

Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados

Centro de Documentação e Informação

Coordenação de Biblioteca

<http://bd.camara.gov.br>

"Dissemina os documentos digitais de interesse da atividade legislativa e da sociedade."

O Ano Internacional do Planeta Terra e o clima



*¹ Carlos Oiti Berbert, geólogo, coordenador-geral das Unidades de Pesquisa, Ministério da Ciência e Tecnologia.

O Ano Internacional do Planeta Terra – ciências da Terra para a sociedade

Entre todos os campos do conhecimento científico, as denominadas Ciências da Terra são as que mais interagem com o cotidiano das pessoas. Do alimento que se consome à energia que se gasta, da água que se bebe e se utiliza para os mais variados fins aos materiais de construção e objetos e equipamentos de uma casa, dos meios de transporte ao ar que respiramos, em tudo estão presentes as geociências e o desenvolvimento tecnológico delas originado. E tudo depende ou advém, direta ou indiretamente, dos recursos disponibilizados pelo nosso planeta.

No entanto, a sociedade em geral pouco sabe ou se sensibiliza com essas facilidades colocadas à sua disposição e, por falta desse conhecimento, não aproveita totalmente os benefícios que elas trazem para sua vida ou, no outro extremo, concorre para mal utilizá-las ou para degradá-las rapidamente.

Foi com esse pensamento que a *International Union of Geological Sciences – IUGS*, uma das mais antigas organizações geocientíficas do mundo, propôs, durante o 31º Congresso Geológico Internacional de Geologia, realizado no Rio de Janeiro em 2000, o lançamento de um Ano Oficial para a Terra, idéia essa que acabou sendo levada pela Tanzânia às Assembléias da Unesco, primeiramente, e dessa à da ONU, em 2005, que acabou por proclamar 2008 como o Ano Internacional do Planeta Terra, com o apoio de 191 nações (Berbert, 2006).

As atividades do AIPT já se iniciaram em janeiro de 2007 e deverão se encerrar em dezembro de 2009, com o objetivo principal de divulgar junto à sociedade, aí incluídas também as classes dirigente e política, a importância das Ciências da Terra para o bem estar e até mesmo para a sobrevivência da humanidade, assim como de lançar uma série de reflexões que conduzam à solução de graves problemas e incógnitas que ainda persistem no âmbito das geociências e que podem trazer grandes benefícios e evitar outros malefícios à vida do homem no planeta.

Nesse sentido, mais de duas dezenas de cientistas de renome foram chamados a contribuir com essas reflexões, do que redundou a seleção de dez grandes temas para serem tratados prioritariamente sob a égide do AIPT: Água Subterrânea, (mega) Cidades, Clima, Crosta e Núcleo Terrestres, Desastres Naturais, Oceanos, Recursos Naturais (Minerais) e Energia, Solos, Terra e Saúde (geologia médica ou geomedicina), Terra e Vida (evolução da vida na Terra). De certa forma, a grande maioria desses temas interagem entre si de uma forma ou de outra, direta ou indiretamente. Muitos dos problemas das águas subterrâneas, ou por elas causadas, estão relacionados ao seu aproveitamento adequado ou não nas grandes cidades, na irrigação para a agricultura, na saúde humana, em alguns dos desastres naturais (deslizamentos de encostas, abatimento de cavidades superficiais). Assim também acontece com o tema *solos* em relação à produção de alimentos, à expansão urbana, ao desenvolvimento de bactérias, retenção de nitrogênio e carbono, e assim por diante.

Por seu turno, o tema Clima talvez seja o que mais influencia hoje ou influenciou no passado os demais temas selecionados para o AIPT. Dele dependem (ou dependeram) a formação ou ausência dos solos, o comportamento dos oceanos, muitos dos desastres naturais

(furacões, secas e desertificações, inundações), a formação dos depósitos glaciais, os processos de erosão, a evolução das espécies na face da Terra e sua saúde e sobrevivência. E é o clima que mais se vê alterado, local, regional ou mundialmente, com a emissão de gases e poluição atmosférica em geral provocadas pelo ser humano.

O AIPT e o clima

A próxima grande extinção de espécies poderá ser provocada pelo aquecimento global acelerado, detectado pelos cerca de 2.500 cientistas de 130 países que elaboraram os recentes Relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas.

Mudanças antigas no sistema climático da Terra estão “escritas em pedra”. A natureza e as propriedades das acumulações de poeira e gelo, dos sedimentos nos lagos e oceanos, o tamanho, forma e posição dos campos de dunas e terraços fluviais, as seqüências das associações de plantas e animais fósseis, antigas linhas de costa, o crescimento das linhas de corais, os anéis em troncos de árvores e a formação de cavidades carbonáticas, os registros arqueológicos e de escrita de antigas sociedades, todos contêm elementos da história (climática do planeta, n.a.). (Dodson et alii 2005).

A história da humanidade, suas ações, culturas e diferenças sociais estão intimamente ligadas às condições climáticas prevalentes nos diversos períodos da evolução terrestre e nas diferentes regiões do planeta. Dessa forma, o entendimento dos fenômenos climáticos passados é de suma importância para se prospectar o futuro, e isso pode ser feito através do estudo das paleosociedades, seu comportamento, sua alimentação, além dos registros puramente geológicos. A importante interação entre os oceanos, a atmosfera e os ambientes terrestres tem se evidenciado através dos tempos, tornando mais complexa a análise das condições paleoclimáticas.

É sabido que na história do planeta Terra aconteceram pelo menos cinco períodos de extinção em massa de espécies, direta ou indiretamente relacionados a fenômenos climáticos (CNRS Intl. Magazine, 2006). Dessas extinções, a mais conhecida foi a dos dinossauros há cerca de 65 milhões de anos, aparentemente em função do choque de um gigantesco meteorito, que provocou uma alteração profunda no clima do planeta. A próxima grande extinção de espécies poderá ser provocada pelo aquecimento global acelerado, detectado pelos cerca de 2.500 cientistas de 130 países, que elaboraram os recentes Relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. Pelos levantamentos divulgados, a temperatura superficial da Terra aumentou 0,6 °C nos últimos cem anos, e as previsões para o final deste século são para um aumento entre 1,5 e 4,1 °C no mínimo (ou até 6,4 °C para alguns analistas!). A primeira consequência (já observada na prática) é o derretimento das coberturas de gelo das altas cadeias de montanhas e das regiões polares, com o decorrente aumento do nível dos oceanos em escalas que poderão ir de poucos centímetros a mais de meio metro, dependendo das condições de evaporação das águas e das modificações esperadas nas correntes submarinas. Qualquer que seja o nível de elevação, no entanto, os resultados serão dramáticos, mormente por se saber que 75% da população mundial estará vivendo em uma faixa de 100 km de largura da zona litorânea até 2025, em comparação com os 60% do começo deste século XXI (in CNRS Intl. Magazine, op. cit).

O aquecimento global é inevitável, mesmo porque faz parte da evolução da Terra. A humanidade só tem capacidade para retardá-lo, em relação ao que hoje está ocorrendo, tomando medidas de contenção de emissão de gases poluentes e descobrindo novas formas de produção de energia e alimentos através de processos “limpos”, entre outras. As previsões climáticas deverão se tornar mais e mais sofisticadas de sorte a atenderem às crescentes demandas dos setores agrícola e industrial por informações rápidas e confiáveis e da própria sociedade quanto a eventos climáticos extremos como furacões, secas prolongadas e enchentes extraordinárias, para apenas citar algumas.

Na preparação do tema Clima, do Ano Internacional do Planeta Terra, cientistas levantaram algumas questões-chave para reflexão e eventuais direcionamentos para pesquisas acadêmicas e tecnológicas:

- 1) Qual é o “grande cenário” para os padrões de mudança climática nos dois ou, se possível, quatro últimos períodos glaciais da Terra?

O reconhecimento desses padrões, sobretudo nos últimos ciclos glaciais, é essencial para se entender como os sistemas climáticos se comportam em larga escala e como se desenvolveram e se espalharam as sociedades humanas e espécies animais e vegetais em função deles.

Sabe-se que nos últimos 600 milhões de anos a Terra teve vários episódios glaciais e de efeito estufa. Apenas nos últimos dois milhões de anos aconteceram várias expansões e retrações de gelo, a mais recente das quais (e uma das mais severas) ocorreu tão somente 21.000 anos atrás, cobrindo vastas regiões da América do Norte, norte da Europa e cadeias de montanhas.

Alguns desses episódios foram lentos, levando milhares de anos para se concluir e tiveram influência global; daí a hipótese de seu relacionamento com variações na órbita da Terra ao redor do Sol. Outros, no entanto, levaram entre cem e mil anos e devem estar relacionados a outros fenômenos que não as variações de órbita. Quais? Em alguns casos, a retração do gelo fez aparecer vastas áreas da plataforma continental que chegaram a ser cultivadas por civilizações primitivas, para logo depois serem novamente cobertas pelas camadas geladas (Dodson, op. cit). O que realmente acontecerá neste nosso tempo e quais as suas conseqüências para as gerações futuras?

- 2) Qual foi a variabilidade climática nos últimos mil anos?

As mudanças climáticas se mostram nas variações de temperatura, no volume de precipitações pluviométricas e na ocorrência de eventos extremos como



secas prolongadas, tempestades, furacões e inundações mais constantes e violentas, com reflexos negativos na produção de alimentos, na incidência de incêndios, na qualidade da água e prejuízos na infra-estrutura de cidades de zonas rurais.

Nos últimos mil anos, a humanidade não sofreu severamente com as ligeiras mudanças de clima. No hemisfério norte, por exemplo, os séculos XI e XII tiveram temperaturas amenas, e do século XIV ao XIX elas foram ligeiramente mais baixas do que as atuais. Esses períodos são historicamente denominados Período Medieval Quente e Pequena Idade do Gelo, respectivamente (Dodson, op. cit). No primeiro, houve um avanço das culturas de trigo no Norte e de vinho mais ao Sul. No período mais frio, aumentou o registro de doenças e houve um declínio na produção agrícola em algumas áreas. Em muitos locais as temperaturas anômalas não ultrapassaram 0,2 a 1 °C das temperaturas observadas durante o século XX. O que ocorrerá, verdadeiramente, com os aumentos de temperatura previstos nos Relatórios do PIMG (IPCC) até o final deste século?

Estudos mais profundos sobre as variações de correntes, como El Niño, e a velocidade de degelo nas regiões polares, assim como sobre o lançamento de poeira e gases vulcânicos na atmosfera (veja-se o Kilauea, o St. Helen, o Etna, o Stromboli, o próprio Krakatoa, que continua a crescer e a expelir material para a atmosfera), devem ter prioridade, segundo os especialistas em clima.

3) Que impacto as mudanças climáticas em passado recente provocaram nas sociedades?

Muitas civilizações desapareceram durante a história da humanidade por diversas razões, incluindo o clima. É possível que secas prolongadas tenham sido responsáveis pelo colapso de várias culturas na América Central, Índia e centro dos Estados Unidos.

Em outras partes do mundo, grandes inundações, como as do Yangtsé, na China, ou as provocadas pelas moções no Paquistão e na própria Índia, afetaram e continuam afetando milhares de pessoas, enquanto em outras regiões a desertificação se estabeleceu e se expandiu rapidamente.

Os recentes tufões Katrina, nos EEUU, e Catarina, em Sta. Catarina, Brasil, assim como a drástica seca ocorrida no noroeste da Amazônia em 2005/2006, são outros exemplos de fenômenos extremos que podem fornecer importantes elementos para a melhor compreensão de sua origem e efeitos.

O estudo desses fenômenos e o incremento da tecnologia de previsões meteorológicas e de engenharia de construções poderão certamente, em futuro próximo, minimizar as terríveis consequências sociais e econômicas deles decorrentes.

4) Qual o papel das atividades humanas nas mudanças climáticas?

Embora já se saiba que o homem está tendo um papel importante na elevação das temperaturas atuais, ainda falta entender qual a intensidade desse papel e qual a sua interação com o fenômeno de natureza normal que está acontecendo.



Não existem dúvidas também de que transformações atmosféricas de natureza química vêm acontecendo através do lançamento de gases poluentes, tóxicos, em função das atividades industriais e das grandes queimadas, sobretudo em regiões de florestas tropicais. Mas em que nível isso está sendo prejudicial?

Lagos e açudes poderão secar por completo ou se tornarem salgados demais para consumo, e as fontes de energia atuais poderão ser afetadas dramaticamente.

Por outro lado, inúmeras substâncias químicas foram sintetizadas nos últimos anos para aplicações, entre outras áreas, na agricultura. Seu verdadeiro papel perante a biodiversidade e a contaminação dos aquíferos subterrâneos ainda merece estudos aprofundados.

Nos últimos anos se avançou muito nos cálculos estimativos das emissões de gases responsáveis pelo efeito estufa, mas quanto deles se perde na atmosfera? Quanto permanece nos solos, nas águas ou é absorvido pelas grandes florestas? Quanto é absorvido pelos oceanos?

Essas questões, fundamentais para as previsões climáticas futuras, abrangem estudos pedológicos, biológicos, oceanográficos, hídricos, sedimentológicos, agrícolas e industriais específicos que demandam modelagens diversas.

No fundo, o que se precisa saber com mais confiança é qual a contribuição da natureza para o aquecimento global e qual a verdadeira participação/intensidade do homem nesse fenômeno para que se tomem medidas rápidas e corretas, visando minimizar os seus efeitos. As recomendações contidas no Protocolo de Kyoto constituem-se em boas medidas indicativas, mas não podem ser consideradas definitivas.

No Brasil, excelente trabalho vem sendo desenvolvido na Amazônia sob a coordenação do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – Inpa, do Ministério da Ciência e Tecnologia. Trata-se do Projeto LBA – Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia, “uma iniciativa internacional liderada pelo Brasil, com o objetivo de compreender o papel da Amazônia no sistema climático da Terra e o papel dos impactos dos usos da terra da região e das mudanças globais nos próprios sistemas amazônicos” (Ministério da Ciência e Tecnologia, 2007). Atualmente, o LBA conta com a participação de mais de dois mil pesquisadores e mais de cem instituições de pesquisas do Brasil, EEUU, Europa e outros países sul-americanos. Iniciado em 1998, por meio de acordos internacionais, conta ele com financiamentos nacionais e internacionais, já tendo treinado e formado mais de novecentos jovens pesquisadores. No rol de suas pesquisas encontram-se estudos sobre a química da atmosfera, o armazenamento e trocas de carbono, as mudanças dos usos da terra e da vegetação, a Biogeoquímica, a física do clima, a hidrologia e química das águas, entre outros.

5) Qual é o papel das modelagens na previsão climática futura e como podemos confirmar os seus méritos?

A simulação de situações através de modelagens matemáticas ainda é a melhor maneira de fazer previsões climáticas. Essas modelagens usam equações matemáticas que procuram descrever o mundo físico e as dinâmicas envolvendo a atmosfera, os oceanos e as áreas emersas. Cerca de 25 modelos globais de simulação são comumente usados e, quando confrontados entre si, mostram variações que vão de ligeiras a intensas, refletindo as dificuldades que ainda

se tem para integrar todas as informações do meio físico. Essa dificuldade ainda é maior no hemisfério sul, onde os bancos de dados são mais recentes e escassos.

Mais recentemente, os sistemas de previsão têm procurado integrar as questões de clima propriamente ditas com as de natureza econômica, demográfica, agrícola, industrial e ecossistemas naturais. Mas ainda se está longe de resultados rápidos e absolutamente confiáveis de médio e longo prazos, cada vez mais requeridos. O Brasil teve, nesta última década, um avanço considerável no assunto graças, em especial, às pesquisas desenvolvidas no Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – Inpe, Ministério da Ciência e Tecnologia.

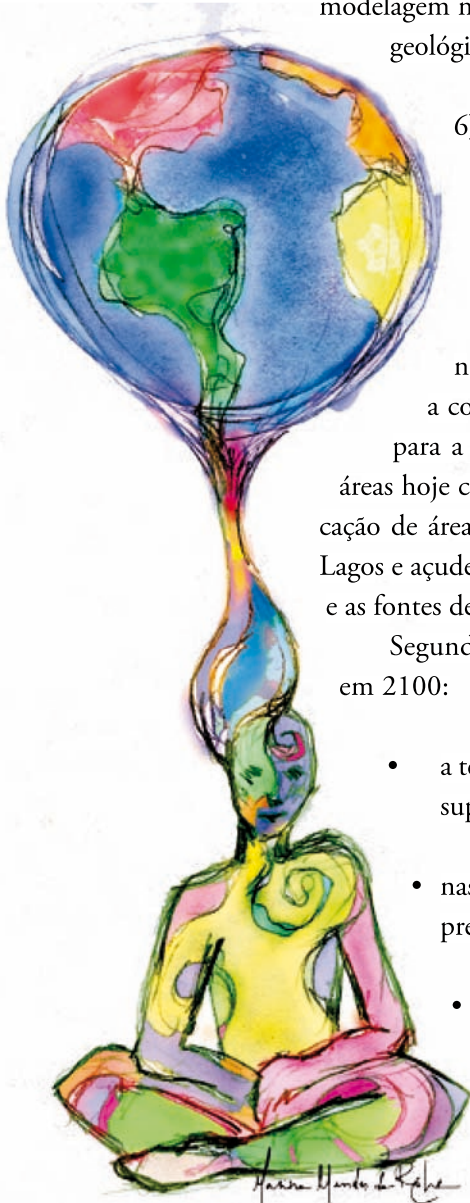
As prioridades de pesquisas recomendadas para o Ano Internacional do Planeta Terra devem incluir a obtenção de melhores séries históricas de dados com uma melhor cobertura geográfica, especialmente no hemisfério sul e nas regiões dos trópicos, unindo-se a modelagem moderna com paleodados obtidos de estudos paleoecológicos, arqueológicos e geológicos, entre outros.

6) O que esperar do futuro e das trajetórias futuras do clima?

O clima do futuro afetará praticamente tudo na Terra, impactando a segurança alimentar, a agricultura e a pecuária, a produção industrial, as construções civis, militares e espaciais, os recursos hídricos e biológicos, a frequência das grandes tormentas, furacões, inundações, a elevação dos níveis dos oceanos e o contorno dos litorais, a biodiversidade como um todo, a cobertura de gelo das montanhas e das regiões polares, com particular atenção para a Groenlândia, nordeste do Canadá e Sibéria, o aumento da savanização em áreas hoje cobertas de florestas, a exemplo da Amazônia, ou a intensificação da desertificação de áreas semi-áridas como o Nordeste brasileiro ou o centro e noroeste da África. Lagos e açudes poderão secar por completo ou se tornarem salgados demais para consumo, e as fontes de energia atuais poderão ser afetadas dramaticamente.

Segundo os Relatórios do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas, em 2100:

- a temperatura global poderá aumentar até 6,4 °C (os cientistas admitem variação superior a 1,1 °C);
- nas regiões de média e alta latitude poderá haver um aumento de até 20% nas precipitações de chuvas e de nevascas;
- a cada ano, entre 2 e 7 milhões de pessoas serão afetadas por inundações, sobretudo em áreas costeiras de grande densidade demográfica e nos deltas da África Ocidental, da Ásia e do rio Mississippi;



- o nível do mar deverá se elevar entre 18 e 59 cm em média, dependendo da queima de combustíveis fósseis;
- cerca de 3,2 bilhões de pessoas, pelo menos, poderão sofrer com o problema da falta ou poluição de água potável, e 600 milhões deverão ser atingidas por secas, degradação e salinização dos recursos hídricos;
- entre 20% e 30% das espécies animais e vegetais correrão o risco de desaparecer se as temperaturas mundiais aumentarem entre 1,5 e 2,5 °C.

O desenvolvimento de modelos climáticos confiáveis diminuirá o grau de incerteza da sociedade, que poderá melhor se precaver contra os desastres que, se prevê, vão ocorrer até o final deste século.

As Ciências da Terra, como abordadas no Ano Internacional do Planeta Terra, se acionadas adequadamente no campo das pesquisas e da divulgação junto à sociedade, certamente minimizarão as conseqüências das mudanças climáticas.

Sumário de agenda de pesquisa recomendada no âmbito do AIPT

A Corporação para o Ano Internacional do Planeta Terra, encabeçada pela IUGS e pela Unesco, recomenda a seguinte agenda de pesquisa para o tema Clima no âmbito do AIPT:

- aumento do conhecimento dos padrões climáticos e ambientais nos dois últimos períodos glaciais da Terra;
- identificação de como as condições glaciais se desenvolveram e se retraíram;
- identificação da frequência e causas dos eventos extremos nos registros geológicos;
- construção de séries históricas mais amplas e com melhor resolução, especialmente das regiões dos trópicos e do hemisfério sul;
- melhor entendimento do sistema de calor tropical e de como ele se liga à variação climática em zonas temperadas;
- estudos paleoambientais focados em áreas com melhores registros arqueológicos, especialmente onde ocorreram mudanças culturais;
- estudos de processos em biologia, geologia, pedologia e oceanografia, objetivando identificar as relações entre clima e mudanças nos sistemas, incluindo estudos de variabilidade do fluxo de carbono;

- identificação mais precisa das zonas litorâneas onde ocorrem subsidências e levantamentos, como forma de subsídios para se avaliar a elevação do nível dos oceanos;
- cooperação entre cientistas que trabalham com modelagem e paleodados;
- promoção de avanços das metodologias cronológicas;
- análises de dados instrumentais e biofísicos para se descobrirem ligações, sensibilidade, inércia e defasagem em sistemas nas diversas regiões hoje observadas.

Outras informações sobre o Ano Internacional do Planeta Terra no Brasil

Em novembro de 2006 foi constituído o Comitê Nacional, que está encarregado de coordenar, promover e apoiar as atividades do Ano Internacional do Planeta Terra no Brasil, e cuja ligação com a Corporação Internacional é feita através de um Conselheiro Sênior, no caso, o autor deste artigo.

Presidido pela Academia Brasileira de Ciências, o Comitê tem, em sua composição, membros representantes das seguintes organizações, cada uma delas relacionada a um ou mais dos temas prioritários selecionados para o AIPT: Sociedade Brasileira de Geologia (SBGeo), Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (Abas), Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), Serviço Geológico do Brasil (CPRM), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (Ibama), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Petróleo Brasileiro S/A (Petrobras), Instituto Brasileiro de Mineração (Ibram), Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Cada uma dessas organizações coordena outras instituições de suas áreas através de Comitês Temáticos.

Em 25 de janeiro deste ano, em cerimônia de abertura da Exposição sobre o Planeta Terra, na Estação Ciência da Universidade de São Paulo, houve o lançamento das atividades do AIPT no Brasil, com a presença de várias autoridades, incluindo o secretário executivo da Corporação Internacional, ex-presidente da União Internacional de Ciências Geológicas e idealizador do Ano Internacional do Planeta Terra, Dr. Eduardo de Mulder. Uma série de eventos já aconteceram ou estão programados para acontecer até dezembro de 2009, incluindo congressos, simpósios, *workshops*, cursos, painéis, lançamento de livros, cartilhas, literatura de cordel, entrevistas e programas na televisão e rádio, visando à maior divulgação possível do ANO e seus objetivos junto à sociedade e às classes política e de dirigentes. O destaque neste ano será a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, coordenada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, a ocorrer no início de outubro em todas as capitais e grandes cidades brasileiras, com o tema TERRA e uma gama de atividades voltadas para a população em geral e estudantes em particular.

Em fevereiro de 2008 pretende-se que, em sessão solene no Congresso Nacional, se faça o lançamento oficial do Ano Internacional do Planeta Terra nos mesmos moldes e época em que estará acontecendo na Europa, América do Norte, Ásia, Oceania e África, em países selecionados, com a presença da direção da Corporação Internacional para o AIPT.

Referências bibliográficas

Berbert, C. O. – Ciências da Terra para a Sociedade: o Ano Internacional do Planeta Terra. *Revista USP*, São Paulo, n.71, p.70-80, setembro/novembro 2006.

Dodson, J. et alii – Climate Change – the “stone tape”. In: Planet Earth in our hands. International Year of Planet Earth, IUGS Secretariat. Norway. www.yearofplanetearth.org.

French National Centre for Scientific Research. CNRS International Magazine, nº 3. Paris, 2006, p. 419-27.

Ministério da Ciência e Tecnologia – Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia – LBA. <http://lba.inpa.gov.br/lba/>. Junho 2007.