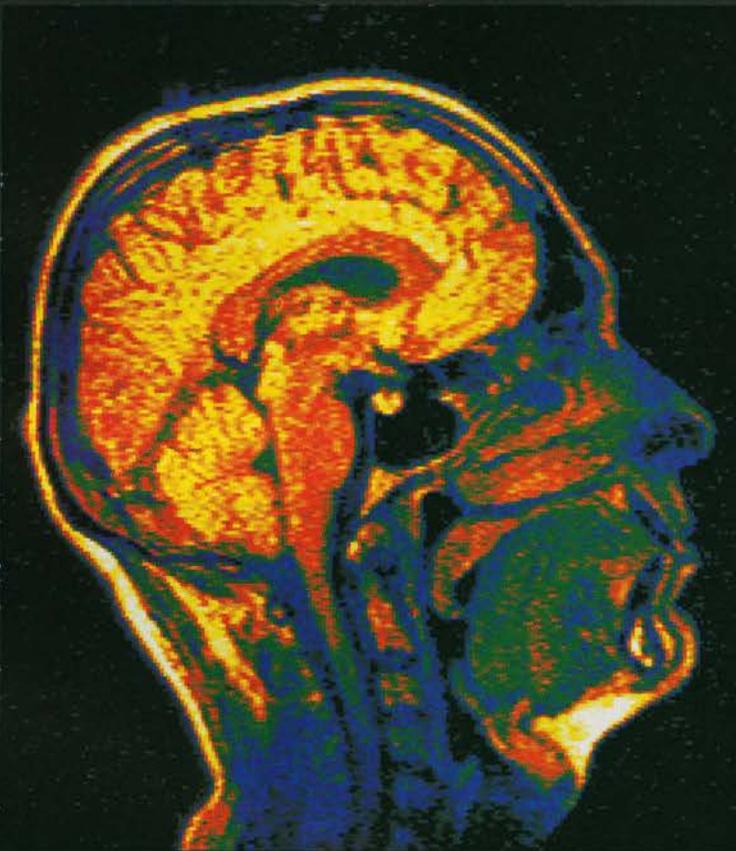
Marise Muniz

Ciência Hoje/Belo Horizonte.

As mais novas imagens do corpo

Alberto Tannús, Édson L. G. Vidoto, Mateus J. Martins e Horácio Panepucci

Instituto de Física e Química de São Carlos, USP.



Esta foto foi produzida pela mais moderna e poderosa técnica de diagnóstico por imagens: a tomografia por ressonância magnética nuclear (RMN). Há cerca de oito anos, uma equipe de pesquisadores da USP no Instituto de Física e Química de São Carlos (IFQSC) acompanha de

perto a evolução dessa técnica no mundo. A RMN gera imagens da estrutura interna do corpo com maior riqueza de detalhes do que o ultra-som ou a tradicional tomografia computadorizada por raios-X, com a vantagem adicional de evitar os riscos da radiação ionizante. Quando os primeiros tomógrafos

de RMN começaram a ser comercializados, em 1985, Ciência Hoje publicou um artigo da equipe do IFQSC em que as idéias básicas da técnica foram ilustradas com imagens em preto-e-branco, feitas nos Estados Unidos (ver "Novas Imagens do Corpo" em Ciência Hoje, nº 20). Era ainda o começo de um trabalho que almejava o domínio completo da tecnologia necessária à construção de tais equipamentos no Brasil.

Hoje esse domínio já é realidade: um tomógrafo de RMN, projetado e construído pela equipe de São Carlos, está à disposição da população local, para uso clínico, no Departamento de Física e Ciência dos Materiais do IFQSC. As imagens que o leitor verá a seguir mostram uma parte dos resultados obtidos com esse tomógrafo, o TORM-005, que representa o estado da arte em instrumentação médica. Todo o software de controle, aquisição e processamento de imagens foi também desenvolvido nos laboratórios do Instituto de Física e Química de São Carlos.

OTORM-005 baseia-se num magneto resistivo de corpo inteiro, que opera num campo magnético ultra-baixo de 0,05 Tesla (unidade equivalente a 10.000 Gauss). Uma das metodologias mais utilizadas nesse equipamento, a *Spin-Echo Multislice* (SE-MUL), permite a aquisição simultânea de vários planos tomográficos. As imagens obtidas através da SE-MUL possibilitam a análise de regiões extensas, na forma de planos contíguos ou não, como mostram as figuras 1a, 1b e 1c. Note-se nessas figuras que o uso da SE-MUL permite também o registro de imagens numa variedade de orientações espaciais.

A maioria das imagens obtidas por RMN são usadas para exames do crânio, coluna vertebral e articulações (figuras 1 e 2). Imagens de outras regiões, como a pélvica (figura 2a), são também possíveis. Em todos esses casos, fica evidente a capacidade superior de diagnóstico da RMN em relação à tomografia computadorizada tradicional.

A RMN evidencia com facilidade as alterações dos tecidos moles, o que a torna altamente específica no diagnóstico de doenças que provocam lesões não detectadas pelos raios-X. Exemplos dessas lesões são mostrados nas imagens das figuras 3, 4 e 5, obtidas de pacientes cujo diagnóstico foi feito com o auxílio do TORM-005.

Uma importante patologia, observável apenas por ressonância magnética, é a esclerose múltipla (figura 3a), doença que apresenta sintomatologia cíclica peculiar, com fases de melhora espontânea. A RMN permite estabelecer correlações entre o resultado do tratamento e a evolução das lesões.

Até agora, o uso clínico do TORM-005 vem sendo feito em caráter experimental. As imagens descritas neste artigo foram obtidas com a colaboração do médico Clovis S. Magon, que auxiliou a equipe na condução dos exames, e do físico Tito J. Bonagamba, que participou da fase inicial do projeto.

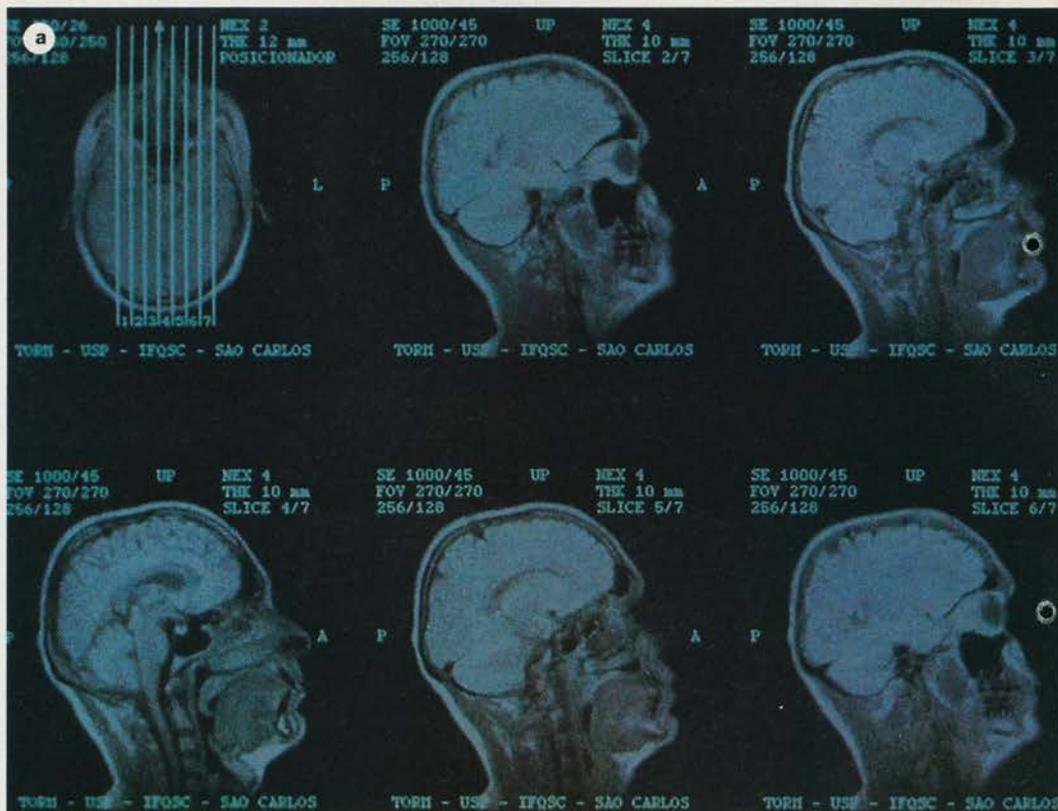


Figura 1. A técnica SE-MUL permite obter imagens em qualquer orientação. Aqui são mostradas as principais: a) sagital (subconjunto de imagens pertencente ao exame completo de um voluntário sadio); b) coronal (parte de um exame com contraste por T₂, onde se vê claramente, nos cortes

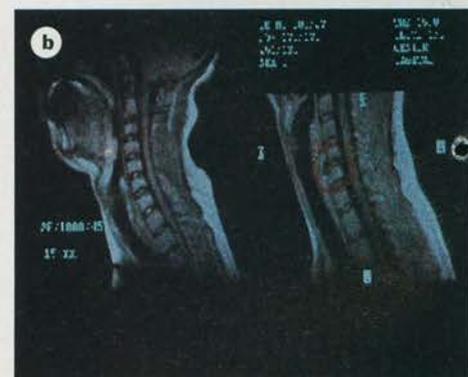
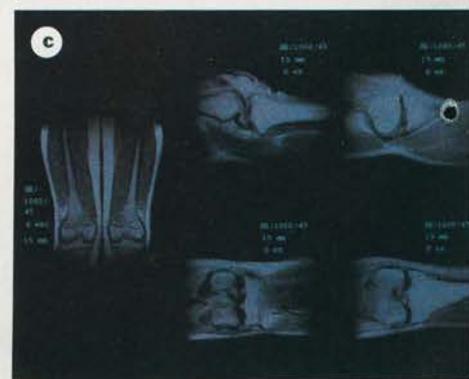
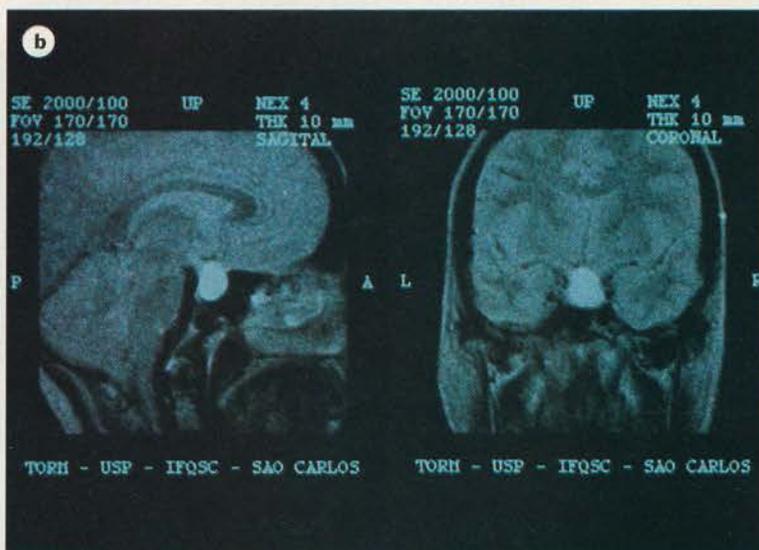
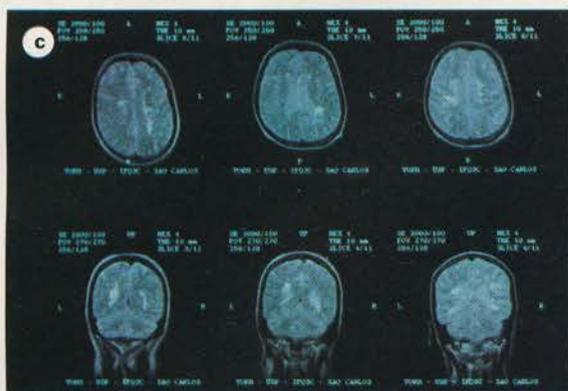
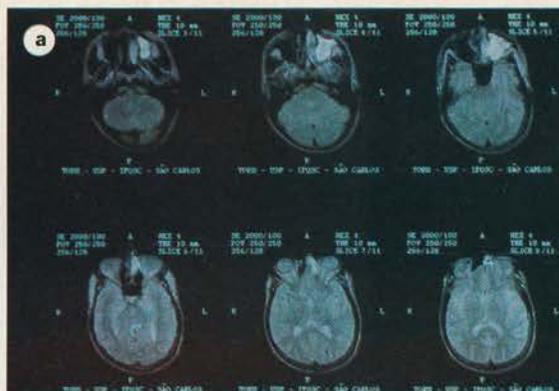


Figura 2. a) Parte de um exame completo de pélvis, com campo de visão quadrado de 35 cm de lado, em corte transversal; b) Coluna cervical. A imagem da direita mostra, na região circundada, a protusão de um disco produzida por uma hérnia. À esquerda, imagem de um indivíduo normal; c) As articulações são alguns dos principais objetos de investigação por ressonância magnética. As imagens da parte superior são cortes sagitais da articulação do joelho. As duas imagens inferiores mostram cortes coronais da mesma articulação. Em ambos os casos, observa-se a estrutura dos meniscos. A imagem isolada, à esquerda, é da região femoral de um adolescente, em corte coronal.





5 e 6, um neurinoma do nervo acústico); c) transversal ou transaxial (observa-se, com o contraste por T₂, a extensão de uma inflamação dos seios da face, ou sinusite).

Figura 3. a) As lesões produzidas por esclerose múltipla são observáveis por ressonância magnética mediante contraste por T₂. Estas imagens mostram cortes transaxiais e coronais, onde as lesões ficam claramente visíveis como regiões mais brilhantes; b) Um adenoma de hipófise, em cortes sagital e coronal. Devido à localização da hipófise na sela túrcica, a sua observação com raios-X é difícil.

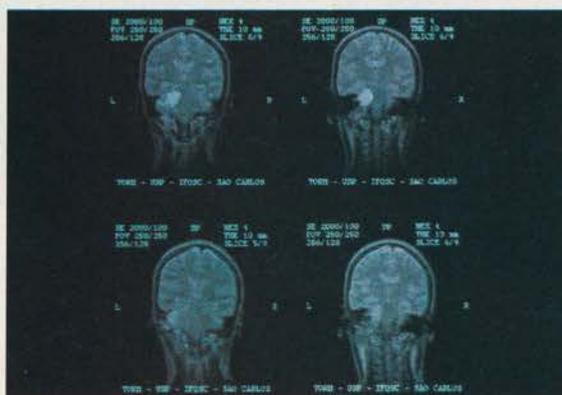
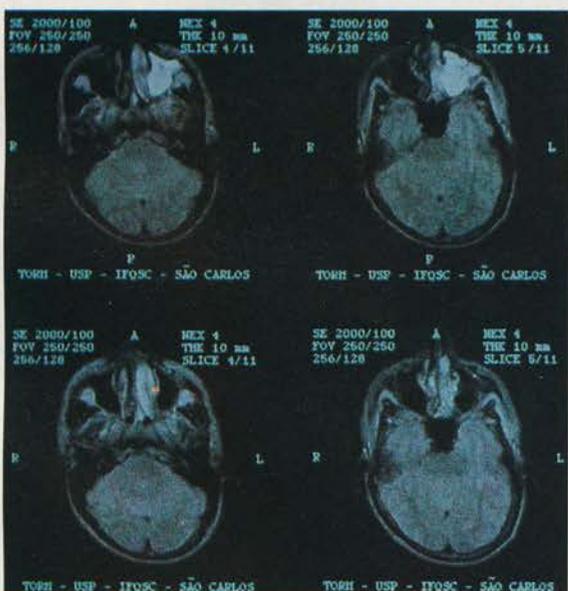


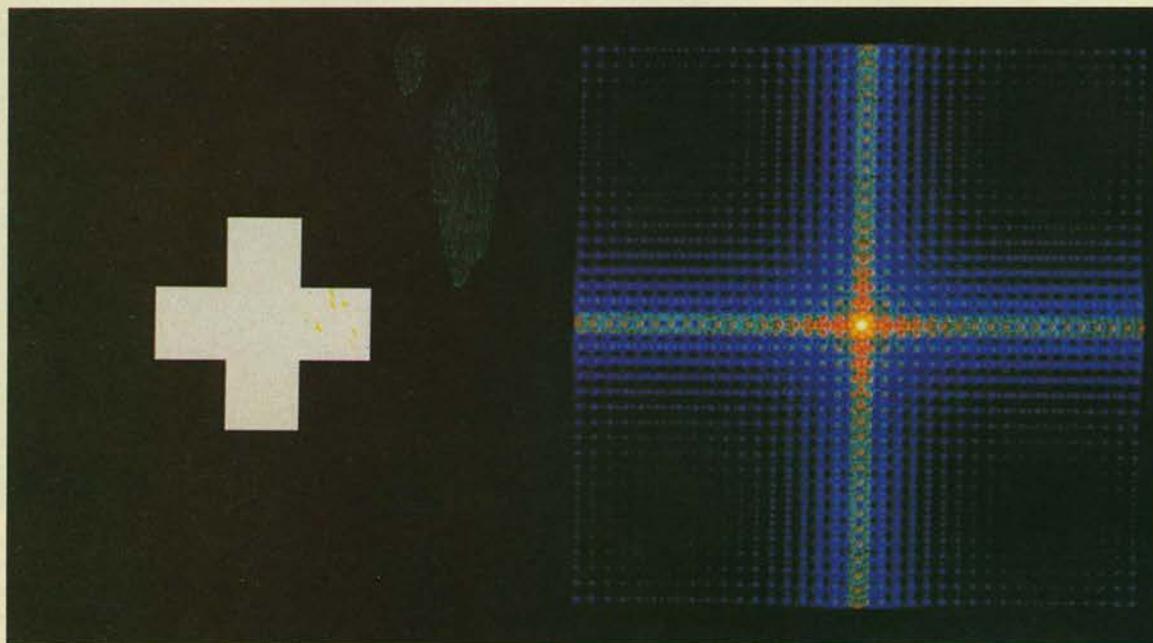
Figura 4. Cortes centrais de um exame completo transaxial por T₂. Acima, nota-se uma inflamação dos seios da face que se estende desde o maxilar superior até a parte mediana da frente. Essa patologia é facilmente observada com ressonância magnética, utilizando-se contraste por T₂. Abaixo, imagens da mesma região após o tratamento clínico do paciente.

Figura 5. Parte superior: imagens obtidas com protocolo de contraste por T₂, que permite observar claramente um neurinoma do nervo acústico. Observa-se também uma distinção nítida entre a córtex e o parênquima do cérebro. Parte inferior: imagens da mesma região após a cirurgia que removeu o tumor.

A imagem tomográfica e seu holograma

O sinal de ressonância magnética, num experimento de tomografia, pode ser interpretado como o interferograma da região que está sendo analisada. Isto é ilustrado na figura abaixo, onde estão representados um objeto em forma de cruz (à esquerda) e o sinal de RMN que seria gerado por tal objeto (à direita). Num experimento de imagens, gradientes espaciais de campo magnético, utilizados na forma

pulsada, produzem codificação espacial da fase inicial e da frequência dos sinais gerados pelos núcleos de hidrogênio do corpo. No sistema do IFQSC, o sinal que chega ao espectrômetro é digitalizado e imediatamente transferido a um computador, que reconstrói a imagem do objeto por meio de uma transformada de Fourier bidimensional e a transfere ao sistema de visualização.



TOMÓGRAFO NACIONAL DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS DO TORM-005

Magneto (refrigerado à água):	resistivo de 0,05 Tesla (consumo = 7 KW)
Modo de aquisição:	2DFT <i>Multislice</i> (MS)
Seqüências:	<i>Spin-Echo Multislice</i> (SE-MUL) - <i>Gradient Echo</i> (GE) - <i>Inversion Recovery</i> (IR)
Tempo de repetição (TR):	variável (mínimo 60 ms)
Tempo ao eco (TE):	variável (mínimo 20 ms)
Matriz de aquisição:	variável (máximo 256x256)
Campo de visão (FOV):	retangular (100x100 a 400x400 mm ²)
Resolução máxima:	1 mm
Número de cortes:	variável (típico 16)
Espessura dos cortes:	variável (mínimo 7 mm)
Orientações:	sagital, coronal, transaxial e oblíqua
Tempo de exame:	9 min (SE-MUL 100/45: 16 planos, 4 excitações)
<i>Scout view</i> :	26 s (SE-MUL 100/20: 2 excitações)
Manipulação:	zoom, brilho, contraste, posição, região de interesse, etc.
Sincronismo:	cardíaco, com monitor externo

Brasil e China em órbita tecnológica

Satélite do Terceiro Mundo de olho num mercado de 2 bilhões de dólares

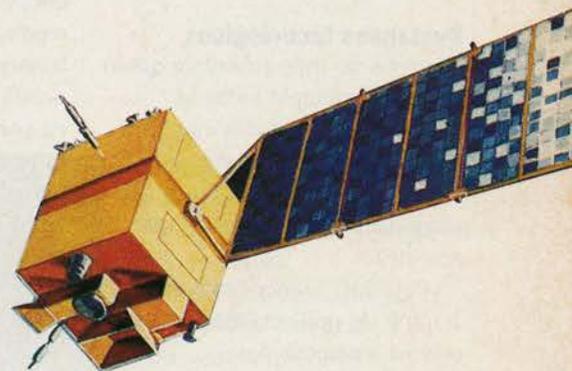
Brasil e China firmaram, em 1988, um acordo espacial saudado à época como exemplo de cooperação horizontal entre países em desenvolvimento, no campo de tecnologia de ponta. Surgiu, então, o projeto Sino-Brasileiro de Satélites de Recursos Terrestres – CBERS (Chinese-Brazilian Earth Resources Satellites). Ele soma as capacidades científicas, tecnológicas e financeiras de ambos os países para a criação e construção de dois satélites de sensoramento remoto. “Este é o empreendimento externo de maior envergadura em que se empenha o Brasil em setores de alta tecnologia”, definiu o secretário-geral do Ministério de Relações Exteriores, Roberto Abdenur, que, como embaixador brasileiro na China, sempre deu forte apoio ao projeto. A meta é ambiciosa: montar um sistema capaz de competir no mercado mundial de imagens de satélites, tendo em vista principalmente as demandas das nações do chamado Terceiro Mundo. A comercialização dessas imagens já movimentava US\$ 2 bilhões por ano, segundo fonte do Senado dos Estados Unidos.

O começo da história

A iniciativa foi da China. Em

1985, o Comitê Estatal de Ciência e Tecnologia do governo chinês envia carta ao equivalente ministério brasileiro, por via diplomática.

A correspondência custa a chegar. Fica retida por longo tempo no Itamaraty. Quando, enfim, é recebida, o então ministro da Ciência e Tecnologia, Renato Archer, não tarda a sensibilizar o Governo Sarney a promover aproximação com Pequim. E, em julho 1986, atendendo ao convite chinês, o ministro viaja para lá. Vai com ele o secretário de relações internacionais do Ministério de Ciência e Tecnologia, Celso Amorim, hoje ministro de Relações Exteriores. Como resultado da viagem, uma comitiva do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), presidida pelo seu então diretor-geral, Marco Antônio Raupp, é enviada à China, no início de 1987, já para iniciar as negociações de um programa espacial conjunto. O vice-presidente da Academia Chinesa de Tecnologia Espacial, Wei Desen, por sua vez, tem papel de destaque no processo. Nasce o acordo que o presidente José Sarney assina em Pequim, em junho de 1988.



Os interesses de cada um

Para o Brasil, essa colaboração tem, entre outras, a vantagem de lhe permitir participar do desenvolvimento de satélites avançados de sensoramento remoto, cujo mercado de serviços amplia-se constantemente. Satélites de tal porte não estão previstos em nosso primeiro programa espacial, a Missão Espacial Completa Brasileira (MECB), criada em 1979. A MECB deve construir dois satélites de coleta de dados e dois de observação da Terra, mas modelos simples, de aprendizado, além do foguete lançador (VLS) e da base de lançamento, em Alcântara, no Maranhão. O primeiro dos satélites de coleta de dados (SCD-1) está em órbita desde 9 de fevereiro de 1993.

A China vê no Brasil algo que não encontra em nenhum outro país do Terceiro Mundo, exceto na vizinha Índia, com quem mantém antigas controvérsias: um parceiro com razoável nível de

desenvolvimento econômico e tecnológico, capaz de compartilhar encargos técnicos e financeiros em projetos mais ousados de alta tecnologia.

Brasil e China, certamente, também depositam esperanças na abertura de novos canais de intermediação para importações de produtos e tecnologias "sensíveis" de terceiros países, rompendo o já tradicional bloqueio imposto pelas grandes potências.

Destaques tecnológicos

Técnicos do Inpe salientam que o projeto contempla todas as tecnologias envolvidas em satélites de grande porte, além daquelas específicas à função de sensoriamento remoto de alta resolução.

O CBERS requer cerca de 1.100W de potência elétrica para o funcionamento dos equipamentos de bordo. Essa energia é obtida por meio de painéis solares, de estrutura mecânica flexível, que se abrem durante o vôo e se orientam, contínua e automaticamente, na direção do Sol. Abertos, esses painéis medem seis metros de comprimento. Vale lembrar que só um pequeno número de países dispõe da tecnologia de abertura de painéis solares.

O controle de atitude dos satélites efetua-se automaticamente em seus três eixos e envolve sofisticado sistema de controle baseado em computador dedicado. O sistema de controle é responsável pela orientação do satélite em relação à região que estiver sendo imageada, com precisão da ordem de 0,5 grau. Ele é complementado por um conjunto de micropropulsores a hidrazina, para corrigir os eventuais desvios da órbita nominal do satélite, mantendo a periodicidade das órbitas dentro de rígidos limites de tolerância.

Transferência de tecnologia

O acordo de 1988 não prevê, nem proíbe transferência de tecnologia entre os dois países. Tampouco menciona a criação conjunta de tecnologia. Estabelece apenas a divisão de trabalho e de responsabilidades em todas as fases de desenvolvimento dos satélites. Brasil e China não se comprometem a ceder ou vender tecnologias um ao outro. Nem a cooperação acertada inclui repasse de conhecimentos. A transferência, quando se dá, ocorre de forma indireta, através da participação de técnicos de um país nas tarefas a cargo do outro.

As atividades e responsabilidades conjuntas – como nas fases de montagem, integração e testes dos satélites – implicam necessariamente certa comunhão e troca de conhecimentos e experiências. A criação de subsistemas e equipamentos, no entanto, é incumbência específica de um ou de outro país. Assim, os equipamentos que cada um produz internamente para o projeto comum não são transferíveis por simples convívio profissional. É razoável supor, porém, que os dois lados alimentem a máxima expectativa de assimilação tecnológica durante o intenso e estreito contato propiciado pelo projeto.

As tarefas de desenvolver os subsistemas em que se dividem os satélites são repartidas entre Brasil e China na proporção do comprometimento financeiro de cada um. O Brasil assume partes dos satélites compatíveis com sua parcela de 30% no projeto. Outras tarefas específicas, como integração, testes e operação em órbita, são de responsabilidade conjunta dos dois países.

Cada parte pode usar de forma independente, em outros satélites

nacionais, as tecnologias e produtos que desenvolver para o CBERS. Mas não pode ceder a terceiros o que tiver sido produzido conjuntamente.

Valor nominal

Os dois satélites estão avaliados em US\$ 100 milhões. E seus lançamentos, pelo foguete chinês Longa Marcha 4, devem custar US\$ 50 milhões. Total: US\$ 150 milhões. O Brasil arca com US\$ 45 milhões (30%). A China, com o restante.

O acordo não estima os custos de operação dos satélites em órbita, nem o desenvolvimento das aplicações. Em princípio, nestas atividades, cada país custeia as próprias despesas. Mas pode haver novos acordos de cooperação.

O preço prefixado de cada lançamento é de US\$ 25 milhões – uma pechincha se comparado aos US\$ 62 milhões cobrados dos usuários do foguete europeu Ariane. Ao Brasil cabem 30% (US\$ 7,5 milhões) e à China 70% (US\$ 17,5 milhões). Assim, pelos dois lançamentos, o Brasil deve pagar US\$ 15 milhões à empresa chinesa CGWIC. O respectivo contrato deve ser assinado em novembro deste ano, durante visita à China do ministro da Ciência e Tecnologia, José Israel Vargas.

O atraso desse contrato, e do próprio cronograma do CBERS, é tão grande que a CGWIC pretende reajustar o preço dos lançamentos – tomando por base a desvalorização do dólar norte-americano –, se o primeiro satélite sino-brasileiro não for lançado no prazo fixado pelo último cronograma (ver "Lançamento em 1996"). O acordo de 1988, porém, não prevê esse reajuste.

Custo real

O custo de US\$ 100 milhões previsto para os satélites tem

Lançamento em 1996

Eis o cronograma-mestre para o lançamento do primeiro satélite, elaborado por técnicos brasileiros e chineses em duas semanas de negociações em Pequim, no fim de julho e começo de agosto deste ano:

- 1) De 1º de julho de 1994 até o final de junho de 1995 – Integração do EQM (Modelo de Engenharia e Qualificação, com todos os seus componentes);
- 2) De 1º de julho de 1995 até o final de junho de 1996 – Integração e testes do primeiro modelo de voo;
- 3) 1º de julho de 1996 – Partida do satélite para a base de lançamento na China;
- 4) Outubro de 1996, em data ('janela') a ser definida – Lançamento.

O lançamento do segundo satélite, evidentemente, dependerá do desempenho de todo este primeiro programa de trabalho, mas, em princípio, deverá ocorrer no ano seguinte, em 1997.

origem em estudo conjunto, de 1987. Há, contudo, no Inpe, quem estime um custo real bem maior que o valor nominal fixado no acordo. Cada lado deve arcar com os seus próprios dispêndios e cumprir a sua parte na divisão de trabalho.

O acréscimo de custos do lado brasileiro tende a ser tanto maior quanto menor for o andamento normal das contratações industriais a cargo do Inpe. A capacidade jurídica e orçamentária do Inpe, em verdade, não se tem mostrado à altura do projeto. E sua capacidade técnica interna decaiu, a partir de 1988, em vez de se fortalecer, como seria necessário.

Admite-se que talvez já se deva prever, no mínimo, uma duplicação do nosso custo nominal para os satélites (cerca de US\$ 26 milhões, excluídos o pagamento à Academia Chinesa de Tecnologia Espacial e o substancial adicional que o Brasil assumiu recentemente, com a montagem, integração e testes do segundo satélite, em busca de maior benefício tecnológico).

Observa-se que certos investimentos de infra-estrutura necessários à participação do Brasil no projeto, mesmo dentro do escopo do acordo original (instalação de meios de testes, como um vibrador mecânico), não entram na estimativa de custos dos satélites e, claro, deveriam ter sido orçados separadamente pelo Inpe.

O Inpe também está comprometido a acrescentar nos satélites, sem ônus para a China, a câmara imageadora sinótica WFI, de mérito técnico inegável. Pelo cálculo de 1988, isso custaria apenas cerca de US\$ 1 milhão, correspondente a pequenas adaptações e à fabricação de mais três unidades de voo da câmara imageadora, previstas para os satélites de sensoramento remoto da MECB. Mas, com o pouco avanço da MECB, a câmara só agora está sendo desenvolvida. Seu custo total é da ordem de US\$ 10 milhões — debitados, na maior parte, à conta do projeto CBERS, pois o orçamento do Inpe para a MECB, em 1992 e 1993, é irrisório.

Os chineses, por sua vez, segundo estimam fontes do Inpe, podem estar gastando cerca de 50% a mais do que o previsto no acordo de 1988, sem contar as novas despesas destinadas a suprir lacunas da participação brasileira, cada vez mais importantes. A decisão estratégica de cobrir, gradualmente, essas lacunas deve ter sido tomada pelos chineses em fins de 1991 ou início de 1992.

A questão do orçamento

O orçamento da União para 1993 destina ao CBERS o equivalente a US\$ 5 milhões, dos quais muito pouco foi liberado. Diante das dificuldades de repasse da dotação orçamentada, o Ministério de Ciência e Tecnologia, ao qual o Inpe está subordinado, tem recorrido a



O presidente da agência espacial da China, Liu Jiyuan, e o ministro brasileiro da Ciência e Tecnologia, José Israel Vargas, assinaram em Brasília, no último dia 15 de setembro, um protocolo referendando o cronograma para o lançamento do primeiro satélite sino-brasileiro.

outras fontes de recursos. A Finep põe à disposição das empresas envolvidas com o CBERS um empréstimo de US\$ 19,631 milhões, assim distribuídos: US\$ 5,290 milhões, em 1993; US\$ 8,857 milhões, em 1994; e US\$ 5,484 milhões, em 1995. O Banco do Brasil prometeu emprestar US\$ 16 milhões, só para o CBERS, antecipando recursos a serem obtidos com o programa de privatização de empresas estatais. Assim, o Brasil contará, até o fim de 1993, com cerca de US\$ 21 milhões para cumprir a sua parte no acordo, que tornou-se uma das grandes prioridades do Governo Itamar Franco. É dinheiro considerado suficiente, este ano. Mas, e o ano que vem? Impossível prever.

José Monserrat Filho
Ciência Hoje/Rio de Janeiro

O boom das incubadoras de empresas



Como coordenador da Incubadora de Empresas da Coppe-UFRJ e vice-presidente da Associação Nacional das Entidades Promotoras de Empreendimentos de Tecnologias Avançadas, o engenheiro Maurício Guedes Pereira fala com otimismo do papel modernizador de uma “nova geração” de incubadoras que começa a servir de modelo para todo o país.

Já se pode falar num boom de incubadoras de empresas no Brasil?

Eu acredito que sim. Os projetos pioneiros cometeram alguns pecados, entre eles o de começar dentro do conceito de parque tecnológico. A incubadora é um projeto de menor amplitude, embora seja também um estímulo à criação de empresas a partir do conhecimento científico. O boom que estamos vivendo é o de uma nova geração de projetos de incubadoras. Algumas deverão se transformar em parque tecnológico no futuro, mas esta nova geração traz a expectativa de resultados mais imediatos, em termos de novos negócios. Existem, hoje, cerca de 20 projetos de incubadoras em fase de implantação ou já em operação, de Manaus a Porto Alegre. São projetos inspirados num modelo de empreendimento que está se disseminando muito rapidamente no país, nos últimos dois anos.

Que outros pecados foram cometidos nos primeiros anos de implantação deste modelo?

O principal foi a falta de um compromisso com as lideranças locais. A experiência mundial mostra que esse compromisso é importante para o sucesso e a sobrevivência do empreendimento a longo prazo. O prefeito atua como elemento cata-

lisador, uma espécie de animador do processo. Ele pode usar as atividades locais de pesquisa como um capital para agregar os interesses da câmara de comércio e das lideranças empresariais e acadêmicas. Atualmente, a grande maioria dos projetos de incubadoras no Brasil tem ligações muito estreitas com as prefeituras. E vários prefeitos já perceberam que basta um pequeno investimento para transformar o capital de pesquisa da cidade em atividade econômica.

Esta percepção já é compartilhada pelas comunidades locais, no Brasil? A incubadora é um local onde se protege a vida de uma empresa que está nascendo e que, portanto, ainda é frágil nos seus primeiros anos. De um lado, a incubadora aumenta a chance de sobrevivência dessa empresa. De outro, ela torna o crescimento da empresa um processo visível para o resto da sociedade. Então, uma incubadora que tenha uma, duas ou três dezenas de empresas sobrevivendo e gerando negócios, riquezas, empregos etc., desperta na comunidade local a percepção de que há uma alternativa econômica viável na cidade, não necessariamente dependente dos empresários já estabelecidos. O efeito de demonstração que a incubadora oferece à comunidade, e até à população das regiões vizinhas, é talvez o seu maior retorno social.

Que cidade brasileira serviria de exemplo do envolvimento da base local?

O melhor exemplo é Santa Rita do Sapucaí, no sul de Minas. Em 1986, o prefeito local resolveu, por iniciativa própria, incentivar a criação de empresas de eletrônica, aproveitando-se do fato de que já havia na cidade uma escola de telecomunicações de muito boa qualidade, o Inatel (Instituto Nacional de Telecomunicações), e uma escola de eletrônica de nível médio. Ele começou a alugar casas para abrigar as empresas nascentes e, sem

saber absolutamente nada do movimento de incubadoras, acabou criando uma reação em cadeia que gerou 32 empresas de eletrônica na cidade em pouco mais de um ano.

O que é necessário para se criar uma incubadora?

A primeira condição é haver uma atividade de pesquisa compatível com os objetivos do empreendimento. Segundo, é preciso conseguir o engajamento das lideranças acadêmicas e empresariais. E, terceiro, ter pessoas com tino especial para dirigir o trabalho, pessoas que tenham trânsito na Universidade,

“A Universidade tem a obrigação de abrir espaço para quem queira gerar rendas, produtos e negócios.”

no governo e no meio empresarial.

Até recentemente, as incubadoras eram vistas como uma espécie de filho maldito pela comunidade acadêmica. Ainda persiste esta situação?

Acho que já ultrapassamos essa fase. O papel da pequena empresa como agente inovador em setores tradicionais da indústria é de importância reconhecida mundialmente. Basta ver a revolução que uma pequena empresa de automação pode fazer numa indústria têxtil de confecções, por exemplo. Cabe aos governos e à sociedade cobrar uma atitude mais empreendedora das universidades brasileiras. Precisamos criar mecanismos empreendedores no setor público, e a incubadora é um desses mecanismos.

Quantas empresas poderão se abrigar na Incubadora da Coppe?

A Incubadora da Coppe já está funcionando em instalações precárias. O projeto foi adotado pela prefeitura do Rio, que assumiu o encargo de construir o prédio, ainda na gestão de Marcello Alencar. Esse prédio, no campus da UFRJ, terá 1.200 m² e nele poderemos abrigar entre 15 e 20 empresas.

Quais foram os critérios adotados pela Coppe para selecionar as empresas da Incubadora?

Foi uma seleção difícil, baseada principalmente na viabilidade técnica e econômica da empresa e na capacidade empreendedora dos proponentes. Não estamos abrindo a Incubadora para empresas tradicionais, mas para empresas de base tecnológica que tenham condições de se relacionar com os laboratórios e grupos de pesquisa que existem no campus. Não faria sentido se agíssemos de outra forma. As decisões foram tomadas por um conselho de 20 membros que examinou 22 candidatos formais e respondeu a 80 consultas durante dois meses.

Qual era o perfil desses candidatos?

Em geral, eram pós-graduandos, pessoas que estão concluindo o mestrado ou o doutorado.

Alguém que não tivesse vínculo formal com a Universidade também teria possibilidade de se habilitar?

Sem dúvida. Temos dois casos assim entre os nossos selecionados. O vínculo com a Universidade não é pré-condição para uma empresa se instalar na Incubadora.

Em que área de atividades vai se concentrar a Incubadora da Coppe?

Optamos por uma incubadora multi-setorial, sem definição apriorística das suas áreas de atuação. Mas se examinarmos as 10 empresas que já estão trabalhando conosco, veremos que existe uma concentração nas áreas de eletrônica e *software*,

mecânica de precisão e modelagem matemática. São vocações da Coppe.

Qual o futuro de todo esse movimento?

Eu tenho a impressão de que, na próxima década, vamos assistir à disseminação total desse compromisso da Universidade com a geração de riquezas. Será um compromisso cobrado cada vez mais pela sociedade. A Universidade tem a obrigação de estimular e de abrir espaço para aqueles que queiram gerar rendas, novos produtos e novos negócios. Isto vai gerar bem-estar social, vai gerar empregos e impostos. Acredito também que esse modelo será aprimorado, no caso brasileiro. Hoje já se percebe no Brasil uma competição entre cidades em busca da afirmação de uma vocação tecnológica. O significado econômico desse fenômeno ainda terá que ser medido futuramente, mas a literatura internacional está repleta de estudos que apontam a importância da pequena empresa como agente modernizador da economia. Essa onda de terceirização, por exemplo, em que as grandes corporações guardam para si as tarefas de *design*, vendas, embalagem, montagem, e levam para as pequenas empresas grande parte da produção, também ajuda a valorizar o papel da pequena empresa. Este *boom* das incubadoras tem um forte sentido social, pois está ligado à questão da distribuição de riqueza. As dezenas de pequenas empresas criadas em Santa Rita do Sapucaí, por exemplo, são provavelmente mais importantes do que uma grande empresa criada na mesma cidade. Elas têm um impacto social mais importante para a comunidade como um todo.

Pequenos e notáveis

Galvpot e Raystress inauguram a produção da TAI

Carlos Alberto N. S. Menezes

TAI - Tecnologia Aplicada à Indústria

Joel Regueira Teodósio e Paulo Emilio Valadão de Miranda

Coppe/UFRJ

A TAI – Tecnologia Aplicada à Indústria é uma empresa da Incubadora de Empresas da Coppe/UFRJ, dedicada ao setor da indústria de instrumentação técnica. Fundada por um grupo de pesquisadores universitários e empresários do setor privado, em junho de 1992, a TAI firmou o seu primeiro contrato, em agosto deste ano, com a Rede Ferroviária Federal. O Galvpot e o Raystress, que inauguram a linha de produção da empresa, são equipamentos pequenos, mas notáveis pela característica de po-

derem funcionar em ambiente de campo – uma vantagem em relação aos similares, de aplicação restrita ao laboratório.

O GALVPOT

O Galvpot é um galvanostato-potenciostato, todo microprocessado, de ampla aplicação na análise de sistemas eletroquímicos e eletrônicos. O Galvpot é usado para caracterizar materiais, revestimentos, eletrólitos, componentes eletrônicos e projetos de pilhas e baterias. Encontra aplicação também

O Galvpot.

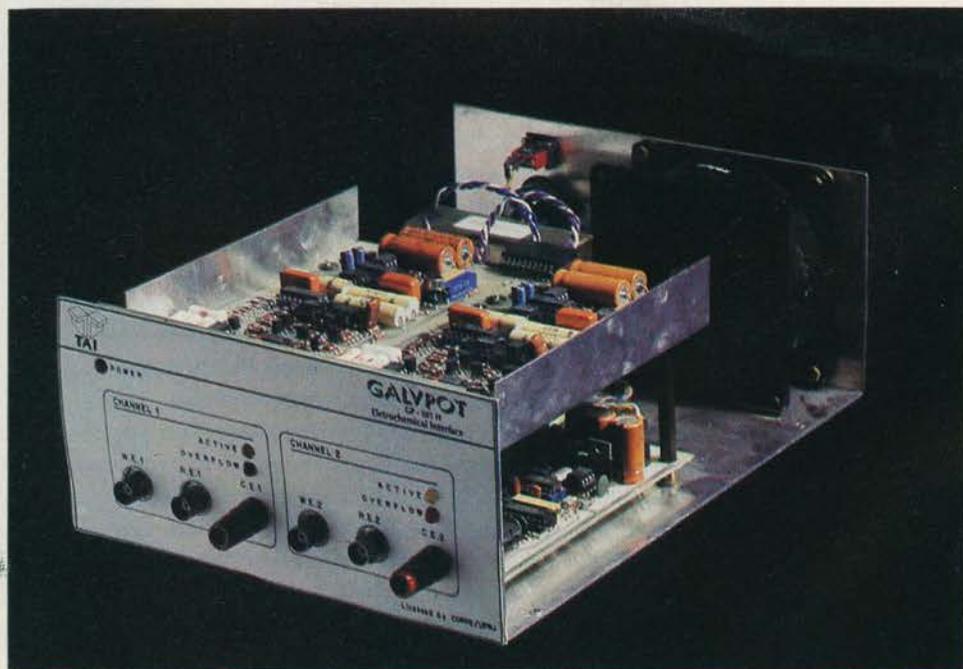


FOTO SIDNEY WAISMANN

nos estudos de fenômenos fotoelétricos, no controle industrial da corrosão e na determinação de medidas biológicas e de propriedades físicas do hidrogênio em materiais.

O equipamento contém, num só aparelho, dois galvanostatos e dois potenciostatos que podem funcionar simultaneamente e independentemente uns dos outros. Os galvanostatos são usados para impor e medir correntes elétricas entre dois eletrodos, eventualmente imersos em um eletrólito líquido ou sólido. Os potenciostatos aplicam e medem os potenciais entre tais eletrodos, tendo por base um padrão denominado eletrodo de referência.

Pesando apenas 2 kg e com dimensões de 21cm x 10cm x 29cm, o Galvpot pode ser utilizado em situações de campo, na indústria, bastando para isto acoplá-lo a um microcomputador portátil. O equipamento permite estabelecer e medir, de forma programável e totalmente controlada, tensões referenciadas entre -2,5 V e +2,5 V, com resolução de 10 micro-Volt, e correntes entre -0,25 A e +0,25 A, com resolução de 1 nano-Amper. Pode ser operado em temperaturas entre 0°C e 55°C, com três tipos de

alimentação de entrada: 127 V ou 220 V (não estabilizadas) e 110 V (estabilizada). A sensibilidade e precisão do Galvpot contemplam ordens de grandeza que o habilitam a detectar fenômenos eletroquímicos inacessíveis aos equipamentos similares.

A conexão com o microcomputador (do tipo compatível com IBM 286 ou superior) é feita por transmissão óptica, através de optocopladores que evitam ruídos e *loops* de terra. Durante a operação, um sistema de autocontrole verifica periodicamente as funções ativas do Galvpot e, em caso de mau funcionamento, desconecta-o do microcomputador. Todos os componentes do *hardware* são facilmente encontrados no mercado nacional.

O RAYSTRESS

O Raystress é um equipamento portátil de raios-X destinado à determinação do estado de tensões em materiais policristalinos. O projeto desse equipamento é de uma equipe liderada por Serguei Ivanov, no antigo Instituto Politécnico de Leningrado, hoje Universidade Técnica de São Petersburgo, na Rússia. A TAI adquiriu o projeto e modernizou-o, em cola-

oração com o próprio Ivanov, no Programa de Engenharia Metalúrgica e de Materiais da Coppe/UFRJ.

O Raystress baseia-se no método de tensometria por raios-X para a determinação das tensões internas de corpos sólidos. As tensões internas mais importantes, do ponto de vista técnico, são de dois tipos: as de utilização, que surgem sob a ação de esforços externos, e as residuais, que independem de esforço externo. Como nem sempre há evidência dessas últimas no material, dois corpos com aparência externa idêntica podem estar sofrendo tensões significativamente diferentes e, conseqüentemente, possuir diferentes propriedades.

As tensões residuais exercem influência acentuada nas propriedades e nos mecanismos de falha dos materiais. Dessas, as mais importantes dizem respeito à fadiga, à corrosão sob tensão, à deterioração das juntas soldadas, às fraturas retardadas induzidas pelo hidrogênio, ao aumento da suscetibilidade à nucleação de trincas em interfaces internas do material, e à fratura por fluência.

Os valores limites das tensões de trabalho, definidos nos projetos executivos, nem sempre são garantias de segurança. Por exemplo, a análise de fraturas de peças, de modo geral, mostra que apenas 10% de todos os casos devem-se a fraturas por esforços aplicados. Em outras palavras, são fraturas devidas à ultrapassagem dos limites estabelecidos no projeto.

Casos como este mostram a importância do controle das tensões residuais. Muitas vezes, entretanto, os objetos a serem analisados são maciços e de grandes dimensões, o que impõe a necessidade do controle *in loco* das tensões residuais. Os equipamentos similares de raios-X existentes no mercado interno e externo não se prestam a essa forma de controle. Os mais conhecidos – o Strainflex MSF-2M e PSF-2M, da empresa Rigaku

O Raystress em ação.



(Japão), e o Mexstress da Mexpert (Finlândia) – são móveis, mas pesam entre 300 kg e 500 kg, enquanto o Raystress pesa 3,6 kg em seu conjunto (ver “Ficha técnica”).

Cabe salientar que, apesar dos incômodos causados pelo emprego de material fotográfico, esse método apresenta vantagens. Em primeiro lugar, o filme permite realizar medições com apenas uma parte da linha de difração, o que aumenta a precisão da medida, graças aos melhores valores médios. Em segundo lugar, uma análise visual fornece informações complementares sobre o estado estrutural do material. Além disso, o filme é um documento seguro sobre a responsabilidade das medidas.

O esquema de raios-X do equipamento contém um focalizador complexo, com o qual se otimiza a configuração global dos elementos. A elaboração detalhada dos parâmetros focalizadores permite obter pequenas exposições, sem necessidade de fonte de energia de potência elevada. A determinação de $\theta\psi_1$ e $\theta\psi_2$ requer o conhecimento de uma série de parâmetros geométricos. Por isto, foram desenvolvidos algoritmos, baseados em padrões especiais, o que assegura uma elevada precisão nas mensurações.

O Raystress foi originalmente testado em usinas atômicas da ex-União Soviética, em tubulações de gás e petróleo e em depósitos de etileno líquido e amoníaco. Um exemplo de teste digno de nota foi a medição de tensões no interior de um recipiente para armazenamento de etileno líquido, com volume de 10.000 m³. O problema consistiu em determinar o grau de segurança para o uso do recipiente, através da determinação das tensões residuais na superfície. As dimensões reduzidas do Raystress permitiram a sua introdução no interior do recipiente, por meio de um pequeno orifício, sem necessidade de remoção de parte da

abóboda da estrutura.

Deve-se observar que o uso de raios-X para medir tensões elásticas é, reconhecidamente, vantajoso em relação a outros métodos físicos de controle de tensões como, por exemplo, o do “furo-cego”. Além de ser destrutivo – pois pressupõe a retirada de parte do material do corpo sólido a ser analisado –, o “furo-cego” exige um padrão de comparação do material não tensionado para se determinar as tensões aplicadas.

Comparado a outros métodos não destrutivos, como o ultra-som, o Raystress tem não só a vantagem de identificar o aparecimento de fissuras e trincas no material, mas também de quantificar e determinar, precisamente, a direção das tensões envolvidas no fenômeno, fornecendo todos os parâmetros necessários para uma análise segura do prosseguimento, ou não, das referidas trincas.

As restrições ao uso da tensometria de raios-X, até o momento, são exclusivamente devidas ao tamanho e ao peso elevados dos equipamentos atualmente existentes. O Raystress vem solucionar esses problemas, possibilitando a extensão

do uso dessa técnica ao ambiente de campo, sem restrições. A importância dessa solução pode ser avaliada, por exemplo, diante da constatação de que o Raystress põe à disposição do usuário parâmetros reais para projetos de estruturas que, antes, eram baseados em valores empíricos de tensão. A consequente redução dos coeficientes de segurança poderá traduzir-se na construção de peças mais esbeltas e absolutamente seguras, com óbvia redução dos custos envolvidos.

FICHA TÉCNICA

O primeiro modelo da família Raystress, já disponível no mercado, tem as seguintes características:

BLOCO DIRETOR

Tensão de alimentação:	110 V a 250 V (AC), 50 Hz a 400 Hz 21 V a 27 V (DC)
Gabarito:	190 mm x 190 mm x 70 mm
Peso:	1,3 kg

FONTE DE ALTA TENSÃO COM TUBOS DE RAIOS-X

Tensão de alimentação:	100 V, desde o bloco diretor
Gabarito:	350 mm x 60 mm de diâmetro
Peso:	2,3 kg
Resfriamento:	ao ar
Alta tensão de trabalho:	25 kV a 30 kV
Corrente:	1,5 mA
Precisão medida:	$1,5 \times 10^{-4} E$, onde E é o módulo de Young
Registro:	filme fotográfico
Tempo de exposição:	3 min a 5 min
Método:	exposição em dois ângulos = $\psi_1 = 0$, $\psi_2 = 50^\circ$
Faixa de ângulos de difração:	65° a 85°
Tempo médio de resposta por medição:	10 min.

Uma faca de dois gumes

O desafio de reunir universidades, empresas e capital num mesmo programa de competência.

O poder de compra do Estado e os incentivos fiscais ao desenvolvimento tecnológico voltam à cena da política industrial.

Saem as estatais e as reservas de mercado.

Será preciso agora definir o rumo que o barco da P&D vai tomar. Qual sua resistência e o que ele vai carregar.

Há um interessante livro escrito por um economista de estreitos vínculos com o Governo Clinton, dos EUA, chamado *O trabalho das nações*. O autor, Robert Reich, mostra como a riqueza das nações não se encontra mais nos seus recursos naturais ou nas grandes empresas, mas na competência de seus técnicos e trabalhadores. Ou melhor, no capital de analistas de sistemas, os "symbolic analysts", de seu sistema produtivo.

Técnicos capazes de localizar problemas ou demandas e transformá-los em projetos e dar-lhes solução ou produto.

Chegamos a conclusão semelhante há alguns anos, ao procurar novas diretrizes para a política de informática. O que importa não é a origem do capital, mas a concentração de empregos qualificados e os "symbolic analysts" que ele cria no país. É esta a riqueza que ganha raízes e consolida o desenvolvimento.

A China, recentemente, concluiu longa negociação com a AT&T que permite a exploração de segmentos do seu mercado de telecomunicações em troca da instalação de laboratórios de P&D, juntamente com instalação de uma fábrica de semicondutores na própria China.

Formar e fixar os engenheiros analistas em atividades produtivas, em um país como o nosso, exige reunir em um mesmo programa universidades, empresas e capital. Itens, entre nós, escassos em densidade tecnológica e afastados de projetos comuns. Academicismo, imediatismo e especulação financeira os separam.

Não basta, portanto, privatizar as estatais e investir em C&T, criar incentivos fiscais ou reservar o poder de compra do Estado. O barco precisa de rumo e boa solda para não desmanchar na primeira tempestade.

Há uma política de incentivos fiscais para produtos de informática aqui efetivamente desenvolvidos e fabricados. É a Lei 8.248, no seu artigo 4º. O "efetivamente" é mais importante que o valor dos incentivos. E não será a burocracia de Brasília a dizer o que é efetivo. É a cultura tecnológica e o programa comum de construção de um país decente e inteligente. As

comissões técnicas que concedem esses incentivos devem ser rigorosas e conscientes de sua responsabilidade.

Lei semelhante foi aprovada há pouco para os investimentos em P&D nas indústrias. Mas, se a qualidade dos projetos incentivados e produtos resultantes não for zelosamente preservada, leis e portarias apenas prolongam a agonia da indústria do imediatismo.

Investir os resíduos da liquidação das estatais em C&T é boa decisão. A escolha de onde investir, como escolher os poucos projetos que podem multiplicar a nossa capacidade de "análise e desenvolvimento", exige sabedoria e boa vista.

O poder de compra do Estado sempre foi instrumento privilegiado de política industrial. Os EUA nunca admitiram estabelecer reservas de mercado mas injetavam, seletivamente, trilhões na economia através das compras do Estado, civis e – principalmente – militares.

Finda a guerra fria, a guerra dos mercados revelou as fraquezas da economia americana. Tanques e canhões não melhoram o preço e a qualidade dos produtos. Nem mesmo recomendam hábitos de consumo, ou melhor, não mais.

O poder de compra do Estado não é escudo – e alimento – do lobby dos cartórios, mas instrumento do programa de fortalecimento de uma indústria competente, qualificada e de alto conteúdo em P&D. Concentrada em segmentos determinados criteriosamente, onde temos possibilidades efetivas de competir e ganhar nas guerras dos mercados, locais e internacionais.

Novamente, o uso indiscriminado do poder de compra do Estado cria, na indústria e na burocracia, um caldo onde se multiplicam privilégios e prepotência. Qualificar, selecionar, estabelecer severos parâmetros de qualidade exige nova mentalidade e formas de ação.

Selecionar e promover avaliações rigorosas de desempenho é condição necessária que devemos associar a uma política de compras do Estado para que este possa contribuir, de fato, para a construção de uma indústria estratégica e competitiva. Que empregue e qualifique engenheiros e analistas. Caso contrário, será poder cupim, transformando em pó qualquer projeto de desenvolvimento.

Ennio Candotti

APOIO ÀS UNIVERSIDADES PELA FINEP: LIÇÃO A SER APRENDIDA

O modelo de financiamento às pesquisas visando alargar as fronteiras do saber foi desenvolvido ao longo de 25 anos. Nos países em desenvolvimento, o modelo amadurecido nestes anos tem servido de base para muitas instituições. A presença da Finep se faz sempre nos segmentos mais distintos da ciência pura e aplicada. A qualidade do grupo de pesquisas é o marco da seletividade. O apoio contínuo e a seleção para a excelência têm sido a marca registrada da Finep. Os resultados são facilmente identificáveis e mensuráveis.

As idéias e os conhecimentos não podem ficar circunscritos aos limites da academia.

É preciso criar condições para a contínua expansão do conhecimento. Porém, necessitamos alimentar a sociedade com o potencial inestimável do saber para a solução de problemas que afetam o bem-estar e a segurança do indivíduo.

O planejamento estratégico aposta na crescente valorização do conhecimento e na importância de agregá-lo aos produtos oferecidos à sociedade.

A universidade, como sua fonte, é apoiada e continuará a sê-lo de forma intensa nos anos que se seguirão. O conhecimento será a alavanca para a mudança de nosso país.



FINANCIADORA DE ESTUDOS E PROJETOS
MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

