



International Year of Planet Earth

IYPE Secretariat

NGU

N-7491 Trondheim

NORWAY

T + 47 73 90 40 00

F + 47 73 92 16 20

E iype.secretariat@ngu.no

www.yearofplanetearth.org

Alterações climáticas - *registos nas rochas*

Ciências da Terra para a Sociedade



www.yearofplanetearth.org

Prospecto relativo a um tema-chave do Ano Internacional do Planeta Terra 2007-2009



Qual o propósito deste prospecto?

Este prospecto é relativo a um dos principais temas científicos a tratar no âmbito do Ano Internacional do Planeta Terra.

Descreve, de forma acessível, por que motivo este tema foi escolhido e qual a razão de toda a investigação com ele relacionada — e que o Ano Internacional espera apoiar — é de importância vital para a nossa compreensão do Sistema Terra e da sociedade.

O prospecto foi escrito por um conjunto de especialistas mundiais reunidos sob os auspícios do Comité do Programa Científico do Ano Internacional do Planeta Terra.

Para saber mais...

Para saber mais acerca dos outros temas de investigação contemplados, é favor consultar www.yearofplanetearth.org e www.progeo.pt/aipt (onde podem ser encontradas todas as nossas publicações).

O que fazer de seguida...

Se é um cientista que deseja desenvolver uma proposta de investigação sobre este tema, por favor visite o site www.yearofplanetearth.org, descarregue o formulário "*Expression of Interest (Science)*" adequado e siga as instruções ou envie-o para o Ano Internacional. Se não conseguir encontrar o formulário que pretende, isso significa que ainda não está em condições de ser disponibilizado. Neste caso, por favor, continue a visitar o *site*.

Introdução - registos nas rochas

As alterações do clima terrestre no passado encontram-se “gravadas nas rochas”. Os elementos dessa história estão contidos na natureza, através das acumulações de gelo e de poeiras, em sedimentos lacustres e oceânicos, nos sedimentos de campos dunares e de terraços fluviais, em fósseis de plantas e animais, no registo de antigas linhas de costa, no crescimento de corais, nos anéis de troncos de árvore e de formações calcárias em grutas, assim como em registos escritos e arqueológicos de sociedades do passado.

A história da raça humana e das suas culturas deve muito às variações do clima no passado. O conhecimento sobre os paleoclimas constitui um passo decisivo no entendimento sobre como nos tornámos naquilo que somos. Da mesma forma, não há dúvidas de que o nosso futuro será fortemente influenciado pelo clima.

Os cientistas que investigam o dinâmico sistema terrestre têm noção da sua complexidade e dos seus constantes reajustes. Actualmente, pela primeira vez, uma espécie, o *Homo sapiens*, tornou-se o principal agente de transformação do Sistema Terra e dos padrões climáticos. Estamos igualmente a observar e a entender melhor o modo como essas transformações ocorrem, a escalas relevantes para as regiões e sociedades onde vivemos. Para isso, é necessário perceber a diferença entre a variabilidade natural e a variabilidade devido à influência humana (muitas vezes chamada de variabilidade “antrópica”). Contudo, com o passar do tempo, esta distinção aparentemente clara tornar-se-á cada vez mais indistinta.

Os dados históricos demonstram a importância das ligações entre oceanos, atmosfera e alterações do coberto vegetal. Os escassos 100 anos de registos climáticos contêm apenas uma pequena amostra da variabilidade climática. A nossa capacidade para perceber o passado geológico através de dados registados nas rochas aumenta com os avanços científicos e tecnológicos. No entanto, é essencial que exemplos representativos dos melhores arquivos naturais sejam salvaguardados, permitindo a consulta pelos futuros cientistas, os quais possuirão conhecimentos mais detalhados e melhor tecnologia do que a actual.

Este documento apresenta uma série de questões demonstrativas do contributo das Ciências da Terra para o melhor conhecimento das alterações climáticas, assim como aponta os temas de investigação que melhor podem contribuir para o bem-estar da sociedade.



A Terra tem registado diversos episódios de arrefecimento e aquecimento climáticos

Questões-chave

Que conhecimento se tem dos padrões das alterações climáticas registadas ao longo dos últimos quatro ciclos glaciários?

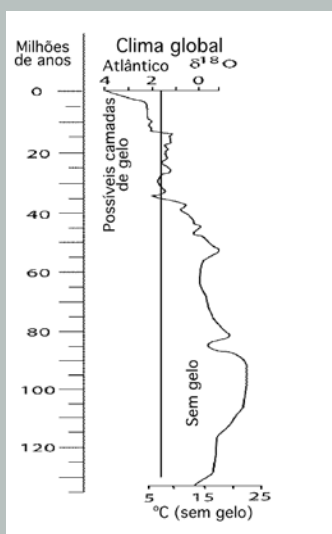
Durante os 4600 milhões de anos de existência da Terra, ocorreram diversos episódios climáticos de arrefecimento e aquecimento. Desde a década de 1960 foi possível identificar vários avanços glaciários apenas nos últimos 2 milhões de anos. O último máximo glaciário (apenas há 21000 anos) foi um dos mais intensos, tendo coberto de gelo as regiões montanhosas e vastas áreas da América do Norte e do norte da Europa. Mesmo em áreas muito áridas, como o Planalto Tibetano, havia, quanto muito, uma cobertura irregular de gelo.

Estudos recentes na leitura e na datação de registos obtidos nos oceanos, nas camadas de gelo das regiões polares e em formações de partículas finas e de paleossolos na China Central, demonstram que os principais eventos climáticos afectaram a Terra no seu todo. A explicação mais viável para esta ocorrência centra-se nas variações da órbita terrestre em torno do Sol.

O interesse dos cientistas voltou-se recentemente para a explicação do aumento e diminuição da cobertura de gelo e para a descoberta de que houve muitos eventos rápidos e de curta duração (em escalas temporais entre os 100 e os 1000 anos). Pela sua duração, estes eventos não podem estar relacionados com as variações orbitais, mas sim com outros processos do Sistema Terra. Se acontecessem actualmente, essas rápidas e intensas alterações causariam graves problemas nas sociedades e nas suas economias.

A investigação sobre as relações dos diversos fenómenos tem sido alvo de pesquisas recentes. Por exemplo, como é que eventos que se iniciam no Atlântico Norte parecem ter efeitos na Ásia Oriental? Qual a relação entre os vários sistemas de monções? Como é que alterações num desses sistemas podem alterar a dinâmica de outros?

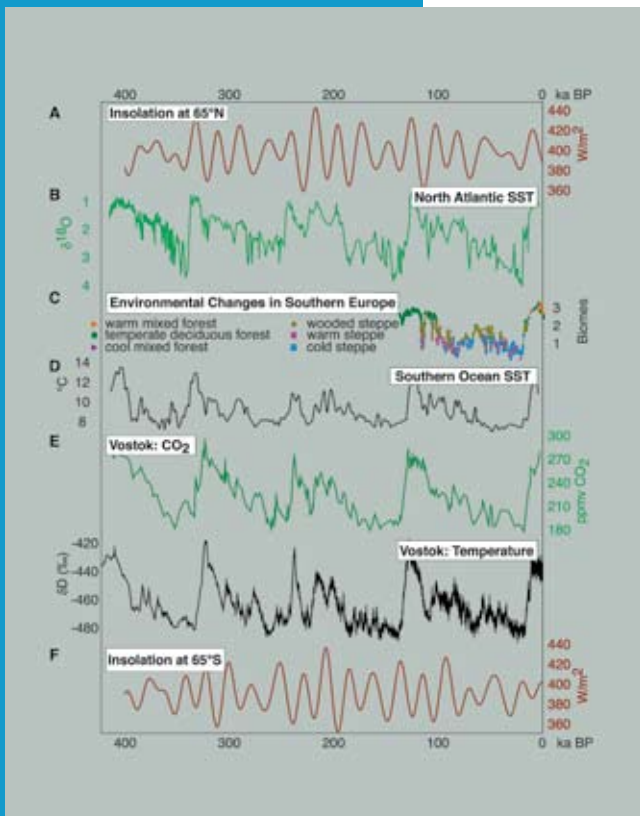
A cada um dos máximos glaciários está associado um nível do mar muito inferior ao actual. Nalguns casos, vastas plataformas continentais ficaram expostas, tornando-se áreas ocupadas por plantas, animais e pessoas e obstruindo a ligação entre os oceanos Índico e Pacífico. Essas áreas contribuíram igualmente para o aumento da produção (natural) de gases de efeito de estufa. A interpretação dos vestígios arqueológicos e da disseminação da cultura humana deve ter em conta a história das variações do nível do mar. O reconhecimento das características comuns aos ciclos glaciários mais recentes é uma base fundamental para compreender o funcionamento dos sistemas climáticos numa vasta escala e do desenvolvimento e difusão das sociedades humanas (nos dois últimos ciclos).



Fonte: M. Coffin, IODP



Este gráfico mostra diversos registos que indicam alterações climáticas síncronas em vários locais da Terra, ao longo das últimas quatro glaciações (Alverson *et al.*, 2003).



Qual tem sido a variabilidade climática ao longo dos últimos 1000 anos?

Os climas variam quanto à temperatura, precipitação e frequência de eventos extremos como secas, tempestades e inundações, factores que controlam a produtividade dos sistemas naturais e agrícolas, a frequência dos incêndios florestais, a qualidade da água e os danos em bens e infra-estruturas.

Uma observação cuidadosa dos registos climáticos a longo prazo é importante para as sociedades modernas na medida em que fornece uma base para o conhecimento de tendências recentes e as suas causas potenciais. O início do Holocénico (há aproximadamente 10000 anos) foi um período com uma influência antrópica restrita nos sistemas climáticos. Foi também nesse período que se iniciou a agricultura, aparentemente em vários locais, como por exemplo, no Levante e nos vales dos rios Yangtzé e Amarelo. Há cerca de 5000-6000 anos, os sistemas agrícolas difundiram-se pelo leste e oeste do continente Euroasiático e há 3000 anos vastas áreas em todo o mundo eram já cultivadas. Os registos geológicos demonstram que todas estas mudanças foram acompanhadas de desflorestação, de incêndios, de maiores taxas de erosão, assim como de pequenas obras de engenharia com vista a reter ou retirar água em excesso dos solos.

Por esta altura, o Homem tornou-se numa forte influência nos processos da paisagem à escala regional, embora provavelmente não o suficiente para potenciarem as variações climáticas que então ocorriam. A expansão da agricultura de regadio no Holocénico médio poderá ter contribuído para a emissão de metano (gás com efeito de estufa), um ponto de partida para a influência humana na química atmosférica, modificando a sua temperatura e a sua capacidade de retenção de água.

Dados de elevada precisão deste passado recente podem ser obtidos através da análise de anéis de crescimento de árvores com elevada longevidade, das camadas de gelo das regiões polares (os quais contêm níveis correspondentes à precipitação anual) e de sedimentos laminados lacustres. A análise destes registos, com uma sensibilidade à escala anual, permite reconstituições de alterações climáticas, apesar da existência de poucos dados. As melhores reconstituições conhecidas são as da temperatura média dos últimos 1000 anos nas zonas de latitude média a alta do Hemisfério Norte. No Hemisfério Sul e nos trópicos, os dados disponíveis são reduzidos para este período, havendo aí, por isso, um grande potencial de investigação. Há registos da ocorrência de

temperaturas mais elevadas no Hemisfério Norte durante o final do século XI e no século XII, bem como durante o século XIV. Por sua vez, as

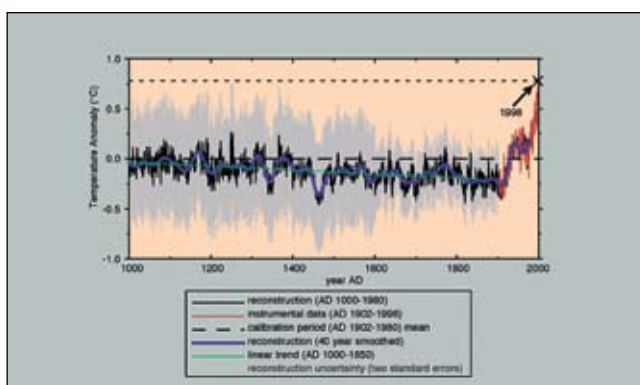
**Muitas das grandes civilizações
desapareceram devido a uma
variedade de razões**

temperaturas médias baixaram entre os séculos XIV e XIX. Estes factos são sustentados por dados históricos e são conhecidos como o Período Quente Medieval e a Pequena Idade do Gelo, respectivamente. Os registos históricos demonstram que essas anomalias de temperatura tiveram consequências expressivas nas sociedades. Nos períodos mais quentes, o cultivo do trigo ocorria mais a norte enquanto a produção de vinho acontecia o mais cedo possível. Na Pequena Idade do Gelo, os níveis de doença e a decadência agrícola em áreas marginais foram significativas. Em muitos casos, as diferenças de temperatura não excediam $0,2^{\circ}\text{C}$ a 1°C das verificadas no início do século XX. Estas pequenas variações na temperatura média e as suas consequências deveriam ser uma evidência para aqueles que acreditam que os 1°C a 5°C de variação prevista para os próximos 50 a 100 anos não trarão alterações significativas. A segunda metade do século XX foi um período particularmente quente.

O que causou essas alterações? Algumas teorias defendem que a variação da energia solar está na base de algumas das tendências a longo prazo, mas o aquecimento recente não tem precedentes. Muitas dessas fontes têm demonstrado que o clima caminha numa direcção nunca vista nos últimos 10000 anos e provavelmente há muito mais tempo. Alterações na energia emitida pelo Sol, na quantidade de cinzas e gases vulcânicos na atmosfera, assim como alterações nas correntes oceânicas têm vindo a ser invocadas para explicar algumas das tendências verificadas nos últimos 10000 anos. Contudo, nenhum desses fenómenos pode explicar as repentinas alterações nos últimos 50 anos. Acredita-se agora que há uma forte interferência humana nas recentes alterações climáticas, com a desflorestação, o crescimento das cidades e as emissões gasosas a terem uma forte influência no aquecimento global.

Apesar disso, é necessário compreender a importância relativa do Homem face às influências naturais nos sistemas climáticos, no sentido de se perceber a origem das alterações observadas. As variações climáticas têm impactes significativos na vida das pessoas. A investigação acerca destas variações naturais como o El Niño e o lançamento de gases e poeiras

Temperaturas no Hemisfério Norte durante o último milénio (Mann *et al.*, 1999), retirado de Alverson *et al.* (2003).



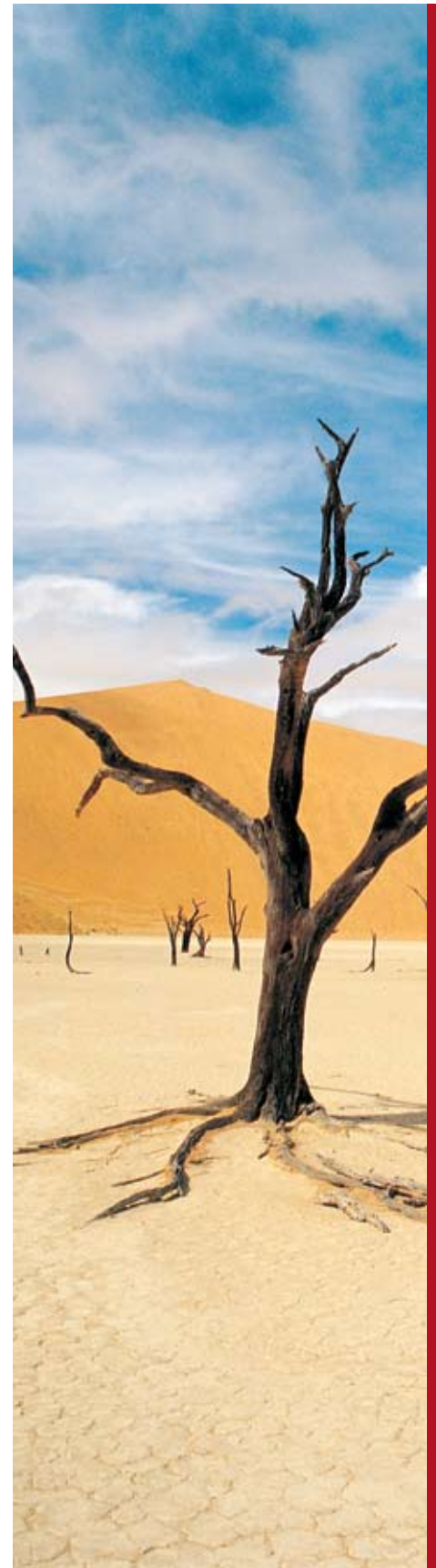
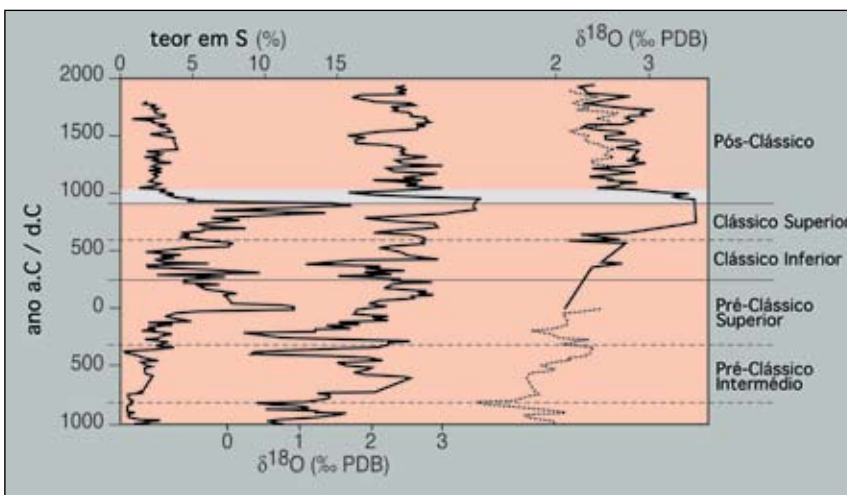
vulcânicas na atmosfera deve ter prioridade máxima, pois ajudará a revelar os mecanismos que estão na base da ocorrência das alterações climáticas, em escalas temporais relevantes para as sociedades humanas.

No passado, que impactes tiveram as alterações climáticas nas sociedades?

Muitas das grandes civilizações desapareceram devido a uma variedade de razões, incluindo o clima. A seca pode ter sido a responsável pelo colapso da cultura Harappa no noroeste da Índia, da civilização Maia na América Central e dos Hohokam no Arizona.

Noutras partes do mundo, os problemas surgiram devido ao excesso de água. O leito máximo do rio Yangtzé, por exemplo, ocorre quando o escoamento proveniente do planalto tibetano coincide com as chuvas associadas às monções de Verão. De vez em quando (com a periodicidade de alguns poucos anos), ocorrem graves inundações que causam perdas de vidas e afectam as colheitas e as propriedades (ainda que com estas mesmas inundações se depositem sedimentos ricos em nutrientes). Ao longo do Holocénico, as populações combateram a subida das águas com obras de engenharia e onde estas falhavam resultavam fracas colheitas de arroz que originaram períodos de grande adversidade. Entretanto, no vale do rio Amarelo, uma combinação de alterações climáticas com o intensivo uso do solo levou à desertificação no noroeste e à realocização de povoações em direcção a sudeste. A desertificação continua actualmente e o governo chinês continua a mobilizar pessoas e gado. A organização dos dados essenciais sobre alterações ambientais e sobre a história das sociedades suportará discussões em torno das novas tecnologias, dos novos estados e poderá ajudar na compreensão de alguns dos desentendimentos entre populações no Médio Oriente, na África Oriental e noutros locais.

Clima e mudanças culturais associadas (segundo Alverson *et al.*, 2003).



- **As actividades humanas alteraram a química atmosférica e a cobertura vegetal, causando uma preocupante degradação da biodiversidade** ●



O Ano Internacional

Proposto pela União Internacional das Ciências Geológicas (IUGS) em 2001, o Ano Internacional do Planeta Terra foi aceite, de imediato, pela Divisão das Ciências da Terra da UNESCO e, mais tarde, pela UNESCO e pelo Programa Internacional de Geociências da IUGS (IGCP). O principal objectivo do Ano Internacional — demonstrar o enorme potencial que as Ciências da Terra possuem no estabelecimento de uma sociedade mais rica, segura e saudável — explica o lema dado ao Ano Internacional: Ciências da Terra para a Sociedade.

O logótipo

O que significa o logótipo do Ano Internacional do Planeta Terra? O Ano Internacional pretende reunir todos os cientistas que estudam o Sistema Terra, pelo que a Terra sólida (litosfera) é representada a vermelho, a hidrosfera a azul escuro, a biosfera a verde e a atmosfera a azul claro. O logótipo é baseado num desenho original realizado por ocasião de uma iniciativa idêntica ao Ano Internacional, designada Jahr der Geowissenschaften 2002 (Ciências da Terra, Ano 2002) e que teve lugar na Alemanha. O Ministério da Educação e Investigação da Alemanha disponibilizou o logótipo à IUGS.



A modificação dos ciclos

biogeoquímicos origina

reações complexas



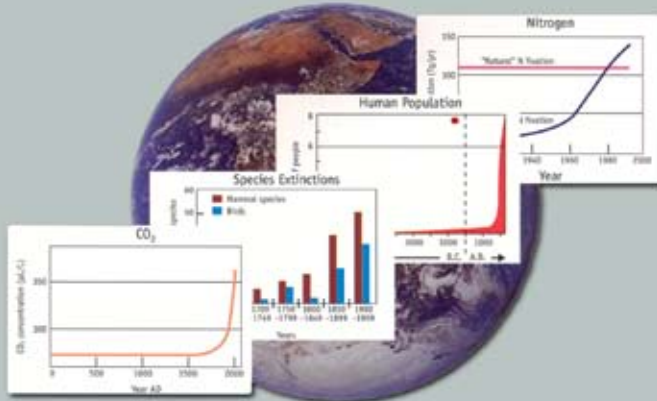
Qual o papel das actividades humanas no condicionamento do clima?

Sabe-se que a actividade humana originou mudanças na química atmosférica e na cobertura vegetal, causando grave degradação da biodiversidade. Para além disso, têm sido produzidos milhares de novas substâncias químicas sintéticas, cujo efeito na biosfera não é totalmente conhecido. Muitos sistemas lacustres, por exemplo, tornaram-se ácidos como consequência directa das emissões gasosas industriais ao longo dos últimos 150 anos. A modificação dos ciclos biogeoquímicos origina reacções complexas nos elementos-chave dos sistemas climáticos e, conseqüentemente, nas actividades económicas e na qualidade da água e dos alimentos.

Uma das formas de monitorizar a modificação do clima induzida pelo Homem é estimar as emissões de gases de efeito de estufa resultantes da actividade humana. Tem-se conseguido estimar esses valores, mas não tem sido possível identificar os locais afectados por essas emissões. Estarão os gases concentrados nos solos e integrados no coberto florestal? Terão os oceanos absorvido a maioria deles? Ou estarão todos estes factores (ou ainda outros) envolvidos? A figura apresentada nesta página salienta os factores humanos e naturais no condicionamento das recentes alterações climáticas.

O contributo relativo para o clima das mudanças no coberto vegetal e na

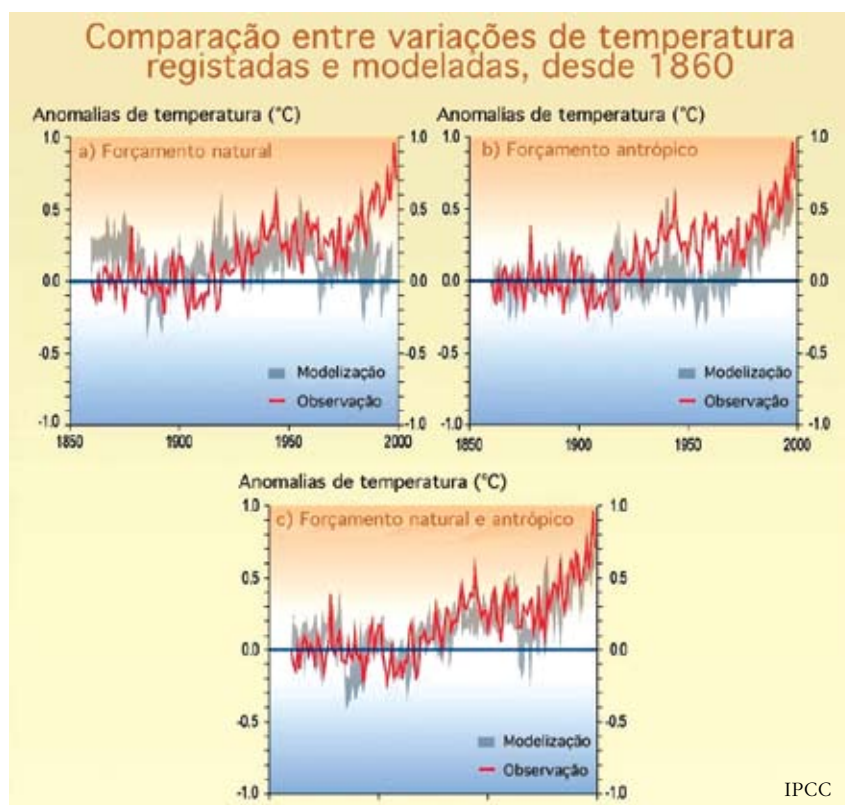
química atmosférica está ainda pouco estudado. As prioridades de investigação nesta área necessitam do estudo de processos biológicos, pedológicos e oceanográficos, envolvendo monitorização automática, detecção remota e “validação no terreno” (a necessária confirmação da realidade, com trabalho de campo). Para além disso, o estudo químico de sedimentos com elevadas taxas de deposição fornecerá dados mais detalhados.



Qual o papel dos modelos de previsão climática e como podemos avaliar o seu sucesso?

Os modelos de simulação parecem ser o caminho a seguir para a previsão climática. Estes modelos utilizam equações matemáticas para caracterizar o meio físico e as reacções dinâmicas entre oceanos, atmosfera e o coberto vegetal. Os resultados da modelação estão condicionados pelo nosso conhecimento sobre os sistemas da Terra, pela capacidade de representação da realidade, pelas operações matemáticas e pela capacidade informática, necessária para os cálculos. Actualmente, mais de 25 modelos de simulação à escala mundial são utilizados, os quais geram frequentemente resultados que podem variar bastante. Isto reflecte as dificuldades de integração dos elementos físicos de modo significativo e da vulnerabilidade de muitos elementos do sistema, quando pequenas alterações podem ser muito importantes, como o demonstra o registo geológico.

Nos últimos tempos, desenvolveram-se sistemas integrados, que associam modelos climáticos, económicos, demográficos, de emissão de gases poluentes, agrícolas e de ecossistemas. Os melhores sistemas permitem interacções entre os vários módulos, de modo a que alterações numa parte



Programa Científico

Um painel de 20 geocientistas eminentes de todas as partes do mundo decidiram elaborar uma lista da qual constam dez temas científicos abrangentes – Água subterrânea, Desastres naturais, Terra e Saúde, Clima, Recursos, Megacidades, Terra Profunda, Oceano, Solos e Terra e Vida.

O próximo passo é proceder à identificação de tópicos científicos pertinentes e passíveis de desenvolvimento no âmbito de cada um dos principais temas abrangentes. Foram formadas equipas para cada um destes temas com o objectivo de organizar um Plano de Acção. Cada equipa elaborou um texto que será publicado sob a forma de um prospecto dedicado a um determinado tema, do tipo daquele que tem entre mãos.

Posteriormente, serão criados uma série de Grupos de Implementação de forma a iniciar o trabalho dedicado a cada um dos dez programas. Serão desenvolvidos todos os esforços para que se envolvam especialistas de países com um particular interesse por algum dos temas.

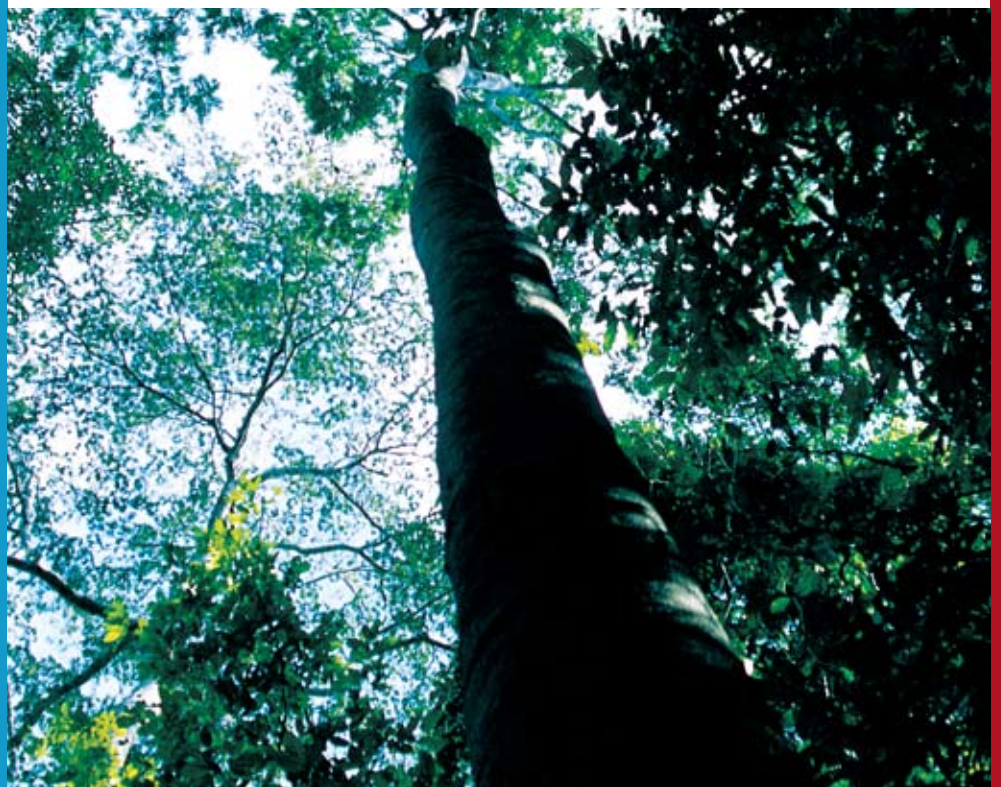
Para mais informação:
www.yearofplanetearth.org

Os modelos de simulação parecem ser o caminho a seguir para a previsão climática

do sistema possam obter reacções dinâmicas dos outros sub-sistemas. Os modelos possuem como mais-valias a sua capacidade para integrar dados provenientes de várias fontes e o seu contributo para a melhor compreensão do planeta. Devemos fazer o melhor possível na elaboração de modelos adaptados à realidade, uma vez que os benefícios do seu bom funcionamento serão um passo importante para o desenvolvimento de abordagens de planeamento e para tornar as actividades humanas sustentáveis.

É necessário criar um sistema independente de avaliação que identifique os melhores modelos e as soluções para os tornar ainda melhores. Isso pode ser feito especificando nos modelos determinadas “janelas” temporais, com condições ocorridas no passado, tais como os parâmetros orbitais terrestres, a concentração de gases de efeito de estufa, os níveis atmosféricos de aerossóis, o nível do mar, a cobertura glaciária, e ainda outros, através dos vestígios presentes nas rochas, ou seja, do próprio registo geológico. De seguida, poderão então ser executadas simulações climáticas para os períodos temporais seleccionados e comparadas com dados paleoclimáticos regionais.

A investigação deve incidir com prioridade na recolha de melhores dados e com maior cobertura geográfica, principalmente no Hemisfério Sul e nos Trópicos e com particular incidência nas regiões climaticamente mais sensíveis. Isto contribuirá para o desenvolvimento científico da modelação e dos dados paleoclimáticos e para o crédito das predições climáticas à escala mundial junto da sociedade.

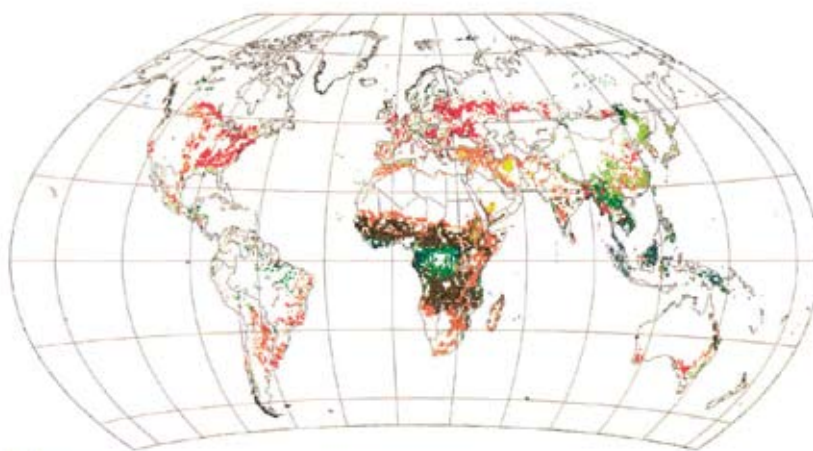


● Os geocientistas têm um currículo notável no estudo dos climas do passado ●

E acerca do futuro e das condições climáticas no futuro?

O clima no futuro terá consequências na agricultura e segurança alimentar, na qualidade e abastecimento de água, na frequência das tempestades e ciclones, na estabilidade das zonas litorais, na biodiversidade e nos recursos biológicos. O desenvolvimento de modelos climáticos reduzirá o grau de incerteza na previsão climática regional. Contudo, apenas o registo geológico pode revelar a total variabilidade do Sistema Terra, sendo uma base de trabalho se se pretender a fiabilidade das simulações.

Os geocientistas têm um currículo notável no estudo de climas do passado e dos sistemas da Terra, e muitas vezes das relações estabelecidas entre ambos. A sociedade poderá solicitar aos geocientistas que parte do programa de investigação se focalize na identificação de como vários cenários, dos quais depende a sobrevivência das pessoas, se irão repercutir nesses sistemas. Uma boa liderança levará a tomadas de decisão fundamentadas e a um planeamento prudente. Os geocientistas poderão ser solicitados para antecipar possíveis eventos ambientais repentinos e, para obter sucesso nesta tarefa, será necessário um bom conhecimento do Sistema Terra.



- | | | |
|------------------------|-----------------------------|----------|
| ■ Florestas temperadas | ■ Floresta tropical sazonal | ■ Gelo |
| ■ Pastagens | ■ Floresta tropical húmida | ■ Tundra |
| ■ Desertos | ■ Pântanos, mangais, etc. | ■ Taiga |
| ■ Savana | ■ Culturas agrícolas | |

Mapa do IPCC contendo alterações prováveis na vegetação, num cenário de duplicação do CO₂ na atmosfera.





É caso para lembrar um velho provérbio chinês:

O mundo será diferente do actual... e nós viveremos de outra maneira... foi sempre assim e SEMPRE o será.

Isto incorpora ideias sobre a Terra e sobre aqueles que a habitam.

Resumo do Programa de Investigação

- Aumento do conhecimento sobre os padrões climáticos e ambientais nos dois últimos ciclos glaciários.
- Identificação das causas dos avanços e recuos glaciários.
- Identificação da frequência e das causas de eventos bruscos no registo geológico.
- Melhor divulgação de dados de elevada precisão, principalmente nos trópicos e no Hemisfério Sul.
- Melhor compreensão dos mecanismos térmicos nos trópicos e da sua relação com as variações climáticas nas zonas temperadas.
- Estudos paleoambientais em locais com registos arqueológicos de elevada qualidade, principalmente onde ocorreram mudanças culturais.
- Estudos sobre processos biológicos, geológicos, pedológicos e oceanográficos (envolvendo monitorização, detecção remota e estudos no terreno quando necessário) para identificar a relação entre o clima e as alterações nos sistemas.
- No sentido de clarificar o tema do aquecimento global e da possível subida do nível do mar no futuro, devem ser identificados os locais do mundo afectados por subsidência e soerguimento.
- Cooperação em investigação de ponta entre cientistas especializados em modelos e dados do registo geológico.
- Avanços tecnológicos nas metodologias de datação.
- Análise de dados instrumentais e biofísicos para detectar conexões, vulnerabilidades, letargias e retrocessos nos sistemas regionais actuais.
- Vários investigadores de renome devem ser convidados para participar num colóquio onde se definirá o programa de investigação.

Há só uma Terra

A raça humana necessita do seu planeta.

Dele dependemos

completamente,

uma vez que a partir

dele evoluímos,

permanecendo sua parte

para sempre, e apenas

existimos por cortesia do

auto-sustentável Sistema

Terra.

Quanto mais aprendemos,

mais compreendemos que

para a sobrevivência da

Terra devemos cuidar dela

como cuidamos dos nossos

próprios filhos.

Ciências da Terra - a chave para a sustentabilidade

Os geocientistas têm desvendado muitos dos mistérios da Terra e feito grandes progressos na compreensão dos seus processos.

Contudo, muitas vezes esse conhecimento não é usado do modo mais correcto. A construção em locais inapropriados continua, assim como a exploração insustentável de recursos, apesar de se conseguir prever com alguma precisão vários tipos de desastres naturais. Age-se como se esses aspectos fossem ignorados, quando a solução para uma vida melhor está nas nossas mãos.

Geocientistas do mundo inteiro estão disponíveis e preparados para ajudar a sociedade a ter um ambiente mais seguro, saudável e próspero.



Textos

John Dodson (University of Western Australia) (Team leader), Keith Alverson (IGBP PAGES), Yuan Daoxian (Karst Dynamics Laboratory, Guilin, Chinese Academy of Geological Sciences), Jens Wiegand (University of Würzburg), Wyss Yim (University of Hong Kong), Ted Nield (Geological Society of London)

Edição Ted Nield

Ilustrações Ted Nield, www.geolsoc.org.uk

Design André van de Waal, Coördesign, Leiden

Edição portuguesa

Coordenação geral José Brilha, Universidade do Minho
Artur Sá, Univ. de Trás-os-Montes e Alto Douro

Tradução para língua portuguesa PANGEO, Braga [www.pangeo.pt]

Apoio científico na tradução Luis Vitor Duarte, Dep. de Ciências da Terra, Universidade de Coimbra

© Outubro 2007 www.progeo.pt/aip
Comissão Nacional da UNESCO

Parceiros internacionais

American Association of Petroleum Geologists (AAPG)
American Geological Institute (AGI)
American Institute of Professional Geologists (AIPG)
Geological Society of London (GSL)
International Association of Engineering Geologists and the Environment (IAEG)
International Geographical Union (IGU)
International Lithosphere Programme (ILP)
International Union for Quaternary Research (INQUA)
World Soil Information (ISRIC)
International Society for Rock Mechanics (ISRM)
International Society for Soil Mechanics and Geotechnical Engineering (ISSMGE)
International Union of Geodesy and Geophysics (IUGG)
International Union of Soil Sciences (IUSS)
TNO Built Environment and Geosciences - Geological Survey of the Netherlands

© August 2004,
Earth Sciences for Society Foundation,
Leiden, The Netherlands



United Nations Educational Scientific and Cultural Organisation

Edição portuguesa



Patrocínios:



www.yearofplanetearth.org