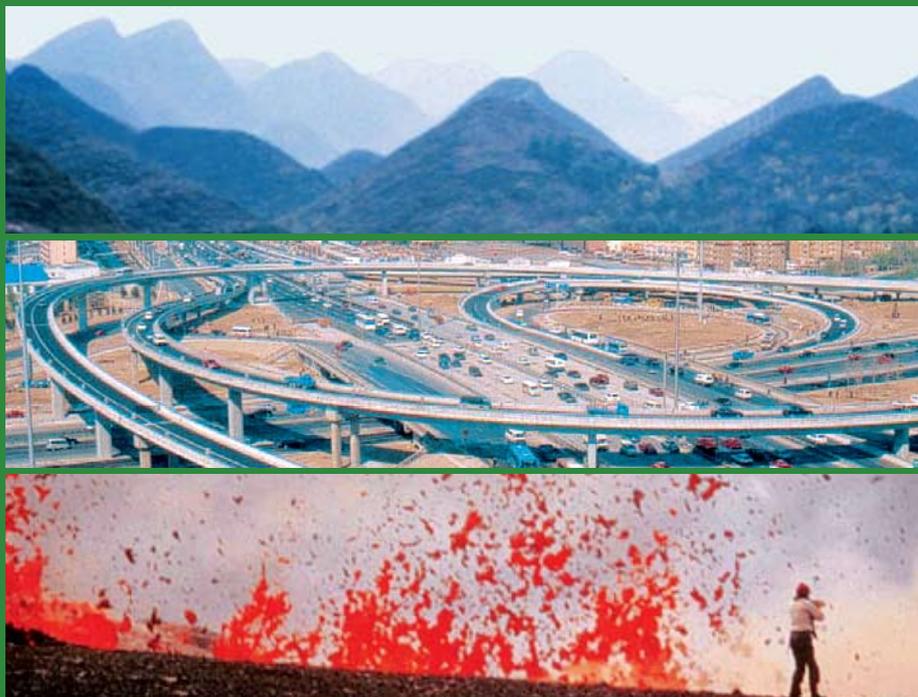


# Terra e saúde - *construir um ambiente mais seguro*

*Ciências da Terra para a Sociedade*



[www.yearofplanetearth.org](http://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](http://www.yearofplanetearth.org) e [www.progeo.pt/aipt](http://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](http://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*.

**A relação entre as rochas,**

**os minerais e a saúde humana**

**é conhecida há séculos**

## Introdução

A Geologia pode parecer longe das questões relativas à saúde humana. Contudo, as rochas são as principais peças mestre da superfície da Terra, uma vez que estão repletas de importantes minerais e elementos químicos. A maioria destes elementos entra no corpo humano através do ar, dos alimentos e da água. As rochas são destruídas por intermédio de processos de meteorização, formando os solos nos quais crescem colheitas e animais. A água potável viaja através das rochas e dos solos ao longo do ciclo da água, e muitas poeiras bem como alguns dos gases da atmosfera são de origem geológica.

Terra e Saúde, ou “Geologia Médica”, preocupa-se com a relação entre os factores naturais geológicos e a saúde animal e humana – assim como na melhoria da compreensão da influência dos factores ambientais na distribuição geográfica de problemas de saúde. A Geologia Médica junta geólogos e investigadores da saúde clínica e/ou pública na detecção de problemas de saúde causados ou exacerbados por materiais (rochas, minerais e água) e processos (tais como erupções vulcânicas, terremotos e poeiras atmosféricas) geológicos.

## “A dose certa diferencia um veneno de um remédio” - Paracelsus

A Geologia Médica é uma disciplina que mais do que emergir, está a “re-emergir”. A relação entre rochas, minerais e saúde humana é conhecida há séculos. Antigos textos chineses, egípcios, islâmicos e gregos descrevem os múltiplos benefícios terapêuticos de várias rochas e minerais, assim como os diversos problemas de saúde que podem causar. Há mais de 2000 anos, textos chineses descreveram o uso de 46 minerais diferentes com aplicações medicinais.

A lei básica da toxicologia foi enunciada por Paracelsus (1493-1541) pela primeira vez: “Todas as substâncias são venenos; não há uma única que não o seja. A dose certa diferencia um veneno de um remédio”. Assim, efeitos biológicos negativos podem advir tanto de um aumento como de uma diminuição da concentração de vários elementos.

**“Vínculos estreitos entre a geologia e a saúde são materializados pela cadeia alimentar e pela inalação de poeiras atmosféricas e de gases”**



## Terra e Saúde – uma prioridade no Ano Internacional do Planeta Terra

- Muitas doenças e debilidades podem ser relacionadas com uma origem em materiais naturais da Terra.
- É urgente a aplicação de técnicas geoquímicas e mineralógicas aos estudos patológicos e de propagação interna. Tanto os aspectos benéficos como os perigosos existentes nas relações entre materiais terrestres e saúde humana precisam de ser compreendidos com maior pormenor. Em particular, é preciso realçar a relação entre saúde humana e excesso ou deficiência de certos elementos, iões e micro nutrientes chave (iodo, selénio, ferro, arsénico, radão e muitos outros), mas também dos agentes globalmente distribuídos mas não tão bem definidos (ex. quartzo).
- Os cientistas beneficiarão da experiência adquirida ao relacionar lacunas e derrubar barreiras existentes entre as várias componentes desta área científica intrinsecamente interdisciplinar e socialmente relevante. A parceria irá envolver geocientistas, investigadores médicos, patologistas, toxicologistas, veterinários, epidemiologistas, geógrafos médicos, cientistas veterinários, estomatologistas e administradores da vida selvagem.
- A pesquisa nessas especialidades requererá uma integração efectiva se se pretender um progresso significativo. Será também necessário um relacionamento de trabalho conjunto entre a comunidade geocientífica e os profissionais da saúde comunitária.

## Terra e Saúde – algumas questões-chave

- Será que podemos identificar as causas ambientais de problemas de saúde conhecidos e, em colaboração com investigadores de saúde biomédica e/ou pública, procurar soluções para evitar ou minimizar estes problemas?

Ao trabalhar juntos, geocientistas e profissionais da saúde disponibilizam um arsenal de valiosas técnicas para lidar com problemas de saúde decorrentes de materiais e processos geológicos. Embora muitas destas técnicas possam ser comuns a muitas disciplinas, os praticantes de cada uma delas podem aplicá-las de formas bem diferentes – ou sob pontos de vista distintos. Isto pode ser ao mesmo tempo estimulante e enriquecedor. Por exemplo, a comunidade da saúde ambiental usa uma grande variedade de ferramentas e informação (bases de dados) para cuidar de doenças transmitidas por vectores e para construir modelos de dispersão de poluição nas águas de superfície e subterrânea. Ao integrar profissionais das Ciências da Terra e da Saúde podem ser encontradas soluções para causas ambientais e problemas de saúde.



● **Nuvens de poeira vulcânica**

**podem originar graves riscos**

**de saúde a nível mundial** ●

## Solos, sedimentos e água

- Como podemos identificar extremos geoquímicos nos solos, nos sedimentos e na água que possam ter impactes na saúde, e quais são as ligações críticas entre estes e a saúde de seres humanos e animais?

Esta ligação de excesso e deficiência, pode ser ilustrada por vários exemplos.

O vulcanismo e processos associados trazem metais e outros elementos à superfície a partir das profundezas da Terra. As cinzas vulcânicas introduzem novos elementos no ambiente, e podem aumentar a toxicidade na cadeia alimentar. Nuvens de cinzas vulcânicas podem trazer importantes riscos para a saúde a nível global, causando problemas de saúde a curto ou a longo prazo, desde irritação pulmonar menor até silicose.

Os terremotos também ameaçam directa e indirectamente a saúde, mas são os efeitos indirectos que causam maior preocupação. Muitos desses problemas resultam de deslizamentos de terras provocados por terremotos, que mobilizam elementos químicos e outros potenciais agentes de risco tal como o fungo conhecido por causar coccidioidomicose, ou febre do vale de San Joaquin.

Elevados níveis de arsénico na água de consumo causam graves problemas de saúde a muitos milhões de pessoas na Ásia. Melhorar esta situação requer um estudo minucioso das rochas das quais o arsénico está a ser lexiviado, assim como das condições em que este elemento está a ser mobilizado. As respostas para estas e outras questões associadas, são vitais se as autoridades de saúde pública pretenderem recorrer a outros aquíferos para água de consumo e para que as populações em risco de exposição possam ser correctamente identificadas.



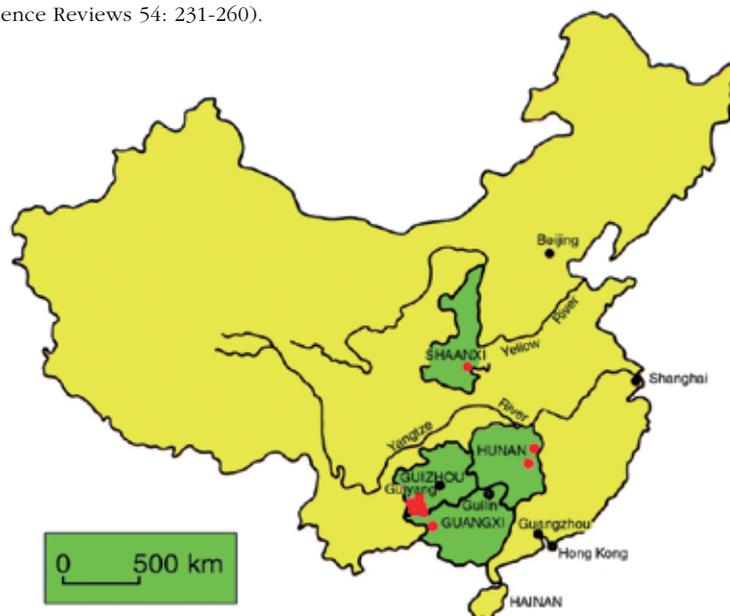
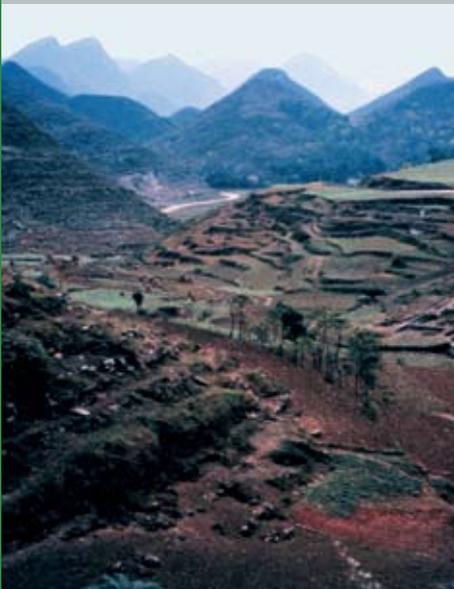
● **Os geocientistas podem**  
**identificar os elementos presentes**  
**(ou ausentes) no ambiente** ●



O radão, é outro elemento, gasoso, radioactivo, invisível, incolor e inodoro que se escapa facilmente do solo e pode penetrar nas habitações. É a ameaça de saúde potencialmente mais significativa de toda a radioactividade natural. O efeito mais comum associado à exposição ao radão é o cancro do pulmão.

O radão e o arsénico são exemplos de elementos perigosos. Outros elementos nas rochas e na água são vitais para uma vida saudável e a falta de alguns elementos pode ter graves efeitos para a saúde. Comunidades de montanha eram geralmente atingidas por deficiência de iodo, porque este é facilmente lixiviado de áreas com solo pouco desenvolvido e com elevada precipitação. O problema cardíaco conhecido por doença de Keshan é outro exemplo. Conhecida apenas desde os inícios do século XX no nordeste da China (mapa), esta doença é causada pela falta do elemento selénio. Nos anos 1960 suspeitou-se de uma causa geológica, e, mais tarde, foram descobertas muito baixas concentrações de selénio no substrato rochoso, solos e águas naturais. O tratamento daqueles doentes com selénio suplementar provou desde então ser um sucesso.

Incidência da doença de Keshan (degeneração do músculo cardíaco: cardiomiopatia crónica) e da doença Kashin-Beck (calcificação do osso: osteoartropatia endémica) na China. Ambas as doenças foram atribuídas a baixos níveis do elemento selénio no solo e na alimentação (segundo Derbyshire, E. 2001. *Geological Hazards in loess terrain, with particular reference to the loess regions of China*. Earth Science Reviews 54: 231-260).



Os geocientistas podem identificar os elementos presentes (ou ausentes) no nosso ambiente. As relações chave são depois identificadas em colaboração com profissionais da saúde.

O tema *Terra e Saúde* pode claramente ter ligações com outros grandes temas de investigação no âmbito do Ano Internacional do Planeta Terra (prospecto 1) – em particular os temas “Alterações climáticas” (prospecto 5), “Megacidades” (prospecto 7) e “Recursos” (prospecto 6).

### **Arsénico - um tema polémico**

O envenenamento crónico por arsénico afecta pessoas no sul da China, que exibem sintomas típicos incluindo Hiperpigmentação, Hiperqueratose e Doença de Bowen. Ao contrário de outras comunidades com envenenamento por arsénico endémico, o problema não é a contaminação pela água de consumo, mas sim pelas malaguetas (*chilli peppers*).

Em zonas do sul da China, as malaguetas são habitualmente secas sobre fogões que usam carvão local que tem alto teor em arsénico. Enquanto que as malaguetas frescas contêm menos do que uma parte por milhão (ppm) de arsénico, as secas sobre carvão podem exceder as 500 ppm. O arsénico pode também provir de outros alimentos contaminados, por ingestão de poeiras (ver abaixo) e pela respiração de ar poluído pela queima de carvão. A cooperação científica pode ajudar a identificar as relações entre substrato rochoso, solos, água potável e alimentação, aumentando assim a qualidade de vida de milhões de pessoas.

Queratose arsénica das mãos





## Esperança para a BEN

A Nefropatia Endêmica dos Balcãs (BEN) é uma doença renal irreversível que se pensa ter também origem no carvão. Conhecida somente em algumas regiões rurais do vale inferior do rio Danúbio, vários milhares de pessoas actualmente sofrem de BEN. Certos compostos orgânicos tóxicos na água potável provenientes de rochas de baixo teor de carvão (lenhite) podem ser os responsáveis, mas ainda não existem provas. Assim, a BEN coloca um desafio aos cientistas que trabalham nas diversas disciplinas (medicina, epidemiologia, geologia, hidrologia, geoquímica).

Também neste caso há conexões estreitas com o tema “Recursos” do Ano Internacional (prospecto nº 6).

## Flúor e Saúde

O flúor é um elemento essencial na dieta humana. A sua ausência tem sido há muito associada à deterioração dos dentes - daí a eficácia dos dentífricos com flúor. Nalguns países adiciona-se flúor ao abastecimento de água (para aumentar a sua baixa concentração natural).

Contudo, estão também bem documentados os efeitos nocivos de doses excessivas (associadas ao consumo de água rica em flúor). A fluorose dental é uma condição irreversível causada pela excessiva ingestão de flúor durante os anos de formação dos dentes. É o primeiro sinal visível que uma criança foi muito exposta ao flúor. O flúor causa fluorose dental ao danificar as células que formam o esmalte, chamadas de ameloblastos. O dano destas células resulta na desordem da mineralização dos dentes, pelo que a porosidade do esmalte aumenta e o conteúdo mineral diminui. Em casos extremos, o esqueleto é também afectado (fluorose esquelética).

Muitas populações nos países em desenvolvimento sofrem os efeitos da fluorose endêmica crónica. Pensa-se que mais de 200 milhões de pessoas no mundo bebem água com excesso de flúor, de acordo com os valores do guia da OMS. São também graves os problemas de saúde causados pelo flúor lançado na atmosfera através da queima de carvão doméstico.

A mais provável causa da fluorose dental e esquelética que afecta mais de 10 milhões de pessoas no sul da China é a secagem do milho em fornos sem ventilação usando carvão com alto teor em flúor. O problema é devido ao uso de argila como elemento de ligação dos tijolos (a argila em questão é um resíduo com alto teor de flúor formado pela intensa lixiviação dos calcários).





## O Ano Internacional

Proposto pela União Internacional das Ciências Geológicas (IUGS) em 2001, o Ano Internacional 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.



## 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, Alterações climáticas, Recursos, Megacidades, Interior da Terra, Oceano, Solo 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](http://www.yearofplanetearth.org)

Ao trabalhar juntos, os profissionais da saúde e os geocientistas podem de facto ajudar pessoas que sofrem os efeitos prejudiciais do flúor (e de outros elementos).

## Geofagia – mordendo a poeira

A ingestão deliberada de solo é uma prática comum em membros do reino animal, incluindo humanos, sendo conhecido em muitas sociedades antigas e rurais. A geofagia é considerada por muitos nutricionistas como uma resposta aprendida (comer argila e minerais do solo para reduzir a toxicidade de vários componentes dietéticos) ou inata relativamente a deficiências nutricionais resultantes de uma dieta pobre. A geofagia está a atrair um interesse renovado e sério por parte dos investigadores.

A futura pesquisa multidisciplinar irá provavelmente abranger vários destes problemas, incluindo a ingestão de solo como fornecedor de nutrientes minerais, tais como o ferro, ou de elementos potencialmente prejudiciais, tais como o chumbo ou radionuclídeos. Tal, envolverá trabalho quantitativo, levando a uma melhor compreensão das implicações da ingestão de solo em estudos epidemiológicos e de avaliação de riscos.

## O ar que respiramos

### *Poeira atmosférica*

Vivemos num mundo de poeira; as poeiras que caem no nosso quintal (o “poço”) podem ter tido origem a milhares de quilómetros de distância (a “fonte”).

Geofarmácia



## Vivemos num

## mundo de poeira



Principais trajectos atmosféricos entre as fontes e os poços de poeiras, considerando ambas as deposições do tipo seco e húmido (Segundo K. Pye 1987, *Aeolian Dust and Dust Deposits*, Academic Press, London, U.K.)



A poeira é um fenómeno global. As tempestades africanas de poeira atingem regularmente os Alpes e as nuvens de poeiras asiáticas podem chegar à Califórnia em menos de uma semana, algumas atravessando finalmente o Atlântico até à Europa.

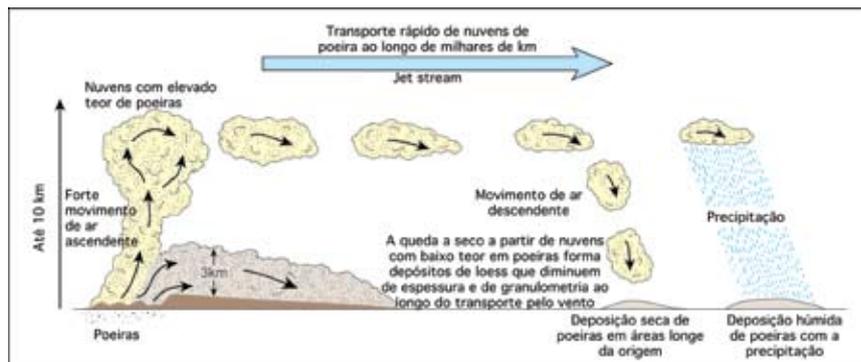
As influências da poeira mineral na vida e na saúde humana são muito variadas.

Estas incluem:

- mudanças no equilíbrio radiativo do planeta (a poeira reflecte calor o que arrefece o planeta)
- transporte de bactérias malignas para regiões densamente povoadas
- deposição de sedimentos soprados pelo vento em recifes de corais prístinos
- redução generalizada da qualidade do ar
- abastecimento de nutrientes essenciais às florestas tropicais
- substâncias tóxicas

A poeira pode ser movimentada pelos humanos ou pela natureza. Movimentamos poeiras quando perturbamos a superfície da Terra ou devastamos a sua vegetação. As alterações climáticas têm um papel crucial, uma vez que levam a mudanças na humidade disponível e na velocidade dos ventos. Apesar da vegetação exercer um controlo importante na mobilidade das poeiras, a própria vegetação é influenciada pelo clima, pelas actividades humanas e por outros factores.

É necessário um melhor conhecimento das poeiras, incluindo dos processos que controlam as suas fontes e transporte, assim como o seu impacto, se pretendermos mitigar as suas consequências negativas; identificar e controlar pelo menos aquelas originadas por actividades humanas seria um bom começo.



- **Partículas muito pequenas podem penetrar profundamente nos pulmões** ●



Fotos: E. Derbyshire

### ***Quão extenso é o impacto das poeiras na saúde a nível mundial?***

Não são conhecidas em detalhe nem a natureza exacta, nem a epidemiologia do impacto de poeiras atmosféricas na saúde (doença não-ocupacional do pulmão). Partículas muito pequenas podem penetrar profundamente nos pulmões e causar silicose, asbestose e outras doenças dos pulmões. Quanto mais densa for a concentração de poeiras, mais elevados são os níveis de doenças respiratórias crónicas e as taxas de mortalidade associadas.

A silicose natural (não-ocupacional) foi inicialmente descoberta em populações beduínas no deserto do Sahara em meados do século XX e desde então foi identificada em agricultores paquistaneses e californianos, habitantes de Ladakh, residentes no deserto de Thar (Noroeste da Índia) e no norte da China. Embora pouca informação esteja disponível sobre a silicose natural, existem estudos que mostram uma incidência em mais de 22 % nas populações de algumas aldeias Ladakh e mais de 21 % em pessoas com mais de 40 anos em colónias no norte da China, prevendo-se a existência de milhões de pessoas afectadas na Ásia.

***Seremos nós capazes de prever problemas de saúde provenientes da respiração de poeiras, e como será mitigada esta ameaça?***

Tanto a superfície da Terra como as poeiras atmosféricas terão que ser estudadas de maneira mais aprofundada se quisermos responder a esta questão satisfatoriamente. Em terra, devem ser identificadas as fontes de poeiras e as zonas de deposição e devem ser determinadas de que forma o movimento da poeira (fluxos de poeiras) variou tanto no passado recente como sob diferentes condições climáticas.

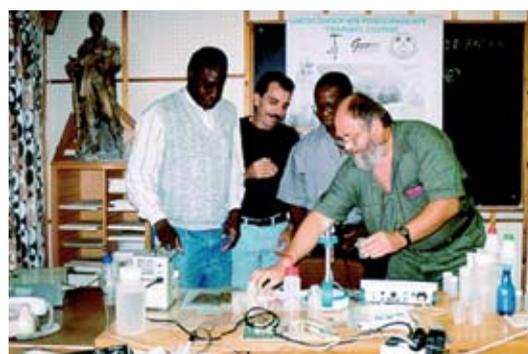
Ainda há muito para aprender sobre a movimentação das poeiras, bem como sobre a influência destas no equilíbrio da radiação da Terra. Tal tarefa requer conhecimento em processos geomorfológicos, em traçadores geoquímicos/isotópicos, em análises paleoclimáticas, em detecção remota e em investigação de pormenor sobre radiação e dinâmica atmosférica. Incorporar poeiras em modelos climáticos (desde a fonte até ao poço) melhorará o entendimento e permitirá elaborar previsões em várias escalas cronológicas (de semanas a séculos).

Existem também ligações estreitas com o tema Riscos do Ano Internacional (prospecto nº 3).

## **Sensibilização do público**

***Como podemos comunicar ao público os problemas de saúde provenientes de materiais e processos geológicos?***

Os problemas de saúde provenientes de materiais e processos geológicos são mais comuns do que as pessoas pensam. A geologia pode estar a afectar a saúde de cerca de 3 biliões de pessoas em todo o mundo, facto que é normalmente desconhecido do público em geral. A informação é assim da maior importância, não só para o público em geral, mas também para médicos, profissionais da saúde, decisores e planeadores. Se a geologia for considerada no planeamento sanitário, poderão ser evitados muitos destes efeitos negativos.



**Cientistas de países desenvolvidos e de países em desenvolvimento reunir-se-ão para discutir este assunto global**

***Como podem ser estabelecidas ligações entre países desenvolvidos e países em desenvolvimento para encontrar soluções para problemas de saúde comuns?***

Os cientistas de países desenvolvidos e de países em desenvolvimento reunir-se-ão para discutir este assunto global. Uma forma de realizar esta tarefa é através de cursos internacionais de curta duração. Tais cursos serão eficazes na partilha da mais recente informação sobre a relação entre iões metálicos, elementos traços e o seu impacte na saúde pública e ambiental.

Os cursos incluem conteúdos em toxicologia ambiental, patologia ambiental, geoquímica, epidemiologia geoambiental, dimensão, padrões e consequências da exposição a iões metálicos e métodos analíticos. Estas actividades serão alargadas de modo a incluir projectos de investigação que envolvam cientistas de países menos desenvolvidos, especialmente onde existe uma necessidade crescente de resolver problemas de saúde ligados à geologia.



## Textos

**Olle Selinus (Swedish geological survey - Team leader)**  
**José A Centeno (U.S. Armed Forces Institute of Pathology, U.S.A.)** **Robert B. Finkelman (United States Geological Survey)** **Philip Weinstein (Department of Public Health, University of Western Australia)** **Edward Derbyshire (Royal Holloway, University of London)**

Edição Ted Nield

Fotografias Ted Nield

Design André van de Waal, Coördesign, Leiden

Os autores deste prospecto desejam agradecer às seguintes entidades a autorização para reproduzir as respectivas ilustrações: Vera Mulder and the Joint Industrial Safety Council (Sweden); the Natural Environment Research Council (NERC, UK); Prof. Edward Derbyshire & Earth Science Reviews; Prof. Dr Baoshan Zheng; Peter W. Abrahams; Dr Ken Pye, & Academic Press, London, UK; NASA; Prof. Olle Selinus.

## Edição portuguesa

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

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

Apoio científico Cristina Veiga-Pires, Universidade  
na tradução do Algarve

© Outubro 2007 [www.progeo.pt/aip](http://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](http://www.yearofplanetearth.org)



**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](mailto:iype.secretariat@ngu.no)

**[www.yearofplanetearth.org](http://www.yearofplanetearth.org)**