



Globo branco:
por duas vezes o
planeta ficou quase
todo sob a neve

NASA

GEOLOGIA

A Terra coberta de gelo

Há 630 milhões de anos
Amazônia era um deserto
debaixo de geleiras

FRANCISCO BICUDO

Em vez de florestas densas com seringueiras, castanheiras e outras árvores com dezenas de metros de altura, a Amazônia de 630 milhões de anos atrás deve ter sido uma vasta planície coberta por uma camada de gelo de até 1 quilômetro de espessura, cercada por mares com geleiras e *icebergs*. Sua localização também parece ter sido diferente da que se imaginava. De acordo com a reconstrução da Terra apresentada há cerca de 30 anos pelo geólogo canadense Paul Hoffman, da Universidade Harvard, Estados Unidos, a Amazônia estaria próxima ao pólo Sul. Mas geólogos de São Paulo, do Amazo-

nas, de Pernambuco e do Pará questionam esse modelo clássico da geologia e revelam que a Amazônia estava, na verdade, bem próxima do trópico de capricórnio – distante da posição anterior pelo menos 4,5 mil quilômetros, quase uma vez e meia a distância de Manaus a São Paulo em linha reta – onde as temperaturas deveriam ser mais altas.

“A Amazônia se encontrava em região intertropical, a 22° de latitude, em uma posição semelhante à atualmente ocupada pelo Estado de São Paulo”, afirma Afonso Nogueira, geólogo da Universidade Federal do Amazonas (Ufam), um dos integrantes da equipe que contou com pesquisadores do Instituto de Geociências e do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas

da Universidade de São Paulo (USP), e das universidades federais de Pernambuco (UFPE) e do Pará (UFPA). Mas como poderia haver gelo perto do trópico? Não foi difícil encontrar uma explicação para esse aparente paradoxo. “As descobertas em território brasileiro reforçam a idéia do *snowball Earth*, uma teoria que postula que por duas vezes, uma delas há cerca de 630 milhões de anos, toda a superfície terrestre ficou debaixo de gelo, fazendo da Terra uma imensa bola de neve”, afirma o geólogo Cláudio Riccomini, coordenador da equipe do Instituto de Geociências da USP.

Nessa época começava a se formar um supercontinente chamado Gondwana, que reuniu blocos rochosos conhecidos como crátons que correspondem

às atuais América do Sul, África, Antártica, Austrália e Índia. Um desses, o cráton amazônico, que mudou de lugar, compreende os atuais estados de Rondônia, Amazonas, Roraima e Amapá, o norte do Mato Grosso e o oeste do Pará, além das Guianas, do Suriname e de parte da Bolívia.

As pistas de que havia uma capa de gelo também no cráton amazônico foram dadas pelos diamictitos glaciais. Formadas por lama e areia, essas rochas em geral apresentam coloração acinzentada e incluem fragmentos de rochas mais antigas, provenientes de regiões remotas. Alguns desses fragmentos apresentam faces relativamente planas, por vezes polidas, que guardam as estrias de abrasão glacial – ranhuras paralelas na rocha causadas pelo atrito com outras rochas, adquiridas quando esses fragmentos estavam na base de geleiras em movimento. Havia diamictitos glaciais bem preservados em uma pedreira de 40 metros de altura e 70 metros de extensão no município de Mirassol d'Oeste, sudoeste de Mato Grosso. Os geólogos da USP, em colaboração com os grupos de Alcides Sial, de Pernambuco, e Cândido Moura, do Pará, examinaram os isótopos de carbono e de estrôncio das amostras colhidas e confirmaram: ali havia preciosidades com mais de 600 milhões de anos.

Registros magnéticos - Com os registros da passagem do gelo pela região vindo à tona, os pesquisadores trataram de tirar da gaveta o mapa desenhado por Hoffman. Não hesitaram em levantar a dúvida: a Amazônia estaria mesmo no pólo Sul? A resposta conclusiva emergiu do emprego de uma técnica que tem sido útil na reconstrução da Terra primitiva, o paleomagnetismo. “Quando as rochas se formam, o campo magnético terrestre fica registrado nelas”, explica Ricardo Trindade, do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da USP. “Na pedreira de Mirassol d'Oeste, a cada 1 ou 2 metros, usávamos uma furadeira es-



NOAA

pecial para coletar cinco ou seis amostras de rocha”, lembra Eric Font, que então começava seu doutorado sob a orientação de Trindade. Em uma sala blindada magneticamente, as amostras – pequenos cilindros de 1 polegada de diâmetro por 2 centímetros de altura – passam por sucessivos aquecimentos, para eliminar os registros mais recentes de magnetismo. As informações sobre o magnetismo original são então comparadas com o campo magnético terrestre, que funciona como um enorme ímã cravado no centro do planeta. “Pode-se assim descobrir a latitude do bloco e a posição em que ele se encontrava, em relação ao eixo da Terra, naquele passado remoto”, diz Trindade.

Com as novas evidências e a concordância do próprio Hoffman, que es-

teve em Mirassol d'Oeste em setembro de 2003, o mapa-múndi da Terra primitiva está sendo redesenhado. Assumindo uma nova posição, relatada no final de 2003 na revista *Terra Nova*, a Amazônia saltou do extremo sul do globo para a região tropical. Ao norte está a Laurentia, o bloco de rocha que forma a atual América do Norte. A leste encontram-se dois outros crátons: o do Congo-São Francisco, correspondente à parte oriental da África e ao Nordeste brasileiro; o outro é o cráton do Rio da Prata, que hoje forma a Região Sul do Brasil e o Uruguai. O mosaico se completava com os crátons da África Ocidental, da Antártica e da Índia. “Como todos os blocos estavam muito próximos, seria difícil imaginar que a glaciação fosse um fenômeno local, restrito à Amazônia”, diz Nogueira. “O mais lógico é que fosse de fato um acontecimento global.”

Outros estudos reforçaram essa idéia. Diamictitos glaciais semelhantes aos de Mirassol d'Oeste haviam sido encontrados na década de 1990 no Canadá e na Namíbia. Em maio deste ano uma equipe da Universidade de Oxford, Inglaterra, descreveu na revista *Geology* depósitos de rochas com características parecidas em Omã, no Oriente Médio, para as quais os dados paleomagnéticos também indicam sedimentação em baixa latitude. Acrescentando outras peças ao quebra-cabeça, os brasileiros aju-

O PROJETO

Estratigrafia de seqüências do grupo Alto Paraguai, neoproterozóico cambriano da faixa Paraguai, Mato Grosso

MODALIDADE

Linha Regular de Auxílio a Pesquisa

COORDENADOR

CLAUDIO RICCOMINI – IG/USP

INVESTIMENTO

R\$ 54.392,98 (FAPESP)



Das geleiras à água: ao lado, capa de dolomito sobre rocha de diamictito (detalhe no alto) indica aquecimento rápido do planeta



FOTOS: CLÁUDIO RICCOMINI/IG-USP

dam a consolidar o cenário da *snowball*, apresentado em 1992 pelo geofísico norte-americano Joseph Kirschvink. Sua idéia nasceu da inesperada descoberta de rochas glaciais no sul da Austrália, também formadas em baixas latitudes.

Kirschvink arriscou então um palpite ousado, que aos poucos se confirma: há pouco mais de 600 milhões de anos, por causa da colossal concentração da massa continental em um só supercontinente, o Gondwana, seria maior a capacidade da Terra de refletir a luz solar. Como a superfície absorveria menos calor, a temperatura do planeta cairia bruscamente. Outra causa desse resfriamento seria a decomposição de silicatos, os minerais mais abundantes na crosta terrestre, em um processo que absorvia gás carbônico da atmosfera, um dos gases que contribuem para o efeito estufa e ajudam a aquecer a Ter-

ra. Essas premissas levaram Kirschvink a ver o planeta como uma gigantesca bola de neve – a *snowball*.

Há um relativo consenso sobre a existência da glaciação, mas restam dúvidas sobre o tempo que a Terra teria permanecido coberta de neve. Os estudos feitos pelos brasileiros na Amazônia mostram que em apenas 100 mil anos, um tempo geologicamente curto, a temperatura da superfície do planeta pode ter passado de 50°C negativos para quase 60°C positivos. A conclusão veio da análise dos dolomitos, rochas de carbonato de cálcio e de magnésio, que cobriam os diamictitos de Mirassol d'Oeste. Formados em águas quentes do mar, os dolomitos dali são tão antigos quanto os diamictitos – é um sinal de que o gelo que cobria a Terra já estava totalmente derretido quando surgiram. Em outro artigo, publicado

na *Geology*, a equipe brasileira revelou um detalhe importante dessas rochas: tanto os diamictitos glaciais quanto os dolomitos apresentavam deformações que ocorreram quando ainda estavam moles, não consolidados. “Essas deformações evidenciam que as mudanças de condições glaciais para climas quentes foram muito rápidas”, afirma Riccomini.

Sempre viva - Mesmo com o gelo cobrindo quase toda a superfície terrestre, Thomas Fairchild, pesquisador do Instituto de Geociências da USP e coautor desse trabalho, não acredita que a vida sobre a Terra tenha desaparecido. “É difícil imaginar que a evolução dos animais, que já havia começado, tenha sido interrompida para depois ser retomada”, comenta. Para ele, o processo que gerou a *snowball*, apesar de intenso, não teria sido tão radical. Devem ter resistido bolsões de mares, principalmente nas proximidades do equador, com nutrientes para os primeiros seres pluricelulares – microscópicos, ainda com tecidos pouco definidos, parentes dos atuais corais e esponjas. Só muito mais tarde, quando as temperaturas começaram a subir, é que a vida se espalhou pelos continentes e surgiram novas linhagens de animais e plantas. “A ausência de fósseis dificulta os trabalhos”, diz Fairchild, “mas estamos aprendendo muito sobre a vida remota no planeta por caminhos paralelos”.

Na mesma pedreira de Mirassol d'Oeste foi encontrado um tipo de petróleo primitivo, talvez o mais antigo do Brasil. É um betume preto, viscoso como o mel e de aspecto vítreo. Representa um dos últimos estágios de maturação da matéria orgânica, encontrado em poros, bolsões e fraturas nas rochas carbonáticas. Segundo Nogueira, é outro sinal claro de vida terrestre imediatamente após a glaciação, já que o hidrocarboneto se forma a partir da decomposição de seres vivos. Esse material está sendo estudado em cooperação com pesquisadores da Universidade de Nancy, na França, em busca de informações sobre os organismos que o formaram. “Provavelmente, trata-se de bactérias primitivas”, acredita Nogueira. Como não é uma jazida, esse petróleo não tem importância econômica. Seu valor é puramente científico. ●