

# Geoboletim

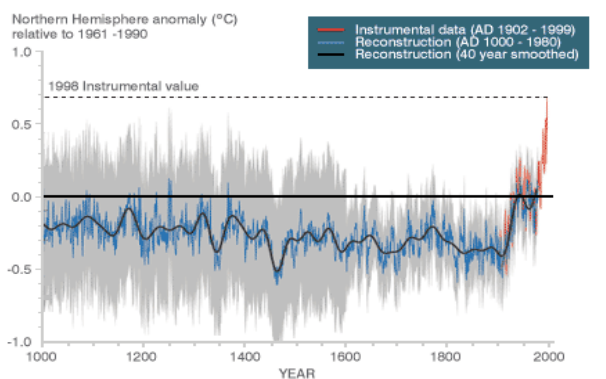
Folha informativa do Centro de Geofísica de Évora



Centro de Geofísica de Évora, Rua Romão Ramalho, 59, 7002 554 Évora, Portugal • Tel: 266 745300 • Fax 266 745394 • <http://www.cge.uevora.pt>

## Editorial

Num relatório recente da National Academy of Sciences dos EUA pode ler-se que o aumento médio da temperatura à superfície da Terra (aquecimento global) é real, e que esse aumento da temperatura é, provavelmente, provocado pela actividade humana. No relatório – que refere os trabalhos de Michael Mann, paleoclimatologista da Penn State University – afirma-se que as últimas décadas têm sido as mais quentes nos últimos 400 anos e que, provavelmente, os últimos 25 anos têm sido os mais quentes desde há 900 anos. Por seu lado, o filme (e o livro) 'An



## GeoComentário Potencialidades de Complementaridade de Plataformas Observacionais e o Desenvolvimento de Instrumentação Ambiental nas Ciências da Atmosfera

Ana Maria Silva *Centro de Geofísica de Évora Departamento de Física da Universidade de Évora*

Em 1997 o Centro de Geofísica de Évora (CGE) coordenou a equipa portuguesa que participou, em parceria com o IM, no Projecto internacional 2nd Aerosol Characterization Experiment (ACE2), inserido no Projecto Internacional IGAC e no Projecto "Environment and Climate" da Comissão Europeia. Com este projecto a equipa do Centro de Geofísica de Évora, iniciou verdadeiramente a sua investigação em Física da Atmosfera e, mais concretamente, tomou contacto com as potencialidades oferecidas por diferentes, mas complementares plataformas observacionais da atmosfera, que combinavam a teledeteção via satélite e a partir da superfície e as observações "in situ" à superfície e em aviões, em diferentes locais da região mediterrânica ocidental. Foi com esta experiência que se iniciou a instalação, em Évora, de um Observatório de Física da Atmosfera, único no país, baseado em instrumentação de detecção remota à superfície de nuvens, aerossóis e gases (ozono, NO<sub>x</sub>), e em observações à superfície das propriedades ópticas e físicas dos aerossóis, inserido na rede internacional AERONET (Aerosol RObotic NETwork) da NASA e em breve também na rede NDAC (Network for the Detection of Atmospheric Change). Iniciou-se também, em parceria com o Institute of Atmospheric Sciences and Climate, em Bologna, o desenvolvimento de instrumentos para a monitorização do teor de gases atmosféricos, baseados em tecnologia de espectrometria e, mais recentemente, iniciou-se o desenvolvimento de instrumentação para a monitorização da visibilidade atmosférica. A par das potencialidades oferecidas pela teledeteção a partir da superfície, juntaram-se as potencialidades oferecidas pela teledeteção via satélite, o que tem permitido, recorrendo a modelos de transferência radiativa e de inversão desenvolvidos pelos seus membros, contribuir para quantificar

## Destaque

### Furos que Ajudam a Conhecer o Clima

António Correia descreve-nos como temperaturas medidas em furos podem ser utilizadas em paleoclimatologia **2**

### A Situação de Seca em Portugal

Mariana Bernardino apresenta-nos ideias sobre a situação de seca em Portugal **3**

## Índice

Editorial	1
GeoComentário	1
GeoInformação	2
GeoAgenda	2
GeoArtigos	2
GeoPalavra	4

Inconvenient Truth' de Al Gore, procura alertar para as consequências mais gravosas do potencial aquecimento global de origem antropogénica. Uma destas consequências é precisamente o aumento da frequência e intensidade de fenómenos extremos, como secas, cheias, ...

Inspirados pelo relatório e pelo filme, decidimos dedicar este número ao fenómeno da seca e a alguns dos problemas a ela associados.

David Berry *Centro de Geofísica de Évora e Departamento de Física da Universidade de Évora*

de forma mais segura as incertezas associadas ao forçamento climático de aerossóis, de nuvens contaminadas por episódios de aerossóis e dos gases e abrir perspectivas relativamente à exploração de dados obtidos nos observatórios, por exemplo da ESO. Esta combinação de plataformas a par com o desenvolvimento de instrumentação vai igualmente permitir monitorar de forma mais eficaz a qualidade do ar e detectar a emergência de fogos florestais.

Na era actual em que assistimos ao desenvolvimento de miríades de satélites, ao desenvolvimento de novos telescópios para observação do Espaço e dos seus astros, torna-se cada vez mais premente a exploração da complementaridade das diferentes plataformas, para permitir validar as observações e os actuais modelos de clima. A estratégia e o esforço desenvolvidos pelo CGE, relativamente à exploração da complementaridade das diferentes plataformas observacionais e ao desenvolvimento de protótipos de instrumentação e que se tem traduzido na elaboração de projectos e propostas de reforço de infraestruturas e de meios humanos qualificados, na cooperação internacional e interinstitucional e na formação avançada de jovens investigadores, gostaríamos de os ver recompensados pelas entidades responsáveis da investigação deste país, por forma a poder contribuir para o melhor conhecimento das Ciências da Atmosfera.

Este boletim está disponível na internet em

<http://www.cge.uevora.pt>

Todas as informações para o Geoboletim deverão ser enviadas até ao dia 1 de Dezembro de 2006

## Geoinformação

A Organização Meteorológica Mundial estabeleceu como tema para o Dia Meteorológico Mundial de 2006 (celebrado a 23 de Março) a "Prevenção e Mitigação dos Desastres Naturais", os quais se encontram, em maioria, relacionados com o tempo, o clima e a água. Segundo as Nações Unidas, o ano de 2006 é também dedicado ao Ano Internacional dos Desertos e Desertificação. Estes temas, reflectem a enorme responsabilidade que o homem tem na forma como interactiva com o ambiente e o modifica; esta responsabilidade é para o presente e para as gerações futuras. O meteorologista Paul Crutzen, que recebeu o prémio Nobel da Química, em 1995, por ter explicado os mecanismos de criação e destruição do ozono na estratosfera, designou a era em que vivemos como o Antropoceno, exactamente para pôr em relevo a responsabilidade do Homem na modificação e preservação do Ambiente.

No período que agora terminou para a apresentação de candidaturas a projectos de investigação junto da FCT, o CGE concorreu como instituição líder a onze projectos. A maioria destes projectos insere-se na área de

Ciências da Terra e do Espaço (seis), havendo também candidaturas nas áreas de Ciências e Tecnologias do Ambiente, Alterações Climáticas e Engenharia Mecânica. Os membros de CGE participam ainda noutras nove candidaturas, quatro lideradas por outras unidades da Universidade de Évora e cinco por instituições externas, nas mesmas áreas de investigação e noutras, mais marginais à actividade científica do CGE, como as Ciências Agrónomicas e Florestais, a Engenharia Civil e de Minas, a Engenharia Electrotécnica e as Ciências da Educação.

Doutoramentos recentes defendidos por membros do CGE: A 26 de Maio de 2006 Rui Paulo Vasco Salgado defendeu a tese intitulada "Interacção solo - atmosfera em clima semi-árido".

A 14 de Julho de 2006 Pedro Miguel Ferreira Cardoso Madureira defendeu a tese intitulada Geoquímica elementar e isotópica (He e Ne) das lavas máficas da ilha Terceira: evidências para uma origem profunda da pluma dos Açores.

Para mais informação, contactar:

**Alexandre Araújo** *Centro de Geofísica de Évora e Departamento de Geociências da Universidade de Évora* [aaaraujo@uevora.pt](mailto:aaaraujo@uevora.pt)

## GeoAgenda

- Workshop on Earthquake and Shaking Probabilities: Helping Society to Make the Right Choice; October 18-24, Erice Sicily, <http://www.ingv.it/primopiano/erice2006/indice.html>
- Vth Asian Seismological Commission General Assembly; Bangkok, Thailand, Nov. 7-10, 2006, [www.asc1996.netfirms.com](http://www.asc1996.netfirms.com) or [www.tmd.go.th/asc2006](http://www.tmd.go.th/asc2006) or [www.asc1996.org](http://www.asc1996.org)
- International Training Course on Seismology, Seismic Hazard Assessment and Risk Mitigation, Aug 20 to Sept 23, 2006 in Kyrgyzstan, [http://www.emsc-csem.org/Doc/ITC\\_kyrgyzstan\\_2006.html](http://www.emsc-csem.org/Doc/ITC_kyrgyzstan_2006.html)
- First Circular: Alexander von Humboldt Conference "The role of Geophysics in Natural Disaster Prevention" Lima/Peru March 5-9, 2007, [http://www.emsc-csem.org/Doc/2nd\\_AvH\\_Conference\\_Circular1.pdf](http://www.emsc-csem.org/Doc/2nd_AvH_Conference_Circular1.pdf)
- Earth Observations in the Service of Water Management, 26 a 28 de Setembro, Bangkok, Tailândia, <http://www.earthobservations.org/index.html>
- Baltic Sea Coastal Water workshop, 13 e 15 de Novembro, Helsinquia, <http://www.earthobservations.org/index.html>
- I Encontro CAPEX, Met Office em Exeter, Reino Unido, dias 16 e 17 de Outubro, <http://www.cge.uevora.pt>
- Professores de Geociências do Alentejo e Algarve (13-14 de Outubro de 2006, Univ. do Algarve), <http://www.associacaodpga.org>
- 3º Congresso na Associação Portuguesa de Geomorfólogos (12-14 de Outubro de 2006, Funchal), <http://www1.ci.uc.pt/ieg/apgeom/index.htm>
- 5º Simpósio sobre a Margem Ibérica Atlântica (2-4 de Novembro de 2006, Org: Univ. de Aveiro), <http://www.margem06.com>
- II Fórum Ibérico de Águas Engarrafadas e Termalismo (22-24 de Novembro de 2006, Instituto Superior de Engenharia do Porto), <http://www.forum2006.isep.ipp.pt>

Para mais informação contactar:

**Mourad Bezzeghoud** *Centro de Geofísica de Évora e Departamento de Física da Universidade de Évora* - [mourad@uevora.pt](mailto:mourad@uevora.pt)

## GeoArtigo Furos que Ajudam a Conhecer o Clima

**António Correia** *Centro de Geofísica de Évora e Departamento de Física da Universidade de Évora*

Em 1896, o químico sueco Svante Arrhenius previu que, devido ao aumento do consumo de carvão, grandes quantidades de dióxido de carbono seriam lançadas para a atmosfera. Previu, ainda, que a concentração desse gás na atmosfera aumentaria muito com o aumento do consumo de outros combustíveis fósseis, chegando à conclusão que o dobro da concentração de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) na atmosfera daria origem a um aumento da sua temperatura média de vários graus Celsius. Esta previsão não teve qualquer impacto na altura; hoje, parece ser uma realidade.

De acordo com registos meteorológicos, a temperatura média da atmosfera aumentou cerca de 0,6 graus Celsius (°C) durante o século XX. Por outro lado, durante o mesmo intervalo de tempo, a concentração de (CO<sub>2</sub>) aumentou cerca de 20% e a quantidade de metano duplicou. Sabendo-se que estes dois gases propiciam o aumento da temperatura da atmosfera através do chamado efeito

de estufa, a conclusão imediata é que o aumento da temperatura média da atmosfera é uma consequência do aumento da concentração daqueles gases como resultado da Revolução Industrial e de todo o desenvolvimento industrial posterior. Esta relação causa/efeito não está, contudo, demonstrada e pode ser uma mera coincidência estatística. Assim, com vista a tomar medidas para que o aumento da temperatura da atmosfera não atinja proporções dramáticas em termos globais, aquela relação deverá ser esclarecida.

Quanto à variação da concentração de gases na atmosfera, o problema está resolvido através do estudo das bolhas de ar aprisionadas nas calotes polares durante milhares de anos. Relativamente à variação da temperatura atmosférica, o problema é mais complicado já que os registos meteorológicos instrumentais têm, nos casos mais favoráveis, apenas cerca de 170 anos. Há,

porém, um registo da temperatura da atmosfera que cobre vários séculos: tal como as camadas de gelo do Ártico e da Antárctica preservam durante séculos bolhas do ar, também o solo preserva temperaturas “fósseis” cuja história pode ser reconstruída para vários séculos passados.

Durante décadas climatologistas têm estudado o clima e a sua evolução recorrendo a registos meteorológicos. Neste momento, outros métodos indirectos estão a ser desenvolvidos para estudar o clima no passado. Um deles consiste em estudar a variação da temperatura na crosta terrestre e, assim, inferir o seu estado e evolução térmica. Muitos climatologistas começam agora a reconhecer que essas medidas da temperatura em furos constituem uma ferramenta poderosa para o estudo do clima passado e, eventualmente, futuro da Terra.

A Terra pode ser vista como um material condutor de calor. À sua superfície verifica-se um balanço energético que resulta da radiação solar, da variação da temperatura da atmosfera e do gradiente geotérmico que varia, em termos médios, entre 10 e 50 °C por cada quilómetro que se penetra na crosta terrestre. Se o gradiente geotérmico for constante, qualquer variação de temperatura à superfície da Terra poderá ser detectada, em princípio, como uma onda de calor que se propaga para o seu interior. Quanto maior for a frequência da variação de temperatura à superfície da Terra menor será a profundidade atingida pela onda de calor; por outro lado, quanto menor for a frequência dessa variação de temperatura mais profundamente a onda se propagará. Esta onda de calor tem, contudo, velocidades de propagação diferentes em tipos de rochas diferentes. Para a maioria das rochas, uma variação de temperatura mensurável à superfície da Terra demora 1 ano para percorrer 16 metros, 100 anos para percorrer 160 metros e 1000 anos para percorrer 500 metros. Em resumo, em condições favoráveis, através de um registo de temperaturas, realizado num furo com cerca de 160 metros de

profundidade, podemos obter informação sobre variações de temperatura à superfície da Terra que ocorreram há cerca de 100 anos. É este o fundamento do estudo de dados de temperatura obtidos em furos para inferir o clima do passado.

Um dos primeiros resultados de interpretação de diagrfias de temperatura para estudos climáticos foi realizado por em 1986 por A. Lachenbruch e V. Marshall (*Science*, 234, 689-696). Eles descobriram que, durante cerca de um século, a temperatura do *permafrost* no Alasca tinha aumentado de entre 2 e 5 °C, estendendo-se essas variações até profundidades superiores a 100 metros, o que reforçou a ideia, ainda pouco difundida na altura, que desde o princípio do século XX teria começado um aquecimento generalizado da atmosfera.

Aquele trabalho pioneiro deu origem a vários outros estudos com o objectivo de inferir o clima no passado recorrendo a registos de temperatura em furos. Em Évora esses estudos têm também sido realizados no âmbito do Centro de Geofísica da Universidade de Évora, o qual mantém a única Estação Geotérmica Climatológica (EGC) do país; nesta é monitorizada, permanentemente, a temperatura a diferentes profundidades num furo com 185 metros. A interpretação dos dados de temperatura recolhidos na estação, desde 1997, indicam que, também na região sul de Portugal Continental, houve um aumento médio da temperatura da atmosfera de cerca de 1 °C desde a segunda metade do século XIX até aos nossos dias.

Os registos de temperatura obtidos na EGC do Centro de Geofísica da Universidade de Évora estão ainda a ser utilizadas para estudos relacionados com fenómenos de acoplamento térmico entre a atmosfera e o solo, e para estudos de relacionados com a possível validação de modelos climatológicos globais.

Para mais detalhes sobre o tema desta nota contactar António Correia do Departamento de Física e Centro de Geofísica da Universidade de Évora.

## GeoArtigo A Situação de Seca em Portugal

**Mariana Bernadino** *Centro de Geofísica de Évora*

A seca é um fenómeno natural que ocorre em Portugal com alguma regularidade mas sempre com importantes impactes em campos tão diversos como a agricultura, os fogos florestais, o fornecimento doméstico de água ou a produção hidroelétrica. A existência de um ciclo anual de precipitação muito acentuado, com uma quase ausência de precipitação durante os meses de verão, especialmente no sul do país, leva que o armazenamento de água durante a estação chuvosa para ser utilizada durante o verão seja imprescindível na gestão dos recursos hídricos.

Apesar de não haver uma definição universal para a seca esta é geralmente associada a períodos mais ou menos longos em que existe um deficit de precipitação. Pode ser visto como um fenómeno meteorológico de tempo anormalmente seco que se mantém durante um período suficientemente longo, levando a desequilíbrios hidrológicos com consequências adversas para as populações e ecossistemas. Apesar dos impactes da seca serem visíveis mais precocemente na agricultura, depressa se alargam a outros sectores. O tempo necessário para a recuperação destes sectores, pode estender-se para além do período afectado pela seca meteorológica.

Uma seca será tanto mais grave quanto maior for a deficit acumulado, quanto mais longa, quanto mais extensa mas também se ocorrer durante períodos considerados “sensíveis”, por exemplo durante o período usualmente chuvoso.

Uma seca meteorológica extrema, pode ser definida, num dados local quando o valor da precipitação observado se encontra persistentemente (durante pelo menos 3 meses consecutivos) abaixo do percentil 20 da precipitação em cada mês.

No presente estudo utilizaram-se valores de precipitação mensal acumulada, medidos em 20 estações meteorológicas, situadas no território português e que se considerou serem representativos da precipitação observada em Portugal. Os dados utilizados foram disponibilizados pelo Instituto da Água.

Comparando os valores médios regionais em cada mês com os limiares para a definição de seca extrema e com os valores médios mensais, obtido no período 1931-1991, pode observar-se (Figura 1) que no período entre Novembro de 2004 e Setembro de 2005 o território Português se encontrou numa situação de seca extrema com precipitações mensais observadas inferiores ao limiar de definição deste tipo de seca (exceptuando os meses de Março, Maio e Julho em que se observaram valores de precipitação ligeiramente acima deste limiar, mas ainda muito inferiores aos valores médios). Além disso já no período compreendido entre Dezembro e Julho de 2003 a precipitação manteve-se abaixo dos valores médios. O deficit, em relação ao valor médio mensal, acumulado desde Outubro de 2003 atingia no fim de Setembro de 2005 o valor de 133.4 mm e de Setembro de 2005 os 557.5 mm. Os meses de Outubro e Novembro terem sido meses chuvosos com precipitações acima da média contribuiu para que o valor do deficit

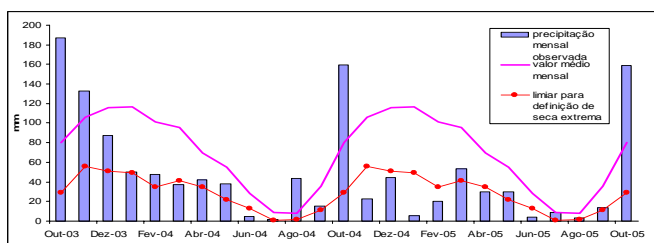


Figura 1. Precipitação acumulada mensal observada, precipitação média mensal no período 1931-1991 e limiar para a definição de seca extrema.

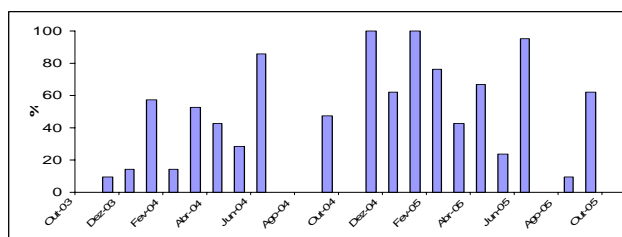


Figura 2. Percentagem de área do território nacional afectada por seca extrema

tenha diminuído, mas mesmo que esta tendência se mantenha demorarão muitos meses até que se atinja a situação presente em Setembro de 2003.

Em termos de extensão espacial da presente situação, observa-se (Figura 2) que a situação de seca extrema afectou a grande generalidade do território português durante os últimos dois anos, sendo principalmente grave durante os meses usualmente chuvosos.

Comparando a situação presente com as principais secas observadas em Portugal durante o sec XX, constata-se que esta situação não é nova, pois existiram outras secas com

características semelhantes em termos de deficit, não afectando no entanto uma tão grande percentagem do território português (normalmente a situação extrema afectou o Alentejo e Algarve e Nordeste Transmontano). Em termos de duração, observaram-se secas muito longas no passado, por exemplo nos anos 1934/35 e 1944/1945.

#### Bibliografia:

Bernardino, M.C.: "Climate Change and Drought Regimes in Europe": Tese de Doutoramento em Física, especialização em Meteorologia, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2004.

Bernardino M.C., J Corte Real: "Characterization of European droughts in the present climate and in future drought scenarios", Int. Journal of Climatol., 2005. (submitted).

## GeoPalavra

**João Príncipe** Centro de Estudos de História e Filosofia da Ciência e Departamento de Física da Universidade de Évora

Seca será porventura o que, numa palavra, se pode dar como resumo simplista de uma previsão, baseada em probabilidades, de alteração climática que nos irá afectar remotamente; entre alguns "jovens", surge correntemente para exprimir incompreensão ou aborrecimento de uma vida fácil; para nós será também uma metáfora de um destino colectivo onde a privação será o mote.

Com o nosso habitual sentido das realidades, facilmente entreveremos uma tendência para a sucessiva e sistemática diminuição dos recursos materiais disponíveis no curto e médio prazo. O nosso típico jeito para a generalização encarrega-se de desenhar a linha de horizonte que nos vai continuar a amedrontar.

Queiram-me agora desculpar os que estabelecem simples relações de causalidade entre o que se passa ao nível material e o que se pode passar ao nível das ideias e das emoções e dos estados de espírito. Terão razão em muitos casos, se as variáveis espirituais estiverem presas, como quem calcula derivadas parciais. Alguém, no Brasil, alguém que sempre lutou pela causa da liberdade e da justiça, atribuiu um título curioso a um dos seus livros de pensamentos: "O deserto é fértil".

Não se refere ele directamente ao estado de Israel, ao uso sistemático de ciência, finança e tecnologia, junto com uma tenacidade que muito deve a uma unidade que tem na religião um elemento unificador.

A outra situação pode o título ser inspirador e símbolo.

Uma situação de seca prolongada pode implicar, justamente, um repensar da nossa condição enquanto colectivo, parte desse colectivo, e enquanto individualidade provida de uma condição única e singular.

Ao longo da já larga História sempre houve alguns que partiam para o deserto e, sozinhos ou em pequenas comunidades, se instalavam na vida contemplativa; sem nenhum mando desejarem, em busca de algo que parecia faltar no lugar onde, paradoxalmente muito se sentia sobejar.

A reclusão voluntária num meio árido e simples e desprovido foi, para muitos, santos, sábios, homens de condição simples, uma via de iluminação. De procura e descoberta de uma luz interior e imanente.

Para muitos essa via permitiu a libertação de um dos grandes problemas do Ocidente: a ligação entre o sentimento religioso e o estado e o poder. A comunhão com o divino em nós não se pode fazer impondo um catecismo junto com uma sujeição aos interesses seculares.

Acreditar no Homem implica tudo fazer para que a luz seja uma descoberta de cada um, partindo da reflexão e do sentimento íntimos. Ou seja desse estado de simplicidade de que o seco deserto é símbolo...

#### Direcção e Co-ordenação Editorial

David Berry, CGE e Departamento de Física

Correio electrónico: gboletim@uevora.pt

Tiragem: 200 Exemplares

Depósito legal: 238091/06

ISSN: 1646-3676, Setembro, 2006

Este Boletim é impresso em papel reciclado.

#### Painel Editorial

Alexandre Araújo, CGE e Departamento de Geociências

Ana Maria Silva, CGE e Departamento de Física

David Berry, CGE e Departamento de Física

João Corte-Real, CGE e Departamento de Física

Mourad Bezzeghoud, CGE e Departamento de Física

Rui Namorado Rosa, CGE e Departamento de Física

Apoio: **FCT** Fundação para a Ciência e a Tecnologia

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR