

# Geoboletim

Folha informativa do Centro de Geofísica de Évora

10 de Setembro de 2008  
Número 9



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

Como foi referido na nossa edição do passado mês de Maio, durante o ano 2008, Ano Polar Internacional, o Geoboletim será fundamentalmente dedicado aos riscos naturais. Nesta linha editorial, numa altura em que tanto se fala no efeito de estufa, em alterações climáticas e em que a União Europeia estabelece metas cada vez mais ambiciosas para a redução das emissões de CO<sub>2</sub>, o Geoboletim não podia deixar de dedicar um número a estas matérias. Um dos grupos de investigação do CGE, o Grupo de Física da Atmosfera e do Clima, dedica-se ao estudo de temas científicos directamente relacionados com estas questões. Os Geoartigos compilados neste número 9 são assim da responsabilidade de investigadores deste grupo, bem como de colaboradores externos desta unidade de investigação e procuram de uma forma simples divulgar e esclarecer algumas matérias que por vezes são apresentadas nos meios de comunicação social de forma confusa, sensacionalista ou mesmo errada.

**Alexandre Araújo** *Centro de Geofísica de Évora e Departamento de Geociências da Universidade de Évora*

## GeoComentário

Em Maio de 2008 e na sequência do “Compromisso com a Ciência” a FCT anunciou lançamento de concurso para atribuição de Bolsas de Integração na Investigação (BII) com o objectivo de virem a ser atribuídas até 5000 bolsas em 2008. Convidou as Instituições de Investigação do Sistema Científico e Tecnológico Nacional (SCTN) a abrirem, entre Maio e Outubro, concurso para atribuição das referidas Bolsas, anunciando a disponibilidade para financiar um número de bolsas até 30% do número de doutorados integrados em cada instituição de acolhimento, passível de alteração, caso fosse devidamente justificado pelas Instituições de acolhimento, a pretensão de um número de bolsas superior. Refira-se ainda que as bolsas, tem a duração máxima de um ano na mesma Instituição de Acolhimento, admitindo-se que possam ser renovadas, noutra Instituição de acolhimento.

O Centro de Geofísica de Évora, candidatou-se a 20 Bolsas de Integração na Investigação, que espera poder vir a preencher na totalidade por estudantes actualmente a frequentar os 1ºs ciclos da Universidade de Évora, designadamente dos cursos de Ciências Físicas, Ciências da Terra e da Atmosfera, Informática e Engenharia Mecatrónica. As candidaturas estão abertas até 15 de Setembro, estando o seu início previsto para 1 de Outubro de 2008. Um dos objectivos das candidaturas anunciadas pelo Centro de Geofísica de Évora, consiste em aprofundar a interdisciplinaridade entre os vários cursos do 1º ciclo da Universidade de Évora, proporcionando aos estudantes dos diferentes cursos de primeiro ciclo, destinatários dessas bolsas, a oportunidade de adquirirem

## Destaque

### Geocomentário

Bolsas de Integração na Investigação uma novidade, uma oportunidade diferente que os estudantes de 1º ciclo devem “agarrar” **1**

## Índice

<b>Editorial</b>	<b>1</b>
<b>GeoComentário</b>	<b>1</b>
<b>GeoInformação</b>	<b>2</b>
<b>GeoAgenda</b>	<b>2</b>
<b>GeoArtigos:</b>	
<b>Um modelo baseado em clima e poluição para a previsão estocástica de internações por doenças respiratórias</b>	<b>3</b>
<b>Clima e tendências climáticas da bacia da Ribeira do Pardiel</b>	<b>4</b>
<b>Alterações Climáticas</b>	<b>6</b>

### GeoPalavra

<b>Alterações Climáticas e Saúde Humana</b>	<b>7</b>
---	----------

competências em áreas científicas laterais aos respectivos cursos, mas complementares e seguramente enriquecedoras da respectiva formação. Um segundo objectivo das candidaturas anunciadas, consiste em contribuir para criar uma dinâmica de interesse pela investigação na Universidade de Évora, que venha a catapultar os estudantes que frequentam as Instituições de Ensino Secundário de Évora de outras regiões do Alentejo ou do país, para conhecerem melhor e se motivarem a procurarem os cursos das áreas das Ciências e das Tecnologias da Universidade de Évora.

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

Este boletim está disponível na internet em  
<http://www.cge.uevora.pt>

Todas as informações para a próxima edição do **Geoboletim** deverão ser enviadas até ao dia 1 de Dezembro de 2008  
para [gboletim@uevora.pt](mailto:gboletim@uevora.pt)

## Geoinformação

Decorreu de 20 a 23 de Maio de 2008 o - NATO Advanced Research Workshop on "Constructal human dynamics, security and sustainability, organizado pelo Centro de Geofísica de Évora e com a participação de membros do Centro de Geofísica como Key Speakers <http://www.eventos.uevora.pt/arw/>,

Nos dias 22 e 23 de Maio de 2008 foi realizada uma reunião na Universidade Complutense de Madrid com instituições nacionais e centros de investigação, dos países do Magreb e da Península Ibérica, na área da geofísica (Argélia: CRAAG, CGS, USTHB; Marrocos: ISRABAT, CNRST; Portugal: IM, CGE/UE; Espanha: UCM, ROA, IGC, IGN; Tunísia: INM). O CGE esteve representado por um membro do Grupo de Geofísica Interna. Nesta reunião foi proposta e criada a Rede de Mitigação do Risco Sísmico Ibero-Maghrebiana (Ibero-Maghrebian Earthquake Risk reduction Network - IMERNET).

Desde Julho de 2008 está activo na página do CGE a monitorização da ocorrência de incêndios activos, obtido a partir das imagens de satélite Meteosat, que mostra informação sobre a presença de incêndios nos pixels da imagem, obtido directamente da European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (EUMETSAT). A informação é aqui disponibilizada para todo o território de Portugal continental em tempo quase real (15 a 20 minutos de atraso) com uma resolução espacial de 3x3km<sup>2</sup>

Realizou-se no Anfiteatro 1 do Colégio Luis António Verney, no dia 4 de Junho de 2008, o Workshop Earth Sciences Researches - New Perspectives, organizado pelo Centro de Geofísica de Évora (CGE). O encontro foi promovido pelos Grupos de Geofísica e de Processos Geológicos - SEISMOLITOS - do Centro de Geofísica, e pretendeu-se dar a conhecer a investigação de investigadores doutorados contratados pela Universidade de Évora, no âmbito do Programa Ciência 2007 e a investigação que está ser realizada no âmbito do Projecto sobre a "Estrutura de Missão para a Extensão da Plataforma Continental, EMEPC", no qual o Centro está envolvido.

De 9 a 13 de Julho de 2008, realizou-se o seminário Internacional "on

Seismic Risk and Rehabilitation of Stone Masonry Housing - 10th Anniversary of the July 9, 1998 Azores Earthquake". O CGE esteve representado por vários dos seus membros, do grupo de Geofísica Interna, os quais apresentaram diversas comunicações orais. No mesmo seminário foi apresentado o livro para a comemoração dos 10 anos do sismo de 1998: "A Book on the 1998 Azores earthquake - 10 years after it's occurrence". Um dos capítulos do livro contou com a participação de membros do grupo de Geofísica.

De 24 a 26 de Julho de 2008, realizou-se a 8ª conferência anual e o 6º encontro de campo do GGET - Grupo de Geologia Estrutural e Tectónica, um dos grupos de especialidade da Sociedade Geológica de Portugal. O evento foi organizado pelo Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto e o CGE esteve representado por vários dos seus membros, do grupo de Dinâmica de Processos Geológicos, os quais apresentaram diversas comunicações orais e em painel. Durante a Assembleia Geral realizada no dia 25 foi eleita uma nova direcção, da qual fazem parte dois membros do CGE. O grupo encontra-se presentemente em reestruturação mas, para informações complementares já é possível consultar a sua nova página em <http://www.cge.uevora.pt/gget/index.htm>

Em Tessalónica (Grécia) decorreu de 24 a 29 de Agosto a "European Aerosol Conference" onde participou um membro do grupo de Física da Atmosfera, do CGE

De 3 a 6 de Setembro de 2008, realizou-se, na Universidade Nova de Lisboa, o 16º Congresso Nacional de Física. O CGE esteve representado por vários dos seus membros, do grupo de Geofísica Interna, os quais apresentaram diversas comunicações em painel.

Tiveram início no dia 4 de Setembro os trabalhos de reflexão sísmica inseridos no âmbito do projecto LISMOT (PTDC/CTE-GIN/82704/2006). A área em estudo localiza-se na região do Vale inferior do Tejo, mais precisamente, na região de Vila Franca de Xira. Pretende-se com estas experiências identificar e caracterizar em profundidade as falhas sísmicas activas que originaram importantes sismos com epicentro nesta região, tais como, o sismo de Lisboa de 1531 e o sismo de Benavente de 1909.

Para mais informação, contactar:

**Maria Rosa Duque** Centro de Geofísica de Évora e Departamento de Física da Universidade de Évora [mrada@uevora.pt](mailto:mrada@uevora.pt)

## GeoAgenda

- September 15-20, Euroengeo 2008: II European Conference of International Association for Engineering, Cities and their Underground Environment, Madrid, Spain. [[info@euroengeo.com](mailto:info@euroengeo.com)]
- 15-18 Sep 2008 Prague, CZECH REPUBLIC. HydroPredict'2008 -- International Interdisciplinary Conference on Predictions for Hydrology, Ecology and Water Resources Management: Using Data and Models to benefit Society. <http://www.natur.cuni.cz/hydropredict2008/>
- 2008 - October 18-23 - Obergurgl, Austria-New Challenges in Earthquake Dynamics: Observing and Modeling a Multi-Scale System - ESF-FWF Conference in Partnership with LFUI-Web: <http://www.esf.org/conferences/>
- 22-24 September, GeoMod2008, International Geomodelling Conference, Florence, Italy. Information: Giacomo Corti, +39.055.275.7528
- 2-3 October, 2008 U.S. EPA/NGWA Remediation of Abandoned Mine Lands Conference, Denver, Colorado USA. Information: Marti Otto, U.S. EPA, [[otto.martha@epamail.epa.gov](mailto:otto.martha@epamail.epa.gov)] ; or Robert Masters, NGWA +1-800- 551-7379, [[rmasters@ngwa.org](mailto:rmasters@ngwa.org)]
- 8-10 October, 8th International Hydrogeological Congress of Greece & 3rd Workshop on Fissured Rocks Hydrology, Athens, Greece. Information: G. Migiros, Agricultural University of Athens, [[hydrogeology@aua.gr](mailto:hydrogeology@aua.gr)]
- 21 – 23 October 2008 - EURO MINE EXPO: <http://www.euromineexpo.com/?gclid=Clax1uuE0JUCFQ1UQgo dTFYZjA>
- 23 – 26 Outubro 2008 – Feira do Mármore do Alentejo e Congresso Internacional do Mármore – Vila Viçosa; <http://fimal.cm-vilaviosa.pt/>
- 26-31 Oct 2008 Toyama City, JAPAN. 36th Congress of IAH; Integrating Groundwater Science and Human Well-being.. Organised by Japan National Chapter of IAH. <http://www.lni.co.jp/iah2008/>

- Nov 10-13: Fifty years after IGY = Modern Information Technologies and Earth and Solar Sciences, Tsukuba, Japan <http://wdc2.kugi.kyoto-u.ac.jp/igy50/>
- 22 e 23 de Novembro nova edição do Fórum Ciência Viva na FIL, em Lisboa, assinalando o início da Semana da Ciência e da Tecnologia. <http://www.cienciaviva.pt/forum/8forum/>
- 17-24 November, Fourth International Conference on the Geology of the Tethys, Cairo, Egypt. Information: El-Sayed Abd El-Aziz Aly Youssef [elsayedyousssef2005@yahoo.com] , Fax: 002 02 35728843, Phone: 002 02 35676887
- 2008-November 24-28-EGU-Santiago de Chile-The Andes: Challenge for Geosciences, 4th EGU Alexander von Humboldt International Conference-Email: peter.fabian@wzw.tum.de
- 24 December 2008 - 1st International Workshop on Data Mining and Artificial Intelligence (DMAI 2008) – <http://www.cs.mu.oz.au/~mrhassan/workshopindex.html>

Para mais informação contactar:

**Joaquim Luís Lopes** Centro de Geofísica de Évora e Departamento de Geociências da Universidade de Évora - [lopes@uevora.pt](mailto:lopes@uevora.pt)

## GeoArtigo

### Um modelo baseado em clima e poluição para a previsão estocástica de interações por doenças respiratórias

**Micheline de S. Z. S. Coelho** Instituto Nacional de Meteorologia – INMET – Brasil

**Fábio L. Gonçalves** Universidade de São Paulo – IAG-USP – Brasil

**Paulo S. Lucio** Centro de Geofísica de Évora

O aquecimento do planeta causado pelo efeito antropogénico é um dos maiores paradigmas científicos da actualidade. Este tem profundas implicações ambientais, económicas, políticas e sociais. Através da geologia, sabe-se que o clima oscila e muda naturalmente e estas mudanças fazem parte da dinâmica natural do planeta Terra. Contudo, apesar da influência humana ocorrer dentro de um período de tempo geológico relativamente curto, o seu efeito acumulado e repentino pode ser mais forte do que o de agentes naturais, mais lentos. Estas incertezas podem ser, por si só, consideradas como ameaças por décadas, pois ao se iniciar, uma mudança climática é difícil de ser impedida ou interrompida. Não sabemos ao certo o que vai acontecer. Apesar das emissões locais/regionais de gases de efeito estufa possam ser consideradas insignificantes quando comparados a escala do planeta, não podemos esquecer que somos, mesmo assim, um agente geológico e, por sua vez, a alteração da atmosfera e do meio ambiente por um agente pode alterar a totalidade de modo surpreendente, ou seja, mesmo um único agente pode provocar consequências imprevisíveis e indesejadas de efeito retardado e de longo prazo.

Infelizmente, temos aprendido muitas vezes a conhecer as consequências de certos fenómenos justamente quando estes resultaram em impactos danosos, ou até em catástrofes. Dentre estas podem-se destacar a influência que a mudança no clima pode ter na saúde da população. Seja com acidentes e mortes por causa de catástrofes ocorridas pelo clima (tempestades, inundações, furacões, etc). Seja pela mudança (por meio de desmatamento, queimadas, poluição, etc) no microclima de uma região, favorecendo a o aparecimento ou a piora de quem sofre de doenças crônicas. Neste contexto, analisaremos as influências do clima na saúde a partir de doenças não-vectoriais.

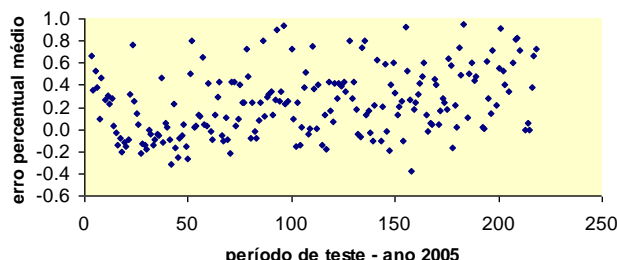
No processo de transmissão das doenças não-vectoriais, as condições de qualidade do ar e de extremos de temperatura e humidade relativa do ar são elementos de suma importância para o aumento e desencadeamento de doenças crônicas e agudas, principalmente respiratórias e cardíacas. Nos grandes centros urbanos, a poluição do ar favorece a formação de poluentes nocivos à saúde, como é o caso do ozônio troposférico. Este poluente precisa de altas temperaturas para sua formação, então não é difícil imaginar que as o aumento das temperaturas levando a

mudanças nas estações do ano, poderá favorecer a maior frequência na formação de ozônio, uma vez que a emissão dos precursores do ozônio permanecerá a mesma no decorrer do ano. Além disso, outros poluentes (CO, SO<sub>2</sub> e MP<sub>10</sub> e MP<sub>2.5</sub>) emitidos nas grandes cidades têm minado a saúde das pessoas em doses lentas. Além de influenciar no desconforto térmico e na diminuição da qualidade de vida.

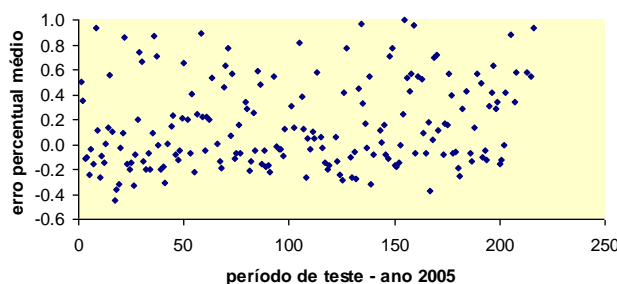
A associação entre os poluentes e as doenças respiratórias e cardíacas é um fato. Contudo o conhecimento antecipado das condições meteorológicas poderá ajudar a sociedade a evitar prejuízos e desperdícios de recursos humanos e materiais. Com este objetivo foi criado um modelo estocástico capaz de prever interações a partir das condições meteorológicas de uma determinada região. Este modelo, inicialmente criado para São Paulo – Brasil, pode ser chamado de Modelo Brasileiro de Clima e Saúde (MBCS), capaz de prever interações a partir dos dados de poluição do ar e índices biometeorológicos. Os resultados iniciais para a cidade de São Paulo mostraram forte associação entre as doenças de vias aéreas superiores (AVAS) e as concentrações de poluentes SO<sub>2</sub> e CO (ambos sem defasagem) e com o índice biometeorológico (frio e úmido, com defasagem de 4 dias). Os resultados chamam atenção para o facto de que níveis de SO<sub>2</sub>, mesmo muito abaixo do padrão de qualidade do ar recomendado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), ainda provocam acréscimos nas interações. Para as doenças de vias aéreas inferiores (AVAI), os resultados mostram associações entre os poluentes MP<sub>10</sub> e O<sub>3</sub> (ambos sem defasagem) e determinados índices de conforto térmico (TEV), obtido através da associação entre temperatura mínima e humidade relativa máxima e vento, ou seja, uma situação de frio e umido (com 4 dias de defasagem). Com relação à Influenza e à Pneumonia (IP), as variáveis que se mostraram relacionadas foram MP<sub>10</sub> (sem defasagem) e TEV (com 3 dias de defasagem). Para verificar a destreza do modelo, utilizou-se o ano de 2001 como controle. Os modelos apresentaram nível de concordância médio em torno de 85% para AVAS, 70% para AVAI e 66% para IP com relação à previsão das interações. Utilizando o MBCS para outras capitais brasileiras, os resultados mostram que o erro percentual médio para Brasília e Porto Alegre é de 24% e para Florianópolis o erro é de aproximadamente 37%.

Estes resultados mostram que o MBCS poderá ser utilizado para previsão de internação, contribuindo para políticas públicas e os meios de comunicação, ajudando nas tomadas de decisões e evitando desperdícios econômicos e humanos.

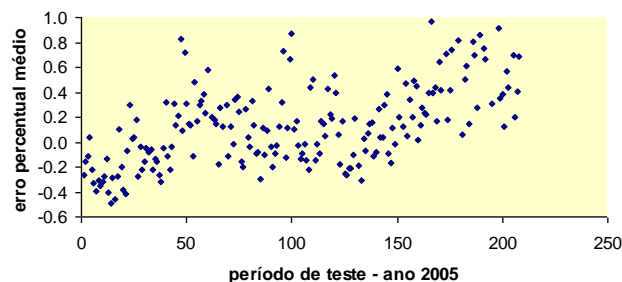
**Destreza do MBCS para a cidade de Porto Alegre/RS - Brasil**



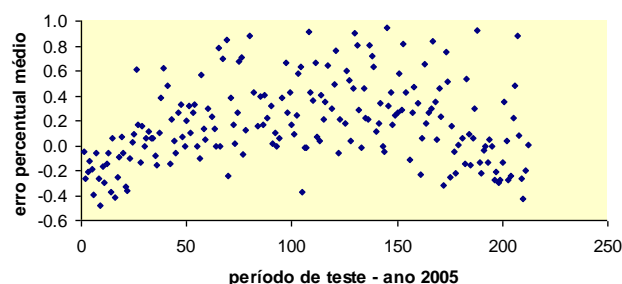
**Destreza do MBCS para Florianópolis/SC - Brasil**



**Destreza do MBCS para São Paulo/SP - Brasil**



**Destreza do MBCS para Brasília/DF - Brasil**



Os resultados deste projeto serão de grande valia para a população e tomadores de decisão, uma vez que irão gerar estimativas do risco e subsidiar ao início de meios profiláticos de forma a controlar o número de casos e adequar o dimensionamento do sistema de Saúde Pública.

## GeoArtigo

### Clima e tendências climáticas da bacia da Ribeira do Pardielas

**M. Potes** Centro de Geofísica de Évora, Universidade de Évora

**V. Pires** Instituto de Meteorologia

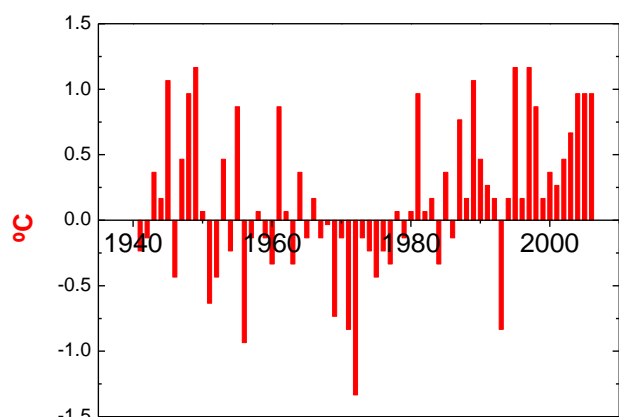
**R. Salgado** Centro de Geofísica de Évora Departamento de Física, Universidade de Évora

A ribeira do Pardielas, afluente do Degebe (bacia do Guadiana) é um exemplo típico de um rio temporário, comum na região mediterrânica. No sentido de contribuir para melhorar a compreensão da dinâmica deste tipo de sistemas aquáticos efectuou-se uma caracterização do clima actual na região e da sua evolução recente, da qual se apresentam aqui alguns resultados.

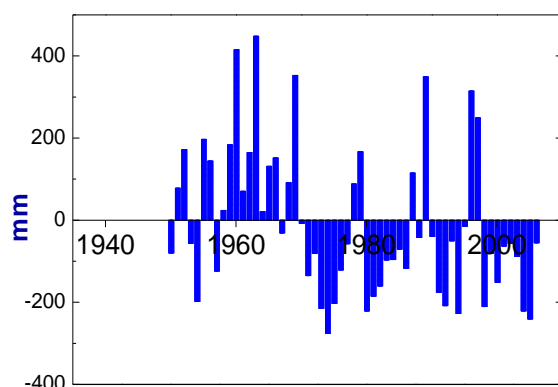
O Clima poderá traduzir-se pelo conjunto de todos os estados que a atmosfera pode ter num determinado local, durante um tempo longo, mas definido. Este intervalo de tempo durante o qual podemos dizer que existe um determinado tipo de clima é escolhido como "suficientemente longo", em geral 30 anos. Para este estudo o intervalo de tempo de 1961-1990 foi escolhido como período de referência, ou normal climatológica; as séries climatológicas de temperatura e precipitação obtidas para o século XX são depois comparadas com este período de referência. A inexistência de estações climatológicas na bacia do Pardielas levou a que fossem utilizados, para a análise da precipitação, os postos udométricos de Azaruja e Santa Susana do Instituto da Água (INAG) sendo que para a análise das séries de temperatura a estação mais próxima é a climatológica principal de Évora (557) pertencente ao Instituto de Meteorologia (IM).

Da análise da série anual da anomalia da temperatura média do ar de Évora, no período 1941-2006, verifica-se que 1974 foi o ano com a temperatura média do ar mais baixa e que a partir da década de 80 houve apenas 3 anos em que a média anual da temperatura média do ar foi inferior à normal 61-90 (Fig.1a). Esta tendência de aumento da temperatura média do ar é estatisticamente significativa de acordo com o teste de Mann-Kendall. A análise da série anual da anomalia da precipitação acumulada de Santa Susana, para o período 1950-2006, mostra que desde a década de 70 houve predominância de anos com precipitação anual inferior à normal 61-90, sendo que, existe uma tendência de diminuição da precipitação acumulada a qual é estatisticamente significativa segundo o teste de Mann-Kendall (Fig. 1b).

Para caracterizar a evolução histórica das situações de seca em Évora no período de 1901-2006, utilizou-se o índice meteorológico PDSI – Palmer Drought Severity Index (Palmer, 1965). Na Figura 2 é apresentado o número de meses por década em situação de seca e em situação de seca severa ou extrema. A década de 90 apresentou um maior número de secas tanto em termos de duração (seca) como de intensidade (seca severa ou extrema).



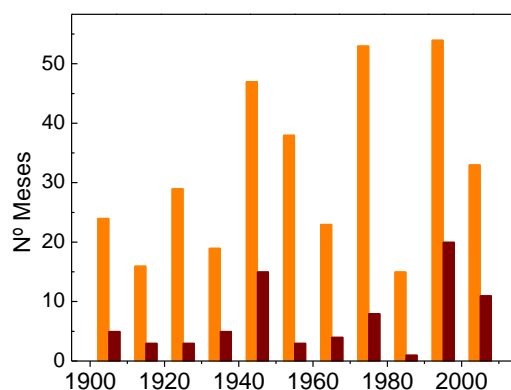
a)



b)

**Figura 1** – a) Anomalia da média anual da temperatura média do ar em relação ao valor médio de 1961-90 para Évora.

b) Anomalia média anual da precipitação acumulada em relação ao valor médio de 1961-90 para Santa Susana.



**Figura 2** – Número de meses em seca (barras cor-de-laranja) e em seca severa ou extrema (barras castanhas) por década, para Évora no período 1901-2006.

A tendência observada na temperatura média na bacia do Pardielas segue a tendência global de aumento da temperatura do ar à superfície, que segundo Jones e Karl existem dois períodos de aquecimento, entre 1910-1945 e desde 1976. De salientar que no mesmo período (década de 70) se verifica o início da tendência da diminuição da precipitação acumulada.

Este estudo foi realizado no âmbito do Projecto PTDC/AMB/73338/2006, designado por "Estratégias de Conservação e Reabilitação de Rios Temporários: Caso de estudo da bacia do rio Pardielas, Sul de Portugal (Bacia do Guadiana)", coordenado pela Prof. Manuela Morais (Universidade de Évora).



Um curso apoiado pelo Centro de Geofísica de Évora  
Oferta de uma bolsa ao melhor aluno do Ensino secundário que ingresse neste curso

## GeoArtigo

## Alterações Climáticas

**Luiz Carlos Baldicero Molion** *Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, Brasil*

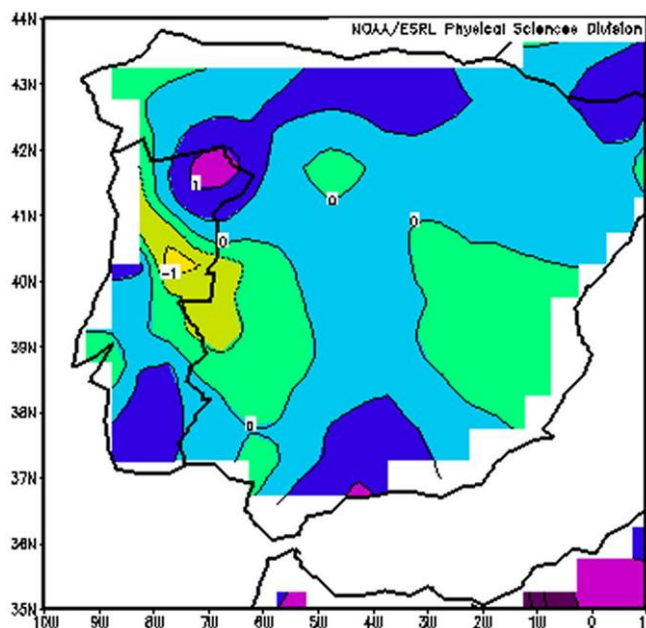
O clima da Terra tem variado naturalmente ao longo de sua existência, forçado por agentes externos ao sistema, como oscilações da atividade solar e dos parâmetros orbitais, atividade vulcânica e tectônica de placas, e internos, como alterações das circulações atmosférica e oceânica. Existem evidências, por exemplo, que o clima esteve mais aquecido ( $+1,5^{\circ}\text{C}$ ) que o atual entre cerca de 800 a 1300 AD, o “Período Quente Medieval”. Naquela época, os Vikings colonizaram e praticaram agricultura nas regiões Norte do Canadá e em uma ilha, denominada Groelândia (Terra Verde), hoje coberta de gelo (!?). Entre 1350 e 1850, o clima se resfriou, chegando a temperaturas de até cerca de  $2^{\circ}\text{C}$  inferiores às atuais, particularmente na Europa Ocidental. Esse período foi descrito como a “Pequena Era Glacial”. Após 1850, o clima começou a se recuperar, aquecendo lentamente, e as temperaturas do ar, próximas da superfície, se elevaram cerca de  $0,6^{\circ}\text{C}$  em média. Portanto, não há dúvidas que ocorreu um aquecimento global nos últimos 150 anos. A questão que se coloca é se a causa desse aquecimento foi natural ou antropogênica?

Já na era instrumental, entre 1850 e 1920, a temperatura oscilou em torno de uma média que teria sido  $0,4^{\circ}\text{C}$  abaixo da atual. Entre 1925 e 1946, notou-se um forte aquecimento de  $0,4^{\circ}\text{C}$ . Esse período coincide com a atuação simultânea de dois processos controladores do clima global. Um deles, foi o aumento da atividade solar, que intensificou o fluxo de radiação solar incidente na Terra. O outro, foi o aumento da transmissividade atmosférica, uma atmosfera mais limpa e transparente devido à redução da atividade vulcânica no período 1916-1962. Portanto, é muito provável que o aquecimento entre 1925 e 1946 tenha sido natural, uma vez que as emissões de carbono antrópicas, devido às queima de combustíveis fósseis e transformação do uso dos solos, eram cerca de 6% das atuais e, certamente, não intensificaram o efeito-estufa. Com o término da Segunda Guerra, começou a globalização propriamente dita e evolução acelerada da indústria exigiu um consumo maior de energia e, portanto, as taxas de emissão de carbono aumentaram significativamente. Paradoxalmente, a temperatura média global diminuiu cerca de  $0,2^{\circ}\text{C}$  entre 1947 e 1976. No início da década dos anos 1970, a mídia divulgava que havia um “consenso” entre os cientistas que o mundo estava imergindo em uma nova era glacial. O argumento embasava-se em evidências que, no último milhão de anos, a Terra tinha passado por 9 glaciações, que duraram cerca de 80 a 100 mil anos cada uma, interrompidas por períodos mais aquecidos, os interglaciais, com duração de 10 a 12 mil anos. Como se estimava que a última era glacial terminara há 15 mil anos, concluiu-se que uma nova era glacial estaria se iniciando. Ou seja, embora as emissões antrópicas tenham aumentado e intensificado o efeito-estufa em princípio, a temperatura média global diminuiu, sugerindo que  $\text{CO}_2$  não seja um controlador climático importante. Após 1976, a temperatura média global voltou a subir, e esse aquecimento, que terminou em 1998 aparentemente, está sendo atribuído, pelo IPCC, às emissões de carbono antrópicas. Dentre os vários problemas identificados para se aceitar esse último aquecimento como real, um é que o aquecimento não foi verificado em todas as partes do globo. Por exemplo, a série de 120 anos da temperatura do ar dos Estados Unidos indica que as temperaturas mais elevadas

ocorreram nas décadas de 1930 e 1940. Comparadas às atuais, as temperaturas do Ártico também foram mais elevadas naquele período, com derretimento do gelo superior ao atual. Outro problema é que os termômetros de superfície sofrem influência da urbanização, o chamado “efeito de ilha de calor”, que faz com que as temperaturas urbanas sejam 3 a  $5^{\circ}\text{C}$  mais elevadas que às das vizinhanças vegetadas. E as séries longas de temperatura são provenientes de cidades que se transformaram em grandes centros urbanos pós-guerra. A análise da variação da temperatura no século passado sugeriu que não há uma relação causal estreita com o aumento de  $\text{CO}_2$ . Nos últimos 10 anos, em particular, as temperaturas obtidas por sensores MSU a bordo satélites não aumentaram. Ao contrário, 2007 foi um dos mais frios nos últimos 20 anos, com arrefecimento global de  $0,7^{\circ}\text{C}$  com relação à média. Entretanto, as emissões antrópicas e a concentração de  $\text{CO}_2$  continuaram a aumentar, ultrapassando o valor de 385 ppmv, conforme as medições em Mauna Loa, Hawaí, um aumento de 22% em relação ao de 1957. Essa tendência recente, embora deva ser tratada com cautela, pois uma série de 10 anos de dados é curta sob o ponto de vista climático, vem reafirmar que o aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  na atmosfera não comanda a temperatura global, sendo sua contribuição ao efeito-estufa inferior à variabilidade natural. Ou seja, o  $\text{CO}_2$  não é um controlador importante do clima global. Dados de temperatura e de concentração de  $\text{CO}_2$ , obtidos dos cilindros de gelo da Estação de Vostok, Antártica, também confirmaram que o aumento da temperatura precedeu o aumento da concentração de  $\text{CO}_2$  nos últimos 420 mil anos e que períodos interglaciais anteriores foram mais quentes que o atual. Em adição, é questionável o aumento de  $\text{CO}_2$  ser atribuído exclusivamente às atividades humanas, uma vez que os oceanos constituem um imenso reservatório de carbono e existe uma grande ignorância quanto aos fluxos de carbono entre eles e atmosfera. Modelos de solubilidade desse gás, por exemplo, indicam que um aumento de  $1^{\circ}\text{C}$  na temperatura nas águas oceânicas acarretaria um aumento de 28 a 30 ppmv em sua concentração atmosférica. Em resumo, não há comprovação científica que o aumento de temperatura do ar, nos últimos 50 anos, tenha sido resultante das atividades humanas, conforme afirma o IPCC.

A busca por uma explicação física para o resfriamento global ocorrido entre 1947-1976 - período em que o Sol esteve em grande atividade e as emissões antrópicas de  $\text{CO}_2$  cresceram a altas taxas - levou a hipótese, a ser mais explorada no futuro, que o Oceano Pacífico desempenhe papel preponderante no controle do clima global. Já se comprovou que o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENOS), caracterizado por uma oscilação de anomalias da temperatura da superfície do Pacífico (ATSM) positivas (El Niño, fase quente) e ATSM negativas (La Niña, fase fria), embora persistam por 6 a 18 meses apenas, provocam grandes distúrbios no clima global. Por exemplo, o El Niño de 1997/98 produziu um aumento de cerca de  $1^{\circ}\text{C}$  na temperatura média global. Em 1997, Mantua e colaboradores definiram uma oscilação de baixa frequência das TSM do Pacífico como se fora um ENOS de longa duração, 50 a 60 anos, também com duas fases fria e quente, que denominaram Oscilação Decadal do Pacífico (ODP).

Durante 20 a 30 anos, o Pacífico tropical ficaria quente e o Pacífico extra-tropical frio (fase quente) e, nos 20 a 30 anos subsequentes, sua configuração de TSM inverteria (fase fria). A análise dos índices da ODP do século passado mostrou que a temperatura média global aumentou durante as duas fases quentes da ODP (1925-1946 e 1977-1998) e diminuiu durante sua fase fria (1947-1976). Coincidência? Talvez não, pois o Pacífico ocupa 35% da superfície terrestre e a atmosfera é aquecida por baixo. Logo, variações das TSM do Pacífico, de prazo relativamente longo, podem causar impactos sensíveis no clima global, que afetem o bem-estar da Sociedade. A análise dos dados de TSM do Pacífico do período 1999-2007 sugeriu que a ODP esteja iniciando uma nova fase fria. Se isso se confirmar, então, haverá um resfriamento global nos próximos 20 anos, como o ocorrido entre 1947-1976. Esse arrefecimento poderá ser mais intenso, pois o Sol estará num mínimo de atividade em seus dois próximos ciclos de 11 anos de manchas solares, até o ano 2.030 aproximadamente. A História mostra que os períodos de aquecimento global no passado foram benéficos, produziram bem-estar social e as civilizações floresceram. Os arrefecimentos globais, em contrapartida, sempre foram nocivos para Humanidade.



Diferença da precipitação ( cm / mês ) entre a fase fria (1950-76) e a fase quente (1977-98) da ODP para a estação chuvosa (Novembro-Fevereiro). Nota-se aumento do total em cerca de 40 mm em Bragança e redução de 60 mm em Castelo Branco. A linha de zero divide o Distrito de Évora ao meio. Fonte dos dados: UDEL/ESRL/PSD/NOAA.

## GeoPalavra Alterações Climáticas e Saúde Humana

**Paulo S. Lucio** Centro de Geofísica de Évora

**Micheline de S. S. Coelho** Instituto Nacional de Meteorologia - Brasil

Hypócrates 400 a.C. já tinha mencionado a influência do ambiente na saúde da população. Isto pode ser observado nos versos seguintes, extraído de *Hipócrates (Airs, Waters, Places*. W.H.S. Jones (ed.). Cambridge, Harvard University Press, 1948) aqui reproduzidos do El Desafío de la Epidemiología (OPAS publicación científica): *"Quien desee estudiar correctamente la ciencia de la medicina deberá proceder de la siguiente manera. Primero, deberá considerar qué efectos puede producir cada estación del año, puesto que las estaciones no son todas iguales, sino que difieren ampliamente tanto en sí mismas como en sus cambios. El siguiente punto se refiere a los vientos cálidos y a los fríos, especialmente a los universales, pero también a aquellos que le son peculiares a cada región en particular. Deberá también considerar las propiedades de las aguas, pues tal como estas difieren en sabor y peso, también las propiedades de cada una difieren grandemente de las de cualquier otra. Por lo tanto, al arribar a un pueblo que le es desconocido, el médico deberá examinar la posición del mismo con respecto a los vientos y a las salidas del sol, pues un aspecto norte, un aspecto sur, uno del oriente y uno de occidente tienen cada uno su propio carácter individual"*. Contudo, além da influência natural do meio ambiente descrita nestas frases de Hypócrates, devemos levar em consideração um novo elemento: as mudanças

antropogênicas que se somam, interferindo na saúde do homem. O clima é um dos importantes elementos formadores do ambiente planetário. Os debates relativos à questão ambiental, notadamente após a década de 1960, têm evidenciado sua importância na análise ambiental, principalmente quando da ocorrência de catástrofes naturais, mais frequentes e intensas. Os impactos do clima sobre a sociedade repercutem-se, dentre outros, na saúde humana, para além daqueles que estão relacionados com o aquecimento global consequência do reforço do efeito estufa (devido ao aumento da concentração dos gases de efeito de estufa), um dos factores principais apontados como responsáveis pelas mudanças climáticas. A concentração destes gases é resultado da queima de combustíveis fósseis e da destruição massiva de florestas. Na verdade, a população mundial já sofre as consequências das mudanças climáticas. Observa-se também que, no que se refere ao ozono, sabe-se que os elevados valores de radiação solar e das temperaturas do ar propiciam a sua formação na troposfera. Devido a isso, algumas estações do ano são favoráveis ao aumento na concentração deste poluente. Assim, alguns cientistas sugerem que uma das consequências das alterações climáticas, possa ser o aumento da formação do ozono troposférico nalgumas estações do ano.

Na verdade, a população mundial já sofre as consequências das mudanças climáticas. Observa-se também que, no que se refere ao ozono, sabe-se que os elevados valores de radiação solar e das temperaturas do ar propiciam a sua formação na troposfera. Devido a isso, algumas estações do ano são favoráveis ao aumento na concentração deste poluente. Assim, alguns cientistas sugerem que uma das consequências das alterações climáticas, possa ser o aumento da formação do ozono troposférico nalgumas estações do ano.

Após a revolução industrial ficaram perceptíveis a interação desastrosa do homem com a natureza, pois esta interação tem sido feita sem planificação e de forma predatória, agredindo a natureza e gerando poluição. Dentre todas as alterações causadas, a poluição do ar tem sido a mais sentida pela população. Desde então a atmosfera terrestre tem sido constantemente contaminada por substâncias tóxicas emitidas pelas indústrias, pelos automóveis, centrais termoelétricas e outras fontes. O resultado desta agressão e o reforço do efeito estufa natural contribuem para afectar o clima. A concentração das pessoas e dos processos produtivos nos centros urbanos tem como principal consequência o aumento da poluição atmosférica para níveis espantosos. A interação entre as fontes de poluição e a atmosfera define o nível de qualidade do ar, que determina por sua vez o surgimento de efeitos adversos da poluição do ar sobre os receptores, que podem ser o homem, os animais e as plantas. Desta forma, com a crescente preocupação acerca dos efeitos nocivos da poluição do ar na saúde da população humana, torna-se necessário a investigação e proceder à quantificação destes efeitos no meio ambiente. Nos grandes centros urbanos, estudos sobre os efeitos da poluição do ar na saúde identificaram associações significativas com a mortalidade infantil e de idosos, além de um aumento das hospitalizações em crianças e adultos devido a problemas respiratórios. Projetos governamentais recentes, que relacionam clima e saúde, procuram analisar a associação entre a exposição à poluição do ar e a mortalidade e os internamentos hospitalares em indivíduos de diferentes faixas etárias nas grandes metrópoles. São fornecidos incentivos financeiros a quem promova a elaboração de medidas que visem a redução de riscos à saúde associados à poluição do ar. Indubitavelmente os seus resultados são úteis para todos aqueles envolvidos no planeamento em saúde, ambiental ou urbano, e no aperfeiçoamento de políticas públicas em curso ou a serem implementadas nos países a que se destinam.

As projeções dos cientistas sobre os efeitos das mudanças climáticas globais na área da saúde são genéricas. Sabe-se que haverá impactos na nutrição, nas doenças diarreicas e cardiorespiratórias, na dengue e na malária, mas ainda é difícil prever exatamente quais serão. Cada impacto tem que ser compreendido no seu contexto local, sem que sejam feitas generalizações. Alguns dizem que o aumento da temperatura do ar favorece a reprodução dos mosquitos *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus*, vetores do vírus da dengue (A dengue coloca em risco a

saúde de 2.5 a 3 bilhões de pessoas que habitam as regiões urbanas e suburbanas de 100 países das regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo); também favorece o desenvolvimento do vírus do "chycungunya". Já para ocorrer aumento na proliferação do mosquito é preciso ter chuva e temperaturas em níveis favoráveis à sua reprodução. Embora a temperatura e a precipitação façam com que o mosquito se prolifere, é preciso olhar para vários outros fatores, como a falta de imunidade das pessoas e de assistência médica - a epidemia desta doença ocorre pela falta de planeamento urbano e de políticas públicas. No entanto, o clima não pode ser responsabilizado por algumas questões que envolvem a saúde pública, sendo certo que as alterações climáticas só deixam mais evidente a vulnerabilidade do nosso sistema social. Sabe-se que com relação à dengue, com o aumento da temperatura, regiões no sul dos Estados Unidos e Europa, estão se tornando zonas endêmicas porque o aumento da temperatura faz com que o mosquito se prolifere naqueles ambientes.

O que confere vulnerabilidade é o grau de exposição que as pessoas têm aos fenômenos, perigos, riscos, e a capacidade que têm de reagir. O cenário de mudanças climáticas poderá ser agravado pela incapacidade de resposta adequada. A expectativa é que o novo contexto decorrente das mudanças climáticas globais aumentem os problemas de saúde pública já existentes, exacerbando essa situação de vulnerabilidade. As comunidades mais pobres podem ser especialmente vulneráveis por se concentrarem em áreas de alto risco, por terem menor capacidade adaptativa e por serem mais dependentes de recursos locais sensíveis ao clima. Podem-se citar alguns impactos: aumento na incidência de doenças cardio-respiratórias devido a maiores concentrações de ozono junto à superfície; alterações na distribuição espacial de populações de vetores de doenças infecciosas e a mudança no padrão de distribuição das epidemias, que mudam em função das alterações ambientais.

As alterações climáticas contribuem em larga escala para as secas e inundações que ocorrem frequentemente e que afectam muito seriamente a produção alimentar, contribuindo assim para um agravamento do estado nutricional das populações de muitos países. As comunidades mais pobres podem ser especialmente vulneráveis por se concentrarem em áreas de alto risco, por terem menor capacidade adaptativa e por serem mais dependentes de recursos locais sensíveis ao clima. As mudanças climáticas colocam em risco a saúde humana. O aquecimento do planeta é gradual, mas o efeito de tempestades, enchentes e secas é abrupto e imediato. A onda de calor na Europa, em 2003, que matou cerca de 70 mil pessoas, é um exemplo de impacto negativo das mudanças climáticas. É necessário ampliar a vigilância à saúde e dar maior importância ao controle dos vetores das doenças, reconhecendo os factores do meio-ambiente que interferem na saúde humana.

#### Direcção e Coordenação Editorial

Alexandre Araújo

**Correio electrónico:** gboletim@uevora.pt

**Depósito legal:** 238091/06

**ISSN:** 1646-3676, Setembro, 2008

#### Painel Editorial

Alexandre Araújo, Ana Maria Silva, Maria Rosa Duque, Joaquim Luís Lopes, Mourad Bezzeghoud e Rui Namorado Rosa

**Tiragem:** 500 Exemplares

Este Boletim é impresso em papel reciclado no Serviço de Reprografia e Publicações da Universidade de Évora.

**Apoio: FCT Fundação para a Ciência e a Tecnologia**  
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E ENSINO SUPERIOR

