

# Geoboletim

Folha informativa do Centro de Geofísica de Évora

9 de Janeiro de  
2012  
Número 19



Centro de Geofísica de Évora, Rua Romão Ramalho, 59, 7002 554 Évora, Portugal • Tel: 266 745300 • Fax 266745394 • <http://www.cge.uevora.pt>

## Editorial

**Ana Maria Silva** *Centro de Geofísica de Évora, Universidade de Évora*

Esta edição do Geoboletim é em primeiro lugar dedicada ao 5º Encontro pós-graduação em ciências físicas e da terra da Universidade de Évora de 2011 (PGUE2011), onde cerca de 36 comunicações orais e sob a forma de poster foram apresentadas por jovens investigadores em formação no Centro de Geofísica de Évora, isto é, estudantes de pós-graduação e bolseiros envolvidos em projectos de investigação e em dissertações de mestrado e doutoramento da Universidade de Évora. Estes Encontros que se iniciaram em 2003 e que ocorrem cada dois anos, são a prova da vitalidade e dinamismo científico deste centro de investigação. Em segundo lugar e pela primeira vez inicia-se a divulgação nesta edição dos resumos dos doutoramentos concluídos durante o ano de 2011, com a preocupação de dar a conhecer aos estudantes do ensino secundário e à comunidade estudantil da Universidade a investigação que se desenvolve no Centro de Geofísica de Évora no âmbito das Ciências da Atmosfera, Terra e Espaço. Seguir-se-á no próximo número de Maio os resumos dos mestrados concluídos durante 2011

## Índice

<b>Editorial</b>	<b>1</b>
<b>GeoComentário</b>	<b>1</b>
<b>GeoInformação</b>	<b>2</b>
<b>Geoagenda</b>	<b>3</b>
<b>Programa do V Encontro de Pós graduação PGUE2011</b>	<b>4</b>
<b>Resumos dos estudantes no V Encontro de Pós graduação PGUE2011</b>	<b>5- 22</b>
<b>Resumos dos doutorandos do CGE de 2011</b>	<b>22-24</b>
<b>Geopalavra</b>	<b>25</b>

## GeoComentário

**António Heitor Reis** *Director do Centro de Geofísica de Évora, Departamento de Física, ECT, Universidade de Évora*

Em 2012, o Centro de Geofísica de Évora irá completar duas décadas de actividade científica ininterrupta. Neste período, com a colaboração de todos, foi possível enraizar e fazer crescer na Universidade de Évora um centro de investigação em Ciências da Terra, da Atmosfera e da Hidrosfera que se encontra entre as unidades cientificamente mais produtivas na sua área no quadro nacional. Em todas as fases de crescimento, o CGE soube estruturar-se internamente para melhor responder aos desafios que defrontou e melhorar o desempenho científico das suas equipas. Ao celebrarmos 20 anos de actividade não podemos deixar de reconhecer a dedicação de todos os que fizeram crescer o CGE, nomeadamente o trabalho das anteriores Direcções.

Iremos iniciar o ano de 2012 com a “reorganização interna das actividades”, amplamente discutida e aprovada em 2011. A nova estrutura de organização do trabalho científico visa criar condições para a maximização das potencialidades do CGE. Tem como objectivo deslocar o foco da actividade da disciplina (Física, Geologia, Geofísica, Biologia, Ambiente, etc.) para o objecto de estudo. Assim, teremos duas linhas de investigação: (i) Atmosfera e Hidrosfera (AH) e (ii) Terra Sólida (TS), coordenadas por investigadores seniores que terão um programa de trabalho a médio prazo, e que e irão enquadrar os centros de actividade (AH – Meteorologia e Clima; Água, Ambiente e Processos Superficiais; Energia e Estruturas de Escoamento. TS – Litosfera, Manto e Recursos Geológicos; Tectónica Activa e Riscos; Património e Arqueometria).

Os investigadores desenvolverão os seus projectos nos Centros de Actividade, cuja coordenação estará a cargo de investigadores de reconhecido mérito eleitos pelos seus pares. Dispostemos, assim, a partir de 2012 de uma estrutura adequada ao actual estado de desenvolvimento do CGE e que visa incrementar o desempenho

científico. Teremos, agora, melhor enquadramento para dar coerência a programas de trabalho multidisciplinares e permitir a cada investigador explorar todas as possibilidades de colaboração interna, participando em múltiplos centros de actividade.

O ano de 2011 foi particularmente rico em acontecimentos. Iniciámos 2011 com a entrega em sessão pública do Prémio Gulbenkian de Estímulo à Investigação ao nosso colega Hugo Silva e ao CGE, e quase no fim de 2011 tivemos a grata notícia de termos atribuído idêntico prémio ao colega Noel Moreira e ao CGE. Em vários fóruns científicos internacionais investigadores do CGE receberam distinções e apreço pelo seu trabalho. Organizámos e acolhemos duas conferências internacionais (Earlinet-ASOS Workshop e GCGW 2011) de grande impacto internacional e dois workshops nacionais.

O 5th Meeting of Post-Graduation in Physics and Earth Sciences of the University of Évora (PGUE), 2-22 Setembro 2011, mostrou o elevado nível de envolvimento de estudantes de pós-graduação nas actividades do CGE e a contribuição da nossa unidade para a formação de novos investigadores. Estamos envolvidos com um projecto coerente para instalação de novas infraestruturas e equipamento no Parque de Ciência e Tecnologia do Alentejo (PCTA), projecto em que tivemos um papel e participação fundamentais.

No actual quadro, em que por diversas razões, temos um financiamento de origem nacional exíguo, teremos de diversificar as fontes de financiamento da nossa actividade científica, concorrendo em associação a fundos europeus. Tendo a expectativa que a nossa actividade será a longo prazo reconhecida, continuaremos o nosso trabalho na prossecução continuada da qualidade científica do CGE.

## GeoInformação

**Investigador do CGE recebe Prémio Gulbenkian de Estímulo à Investigação – 2011**



O investigador do Centro de Geofísica de Évora e aluno de doutoramento em Ciências da Terra e do Espaço, **Noel Moreira**, em conjunto com o Centro, foi este ano distinguido com o Prémio Gulbenkian Estímulo à Criatividade e à Qualidade na Actividade de Investigação. O prémio é entregue na sede da Gulbenkian a 6 de Fevereiro de 2012.

O trabalho conducente a doutoramento “A zona de cisalhamento de Tomar - Badajoz - Córdoba no contexto das suturas variscas ibéricas”, está a ser realizado no Centro de Geofísica de Évora e foi orientado e co-orientado pelos Professores Rui Dias e Jorge Pedro, respectivamente, docentes do Departamento de Geociências e investigadores do CGE.

No ano passado (2010), a mesma distinção foi atribuída ao investigador do CGE, Hugo Silva.

O Programa de Estímulo à Investigação tem como objectivo estimular entre os mais novos a criatividade e a qualidade na actividade de investigação científica distinguindo, anualmente, propostas de investigação de elevado potencial criativo em áreas científicas, no âmbito das disciplinas básicas: Matemática, Física, Química e Ciências da Terra e do Espaço. O Programa integra ainda a respectiva execução em centros de investigação portugueses.

### Reorganização do CGE

Linha de investigação em:

**ATMOSFERA E HIDROSFERA** (Atmosphere and Hydrosphere)

Coordenadora: Ana Maria Silva

#### Centros de Actividade

**Meteorologia e Clima** (Meteorology and Climate): M. J. Costa

**Água, Ambiente e Processos Superficiais** (Water, Env. & Surface Processes): M. Manuela Morais

**Energia e Estruturas de Escoamento** (Energy & Flow Structures): António F. Miguel

Linha de investigação em:

**TERRA SÓLIDA** (Solid Earth)

Coordenador: Mourad Bezzeghoud

#### Centros de Actividade

**Tectónica Activa e Riscos** (Active Tectonics): Alexandre Araújo

**Litosfera, Manto e Recursos Geológicos** (Lithosphere, Mantle & Geological Resources): Carlos Ribeiro

**Património e Arquimetria** (Heritage & Archeometry): Nick Schiavon

Os coordenadores das linhas de investigação e dos centros de actividades foram eleitos em Novembro de 2011 para um mandato de quatro anos pelos investigadores associados à respectiva linha de investigação

**Prestaram recentemente provas de doutoramento os seguintes investigadores afectos ao CGE:**

**Rodrigo Camargo Rocha** Dezembro 2011, “Génese e evolução da bacia de Terena. relação entre os processos sedimentares e a deformação varisca”

**Dina Nunes dos Santos**, 12 de Dezembro de 2011, “Cloud characterisation in the presence of aerosols over Portugal region”.

**Helena Novais** 14 de Dezembro de 2011, “Estudo das diatomáceas béticas em sistemas lóticos de Portugal Continental”

**Sérgio Nepomuceno Pereira**, 22 de Dezembro de 2011, “Climate relevant characterization of different aerosol types observed near the surface over Portugal”.

**Prestaram provas de mestrado em 2011 nove investigadores afectos ao CGE cujos resumos serão publicados na edição de Maio:**

Entre **Setembro** (edição do último número do Geoboletim) e **Dezembro**, regista-se a participação de membros do CGE nos seguintes eventos:

-6th European Conferences on Severe Storms: **ECSS 2011**; 3 Oct 2011→7 Oct 2011; Palma de Mallorca, Spain;

[http://www.essl.org/index.php?option=com\\_content&view=article&id=59&Itemid=59](http://www.essl.org/index.php?option=com_content&view=article&id=59&Itemid=59)

-**6eme reunion des utilisateurs de Meso-NH**, Toulouse, 13-14 de Outubro, 2011;

-**EARLINET Workshop**, Garmisch-Partenkirchen, Alemanha, November 28 to December 2, 2011

[http://www.actris.net/Portals/97/meetings/meeting\\_public/WP2-20/Nov2011/INFO%20WP2-20%20workshop2011.pdf](http://www.actris.net/Portals/97/meetings/meeting_public/WP2-20/Nov2011/INFO%20WP2-20%20workshop2011.pdf)

-**AGU Fall Meeting**, San Francisco, California, EUA, 5-9 de Dezembro de 2011;

-**XXVII Italian Antarctic Expedition, Antarctica**, Dezembro 2011- Janeiro 2012

[http://www.nationalgeographic.it/viaggi-avventure/2011/12/09/video/video\\_dai\\_gas\\_minori\\_al\\_buco\\_nell\\_ozono-728832/index.html](http://www.nationalgeographic.it/viaggi-avventure/2011/12/09/video/video_dai_gas_minori_al_buco_nell_ozono-728832/index.html)

- **CURSO DE UTILIZAÇÃO** do modelo atmosférico WRF (Weather Research & Forecasting Model), Universidade de Évora, 11 a 25 de Novembro de 2011.

- **ACÇÃO DE FORMAÇÃO**: Introdução às Tecnologias de Captura, Transporte e Armazenamento de CO<sub>2</sub>, 15/12/2011. Anfiteatro 1 - CLAV, Universidade de Évora.

- **Coordenação e leccionação** da unidade curricular de **"Clima e Ambiente Atmosférico"** no âmbito do Mestrado Inter-Universitário (envolvendo a UE, a UAveiro e a UNL) em Gestão e Políticas Ambientais, na Universidade de Aveiro entre final de Outubro e Novembro de 2011

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 Janeiro de 2012

Para mais informação, contactar:

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

## GeoAgenda

**16 20 January 2012;** Dili, Timor Lorosae; International Congress of Geology of East Timor <https://sites.google.com/site/1cogeotil/home>

**22 -26 Janeiro 2012;** New Orleans, USA; 92nd AMS Annual Meeting; <http://annual.ametsoc.org/2012/>

**19 22 February 2012;** Kona, Hawaii, USA; AGU Chapman Conference on Remote Sensing of the Terrestrial Water Cycle; <http://www.agu.org/meetings/chapman/2012/acall/>

**20 Feb 2012 24 Feb 2012;** Salt Lake City, Utah, United States; 2012 Ocean Sciences Meeting; <http://www.tos.org/index.html>

**14 Mar 2012 16 Mar 2012;** Vancouver, Canada; GLOBE 2012 <http://2012.globeseries.com/>

**16 Mar 2012;** St. Andrews, United Kingdom; FRESH (FRontline Earth Science researchH) @ St Andrews: The Pulse of Earth Processes; <http://earthsci.st-andrews.ac.uk/seminars.html>

**19 23 Março 2012;** Atenas, Grécia. 8th International Conference on Air Quality - Science and Application, <http://www.airqualityconference.org/>

**20 Mar 2012 21 March 2012;** London, United Kingdom; Water & Environment 2012: CIWEM's Annual Conference <http://www.ciwem.org/events/annual-conference.aspx>

**25 29 March, 2012; Oakland;** California; Geo-Institute of ASCE Presents: Geo-Congress 2012; <http://www.geocongress2012.org/>

**26 Mar 2012 29 Mar 2012;** London, United Kingdom; Planet Under Pressure: New Knowledge Towards Solutions 2012 <http://www.planetunderpressure2012.net>

**28 Mar 2012 30 Mar 2012;** Sofia, Bulgaria; 8th South-East European Congress & Exhibition on Energy Efficiency and Renewable Energy; <http://www.eeandres.viaexpo.com/en/exhibition/>

**3 4 April 2012;** Bristol, UK. Annual Aerosol Science Conference 2012; <http://www.aerosol-soc.org.uk/index.php?q=content/aerosol-society>

**17 Apr 2012 19 Apr 2012;** San Diego, California, USA; Seismological Society of America Annual Meeting; <http://www.seismosoc.org>

**22 Apr 2012 27 Apr 2012;** Vienna, Austria; European Geoscience Union General Assembly; <http://meetings.copernicus.org/egu2012/home.html>

**27 Apr 2012;** Liverpool, United Kingdom; Innovations in Renewable Energies; <http://www.regonline.co.uk/renewable2012>

**30 April 3 May 2012;** Washington, DC, USA; Science Policy Conference; <http://www.agu.org/spconference>

**02 May 2012 05 May 2012;** Lima, Peru; Geoaméricas 2012 <http://www.geoamericas2012.com>

**6 9 May, 2012;** Edmonton, Alberta Canada; The Canadian Institute of Mining Metallurgy and Petroleum Conference

<http://www.cim.org/edmonton2012/registration/index.cfm>

**13 May 2012 18 May 2012;** Dublin, Ireland; World Congress on Water, Climate and Energy; <http://iwa-wcedublin.org/>

**16 May 2012 17 May 2012;** London, United Kingdom; High Fidelity: The Quest for Precision in Stratigraphy and its Applications <http://www.geolsoc.org.uk/gsl/groups/specialist/petroleum/stratigraphy2012>

**16-18 Maio 2012;** La Coruña, Espanha. 20th International Conference on Modelling, Monitoring and Management of Air Pollution, <http://www.wessex.ac.uk/12-conferences/airpollution-2012.html>

**21 24 May 2012;** Prague, Czech GwFR2012 – International Conference on Groundwater in Fractured Rocks Republic: <http://web.natur.cuni.cz/gwfr2012/>

**28 May 2012 01 Jun 2012;** Mar del Plata, Argentina; Environmental Science and Technology <http://www.argentina-ambiental.com.ar/>

**28 May 2012 02 Jun 2012;** Ohrid, Macedonia; BALWOIS 2012— Fifth International Scientific Conference on Water, Climate and Environment; <http://www.balwois.com/2012>

**11 15 Jun 2012;** Selfoss, Iceland; AGU Chapman Conference on Volcanism and the Atmosphere <http://www.agu.org/meetings/chapman/2012/bcall/>

**18 22 Junho 2012;** Bruges, Bélgica ESA Atmospheric Science Conference; <http://www.congrex.nl/atmos2012/>

**25 Jun 2012 29 Jun 2012;** San Sebastián, Espanha; - 7ª Assembleia Hispano Portuguesa de Geodesia e Geofísica; <http://www.aranzadi-zientziak.org/wp-content/uploads/2011/07/asamblea-geodesia-circular.pdf>

**16 Jul 21 Jul 2012;** CEVALOR, Borba, Portugal; - Global Stone Congress; [http://www.cevalor.pt/Globalstone/Site/Global\\_Stone\\_Congress\\_2012](http://www.cevalor.pt/Globalstone/Site/Global_Stone_Congress_2012)

**22 27 Julho 2012;** Munique, Alemanha. IEEE Geoscience and Remote Sensing Society- IGARSS 2012 <http://www.igarss2012.org/>

**30 Julho 3 Agosto 2012;** Leipzig, Alemanha. 16th International Conference on Clouds and Precipitation, ICCP-2012, <http://iccp2012.tropos.de/>

**02 Aug 2012 10 Aug 2012;** Brisbane, Australia; -34th International Geological Congress; <http://www.ga.gov.au/igc2012>

**6 10 Agosto 2012;** Dahlem Cube, Berlim, Alemanha. International Radiation Symposium 2012, <http://www.irs2012.org/>

**19 24 August 2012;** Moscow, Russia; 33rd General Assembly of the European Seismological Commission, <http://esc2012-moscow.org/>

Para mais informação, contactar:

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

**Programa do V Encontro de Pós-graduação em ciências físicas e da Terra da UE, PGUE2011**

**Comissão organizadora: Hugo Silva, Patrícia Moita, Paulo Canhoto e Ana Domingues**

21 E 22 DE SETEMBRO DE 2010

ANFITEATRO 1 DO COLÉGIO LUÍS ANTÓNIO VERNEY  
UNIVERSIDADE DE ÉVORA

**Programa de 4ª Feira, 21 de Setembro, 2010**

09:00-09:30 - Recepção e entrega de documentação

09:30-10:00 – Sessão de abertura

10:00-10:45 – Orador convidado, moderador: Prof. Rui Rosa  
Doutor Nuno Lourenço (Coordenador do Gabinete de Investigação Desenvolvimento e Inovação na Estrutura de Missão para os Assuntos do Mar) O Papel das Geociências no Projecto de Extensão da Plataforma Continental de Portugal

10:45-11:00 – Pausa para café

**Fenómenos de Transferência na Geosfera, moderador: Prof. Rui Rosa**

11:00-11:20 - Comunicação de abertura

António Heitor Reis  
Energia, escoamentos e evolução de estruturas como base para a compreensão da fenomenologia da Geosfera

11:20-13:00 – Comunicações orais  
Luís Albardeiro, C. Gama, M.J.R. Silva e P. Baptista  
Interannual sub-aerial beach variability along a sector of the Tróia-Sines embayed coast

Gérson Fernandes, I. Malico, P.F. Sousa e L. Pina  
Analysis of a photovoltaic unit using computational fluid dynamics

Paulo Amaral, A. Correia, G. Vieira e M. Ramos  
Physical properties of rocks from Hurd Peninsula (Livingston Island, Maritime Antarctica)

Nuno Zacarias, J.P. Pinto, C. Gama e R. Salgado  
Wind effect in storm wave parameters along the Tróia-Sines embayed coast, Southwest Portugal

Dina Santos, M.J. Costa, A.M. Silva e R. Salgado  
Modelação Regional do efeito radiativo indirecto de aerossóis provenientes do Deserto do Sahara

13:00-14:00 – Pausa para almoço

**Geofísica Interna e Sismologia, moderador: Prof. Mourad Bezzeghoud**

14:00-14:20 – Comunicação de abertura

J. Fernando Borges  
Avaliação da Perigosidade sísmica no Vale Inferior do Tejo - uma abordagem determinística

14:20-15:20 – Comunicações orais

João Rocha, M. Bezzeghoud, B. Caldeira, J.F. Borges, N. Dias, L. Matias e A.A. Araujo  
Southern Portugal Microseismicity and its implications in the Seismotectonic context of the Algarvian region

Boris Le Goff e D. Fitzenz  
Inferring activity rates and geographical limits between contiguous zones: a Bayesian approach to seismic source modeling

Ruben Santos, B. Caldeira, M. Bezzeghoud, J.F. Borges  
Determinação do campo de deformação sísmica por interferometria de Radar (InSAR): Exemplos.

15:20-15:30 – Pausa para café

15:30-16:30 – Comunicações orais  
Nadine Pereira, A.A. Araújo, M. Bezzeghoud, J.F. Borges, J. Carneiro e A. Correia

Identificação de Locais de Armazenamento de CO<sub>2</sub> na zona onshore da Bacia Lusitana

Fátima Cardoso, T. Cunha, P. Terrinha, J. Carneiro e C. Ribeiro  
Evaluation of offshore Portugal basins potential for CO<sub>2</sub> storage

Nuno Pereira Santos, M. Bezzeghoud e N.C. Santos  
TransitLC, a new transiting extra-solar planets lightcurve fitting software  
16:30-18:00 – Comunicações em poster

André Albino, H.G. Silva, M. Bezzeghoud, B. Caldeira, J.F. Borges e M. Tlemçani  
Chaotic behaviour of seismic mechanisms: observation and models

Mónica Branquinho, Y. Itai, I. Malico e A.C.M. Brasil  
Simulation of a Downdraft Gasifier

Fátima Cardoso, T. Cunha e P. Terrinha  
Extensional tectonics and westwards migration of rifting in the Porto Basin, North Portugal

Mónica Ferreira e D. Bortoli  
Seasonal and Diurnal variation of UV radiation in Évora with analysis of spectrometric measurements

Oriana Gonçalves e A.M. Silva  
Relação entre a radiação UV e a nebulosidade, na região de Évora

Jana Preißler, F. Wagner e J.L. Guerrero-Rascado  
One year of aerosol observations with a multi-wavelength Raman lidar in Évora

Mário Santana, N.P. Santos, M. Bezzeghoud e B. Caldeira  
Mass-Radius Relationship in Extrasolar Planets

Ricardo Torres, J.F. Borges, M. Bezzeghoud e B. Caldeira  
Prediction of strong-motion seismic movements in Portugal – an approach based in the finite-difference method

Ana Filipa Domingues, D. Bortoli, e A.M. Silva  
Determination of NO<sub>2</sub> amount in polluted air masses over Évora - Portugal, during 2010 with remote sensing measurements

**Programa de 5ª Feira, 22 de Setembro, 2010**

**Física da Atmosfera e do Clima, moderador: Profa. Ana Maria Silva**

09:00-09:20 – Comunicação de abertura

Maria João Costa  
Relevance of satellite remote sensing in climate research

09:20 -10:40 – Comunicações orais

Flávio Couto, R. Salgado e M.J. Costa  
Mecanismos de formação e intensificação de precipitação na Ilha da Madeira

Vijayalaxmi Dasari, H.P. Dasari, R. Salgado e D. Bortoli  
Analysis of atmospheric conditions for summer 2010 over Portugal

Marta Melgão, M.J. Costa e A.M. Silva  
Comparison of total ozone column content given by satellite and retrieved from ground-based remote sensing

Sérgio Pereira, F. Wagner e A.M. Silva  
Characterization of climate relevant aerosol properties observed near the surface in Portugal

10:40-11:00 – Pausa para café

11:00 -12:40 – Comunicações orais

João Perdigão, R. Salgado, H. Prasad, M.J. Costa, M. Mendes e L. Nunes  
Variabilidade da radiação solar à superfície em Portugal

Miguel Potes, M. J. Costa e R. Salgado  
Satellite remote sensing of water turbidity in Alqueva Reservoir

Vanda Salgueiro, M. Potes, M.J. Costa, A.M. Silva e R.N. Rosa  
Cloud properties retrievals from different radiative transfer approaches

Cláudia Serrano, H.G. Silva, A.H. Reis, M. Bezzeghoud, R.N. Rosa, J.F. Borges, B. Caldeira, M. Tlemçani e M.M. Oliveira  
Influence of seismic activity in the atmospheric electrical field in Lisbon (Portugal) from 1961 until 1991

Marco Manso, H.G. Silva e M. Bezzeghoud  
PLASMA, a high-performing and open platform for the integration of heterogeneous sensor networks

12:40-14:10 – Pausa para almoço

**Dinâmica dos Processos Geológicos, moderador: Prof. Alexandre Araújo**

14:10-14:30 – Comunicação de abertura

Júlio Carneiro  
Actividade do CGE em armazenamento geológico de CO<sub>2</sub>

14:30-15:30 – Comunicações orais

Hélder Almeida e A.C. Teodoro  
Spatio-temporal variability analysis of the Douro River plume using MERIS data calibrated for the concentration of TSM

Pedro Almeida e R. Dias  
The origin of the ENE-WSW Bani crest in the area of Tata (Anti-Atlas, Morocco): a smaller analogue of the major E-W variscan shear zones

Ana Branco Fernandes, C. Roque, P. Terrinha, N. Lourenço e M.P. Abreu  
Seismic Stratigraphy of the West Madeira Abyssal Plain

15:30-15:50 – Pausa para café

15:50 -17:10 – Comunicações orais

Inês Cardoso, M.F. Macedo, S. Valadas, L. Rosado, A. Candeias e J. Mirão  
Roman mortars from Ammaia archaeological site – an interdisciplinary study

Paulo Guerreiro, C. Ribeiro e L. Cunha  
Perched springline tufa in Alibre flexure northern slopes

Noel Moreira, R. Dias, C. Coke e M. Búrcio  
Douro flower structure in Peso da Régua sector (centro-Iberian autochthon)

Lúcia Rosado, A.E. Candeias, P. Moita, D. Tavares, R. Alfénim, F. Mayet, M.C. Lopes e J. Mirão  
Iron age pottery from Garvão votive deposit

17:10-17:30 – Encerramento

## Resumos dos oradores convidados e dos estudantes em ciências físicas e da Terra da UE que conduzem investigações com membros do CGE.

### O Papel das Geociências no Projecto de Extensão da Plataforma Continental de Portugal.

Nuno Lourenço (1,2,\*)

(1) EMAM, Estrutura de Missão para os Assuntos do Mar

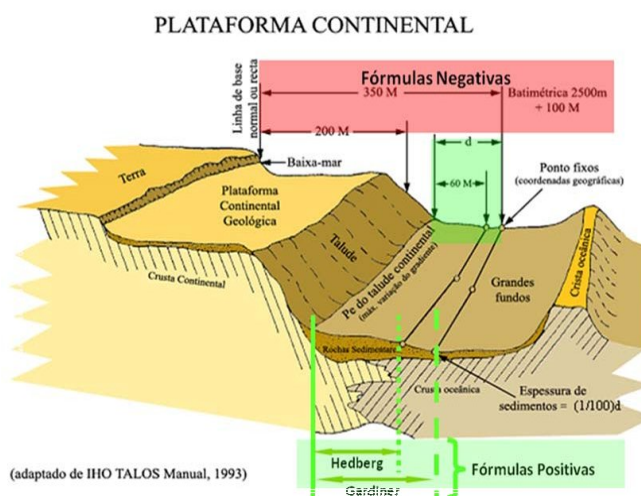
(2) FCT, Universidade do Algarve

Em 1997, Portugal ratificou a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM). Como outros Estados Costeiros, pela aplicação do Artigo 76º da referida convenção, Portugal pode verificar e estudar os critérios nele contidos por forma a alargar a sua Plataforma Continental. O texto contido no artigo 76º da CNUDM resultou de um longo processo de negociações com diferentes actores ligados às áreas científica, jurídica e política. Em consequência, a terminologia utilizada faz uso, nem sempre diferenciado entre definições geocientíficas e jurídicas. A plataforma continental, no quadro da convenção, é um conceito jurídico, definido como:

A plataforma continental de um Estado costeiro compreende o leito e o subsolo das áreas submarinas que se estendem além do seu mar territorial, em toda a extensão do prolongamento natural do seu território terrestre, até ao bordo exterior da margem continental, ou até uma distância de 200 milhas marítimas das linhas de base a partir das quais se mede a largura do mar territorial, nos casos em que o bordo exterior da margem continental não atinja essa distância." (CNUDM, art. 76, par. 1)

Ao contrário do que é frequentemente referenciado nos media, este conceito nada tem a ver com a ZEE – Zona Económica Exclusiva, que se refere aos direitos de soberania para exploração, conservação e gestão dos recursos naturais vivos e não-vivos na coluna de água e espaço aéreo sobrejacente (CNUDM, art. 56). No essencial, os processos de extensão da plataforma continental tratam da delimitação da plataforma continental (como conceito jurídico) para lá do limite das 200 MN, permitindo aos estados costeiros, direitos exclusivos de soberania para a exploração e aproveitamento dos recursos naturais no leito e subsolo marinhos das suas plataformas (CNUDM, art. 77). No artigo 76º são igualmente estabelecidos os critérios que permitem a delimitação do bordo da plataforma continental. Na sua leitura mais simples, este limite é estabelecido pelo cruzamento da melhor de duas fórmulas positivas (i.e. que permitem extensão) com a melhor de duas formas negativas que a impedem (Fig.1). Todo o processo de extensão está dependente da determinação da posição dos pontos do pé de talude, definidos como os pontos de máxima variação do gradiente, segundo o máximo gradiente, na base do talude continental. Uma das fórmulas positivas – a regra de Hedberg – pressupõe a identificação da linha que une os pontos que distam 60 milhas dos pontos do pé de talude; a

outra fórmula positiva – a regra de Gardiner – estabelece uma relação entre a espessura da cobertura sedimentar e a distância ao ponto do pé de talude mais próximo de cada ponto considerado. Cada ponto é elegível para o limite exterior se a espessura da cobertura sedimentar na sua vertical corresponder a pelo menos 1% da distância ao ponto do pé de talude mais próximo. As fórmulas negativas compreendem a linha que dista 350 MN das linhas de base recta ou a linha que dista 100 MN da isobatimétrica dos 2500 m. Da intersecção do caso mais favorável da aplicação das regras positivas com o caso mais favorável da aplicação das regras negativas, resulta o limite exterior da plataforma continental. Para lá desse limite o leito e subsolo marinhos são designados com o a AREA e a sua exploração económica é gerida pela International Seabed Authority (Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos). A coluna de água sobrejacente é classificada como high Seas nos termos da CNUDM.



**Figura 1** – Bloco diagrama onde são apresentadas graficamente as fórmulas negativas e positivas que definem na sua intersecção o limite exterior da plataforma continental.



Da aplicação das fórmulas contidas no artigo 76º da CNUDM, resulta que os dados necessários a qualquer processo de extensão, permitem a descrição da forma e natureza dos leitos marinhos e da sua subsuperfície. As geociências têm um papel central nestes estudos já que as metodologias normalmente utilizadas para aqueles fins emanam das disciplinas da hidrografia, geologia e geofísica marinhas. Na tabela 1 são apresentados os métodos utilizados em função do fim específico no contexto da aplicação do artigo 76º.

Tabela 1 – Métodos geocientíficos utilizados em função de aspectos concretos de Aplicação do Artigo 76 da CNUDM.

Artigo 76º da CNUDM	Métodos Geocientíficos
Geomorfologia dos fundos (Regra Hedberg)	Batimetria Multifeixe
Localização do TOC	Sísmica de refração e MC Métodos de Campos potenciais
Definição e Análise dos processos de base do Talude	Sísmica de refração e MC Batimetria Multifeixe Sísmica de alta resolução Observação directa – ROV “Corers”
Natureza e Composição dos fundos	Petrologia e Geoquímica Observação directa -ROV
Espessura da cobertura sedimentar (Regra de Gardiner)	Sísmica de refração e MC
Batimétrica dos 2500 m	Batimetria multifeixe

Portugal tem presentemente o maior levantamento batimétrico do mundo correspondente a 820 dias efectivos de navegação e à cartografia de mais de 1.8 milhões de quilómetros quadrados. Foram realizados mais de 5000 km de linhas sísmicas multicanal e de alta resolução e foram realizados mais de 100 mergulhos com o ROV LUSO para a recolha de amostras geológicas correspondendo a cerca de 150 dias efectivos de navegação. O limite exterior da plataforma continental, que resultou da avaliação destes dados é apresentado na figura 2 e corresponde a uma área total de cerca de 2.1 milhões de quilómetros quadrados.

Os recursos vivos e não vivos dos fundos marinhos constituem-se cada vez mais como alternativa à exploração dos mesmos em Terra. À medida que a escassez dos recursos aumenta nas áreas continentais, com correspondente aumento dos preços e que a tecnologia prospectiva e extractiva progride, a exploração dos recursos minerais metálicos e não metálicos, energéticos (nos quais se incluem os hidratos de metano) e genéticos nos grandes fundos marinhos torna-se cada vez mais exequível e rentável. Muitos desses recursos encontram-se nas plataformas continentais e nas suas zonas de extensão, tornando estas áreas de solo e subsolo um novo património para o estado costeiro. Os diferentes tipos de recursos minerais metálicos (ISA) e energéticos reconhecidos e descritos para Portugal encontram-se projectados no mapa da figura 3 onde se apresenta o limite exterior da plataforma continental Portuguesa. Com a extensão da plataforma continental, a inventariação dos recursos nomeadamente através da sua distribuição e abundância são imperativos uma vez que nenhum trabalho sistemático de inventariação de ocorrências e de avaliação de reservas foi ainda levado a cabo por Portugal. Com o Projecto de Extensão da Plataforma Continental, multiplicam-se os motivos para consolidar os dados já existentes e avaliar dos recursos naturais nela contidos.

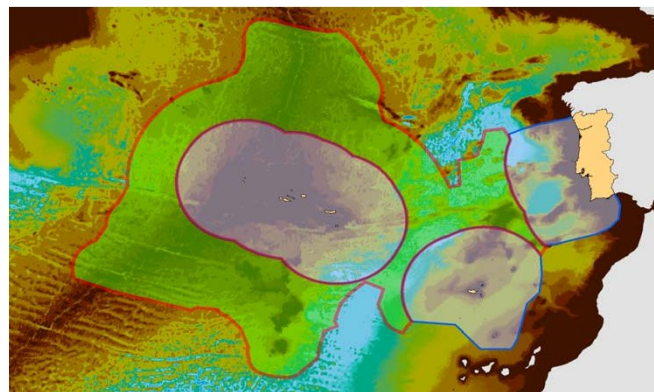


Figura 2 – Limite Exterior da Plataforma Continental de Portugal (linha a vermelho) e limites da ZEE de Portugal Continental e Arquipélago dos Açores e da Madeira. A área a verde corresponde à plataforma continental estendida, compreendendo cerca de 2.1 milhões de quilómetros quadrados.

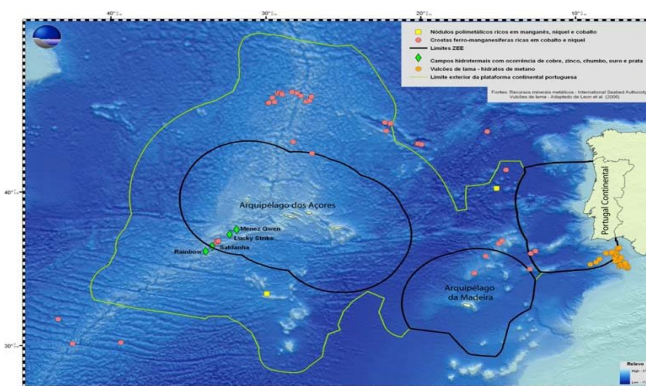


Figura 3 – Mapa com as ocorrências de recursos minerais reconhecidas no interior da plataforma continental portuguesa delimitada pela linha a amarelo. Limites da ZEE do continente e Arquipélago da Madeira e Açores representados pelas linhas a preto. Fontes: recursos minerais metálicos (International Seabed Authority); Vulcões de lama e hidratos de metano (adaptado de Leon et al., 2006).

#### Portais da Internet de Interesse

Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (CNUDM) [http://www.un.org/Depts/los/convention\\_agreements/convention\\_overview\\_convention.htm](http://www.un.org/Depts/los/convention_agreements/convention_overview_convention.htm)

Comissão de Limites da Plataforma Continental [http://www.un.org/Depts/los/clcs\\_new/clcs\\_home.htm](http://www.un.org/Depts/los/clcs_new/clcs_home.htm)

International Seabed Authority <http://www.isa.org.jm/en/home>

#### Energia, escoamentos e evolução de estruturas como base para a compreensão da fenomenologia da Geosfera

A. Heitor Reis (1,\*)

(1) Universidade de Évora, Departamento de Física e Centro de Geofísica de Évora Colégio Luis Verney, Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671, Évora, Portugal

A Terra é um sistema vivo, no sentido em que é palco da degradação do conteúdo exegético da radiação solar e da energia fóssil do planeta. A degradação da energia manifesta-se por escoamentos dos fluidos e de calor que ocorrem desde a escala planetária à escala dos microrganismos biológicos. Estes escoamentos moldam, dão forma e estrutura aos organismos vivos, aos sistemas naturais inanimados, e também a sistemas de engenharia. Será feita uma revisão de alguns trabalhos em curso e outros publicados recentemente que ilustram este tópico, com foco nomeadamente na actividade do Grupo de Fenómenos de Transferência do CGE.

## Interannual sub-aerial beach variability along a sector of the Tróia- Sines embayed coast

L. Albardeiro (1,\*), C. Gama (2), M.J.R. Silva (3), P. Baptista (4)

(1) Dept. of Geosciences, University of Évora, R. Romão Ramalho 59, Évora, 7000-671 Portugal, and Instituto D. Luiz, Facul. Ciências da

Univ. Lisboa, Campo Grande, Edifício C8, Piso 3, 1749-016 Lisboa, Portugal

(2) Dept. of Geosciences and Geophysics Centre of Évora, University of Évora, R. Romão Ramalho 59, Évora, 7000-671 Portugal.

(3) Engineering Dept., University of Évora, ICAMM, Núcleo da Mitra, Apart. 94, 7002-554, Évora, Portugal.

(4) Dept. Geosciences and Centre for Environmental and Marine Studies (CESAM), University of Aveiro. Aveiro, 3810 Portugal.

The comprehension of sub-aerial beach variability of sandy beaches is essential to describe and predict his behaviour after extreme events (e.g. storms). Around the world coastline beach monitoring plans are established in order to characterize the main morphodynamic changes at different spatial and temporal scales. Within this scope, four field surveys (19th to 28th May 2009; 30th October to 10th November 2009, 21th to 30th May 2010 and 14th to 21 April 2011), using a new coastal survey system named INSHORE system (Differential Global Positioning System) [1], were conducted along the Tróia-Sines embayed beach (INSHORE project -PTDC/AMB/73169/2006).

The interannual variability of the sub-aerial beach topography along the Tróia-Sines embayed coast for the first three field surveys were analysed considering the DEM (Digital Elevation Model) analysis regarding the: alongshore coastline configuration; subaerial beach width; beach profile configuration and volumetric changes.

The results points to the definition of eight main coastline sectors very similar to the results previously described by [2]. Although a general north-south increasing beach width trend can be observed, [3] one of these main sectors, Sector 6, presents a significant variation of the beach width and beach profile configuration. This sector was selected to describe the morphodynamic pattern responsible for the sediment accommodation (beach width, and profile configuration) during the studied period.

The subtraction between the three DEMs points to the importance of the beach width variation that describes the landward or seaward subaerial beach displacement. Although this might affect the beach width, this variable should not be taken as the unique one to describe the shoreline change. In fact, this parameter does not describe the beach variability regarding the profile configuration (e.g. berm width and sediment accommodation). According to our results the volumetric changes are strictly related to the beach width variation but the profile configuration has a particular role in the final budget analysis. The proxies that were used (+2m, +3.4m and +4.3m MSL elevation contours) and the relation between the beach width and subaerial beach volume, has given high correlation values. These results proved that not only the MHW (mean high water) used by others authors [4] can be defined as a proxy to describe the shoreline evolution, but also other morphodynamic meaningful contour elevations can give reliable results.

## References

- [1] Baptista, P., Bernardes, C. Cunha, T.R.: "The validation analysis of the INSHORE system - a precise and efficient coastal survey system", *Environmental Monitoring and Assessment*, 00: 000 - 000. DOI 10.1007/s10661-010-1765-0. 2011.
- [2] C. Gama, L. Albardeiro, P. Baptista, J. Marques da Silva: *Alongshore variations of beach configuration along the Tróia-Sines embayed coast (Southwest Portugal)* *Actas do 6 Simposio sobre a Margem Ibérica Atlântica - MIA, Oviedo, Espanha*, 221-224. 2009.
- [3] Albardeiro, L., Gama, C. & Baptista, P: *Análise das variações espaço-temporais da linha de costa ao longo do Arco Litoral Tróia-Sines*, 4º Encontro de Pós-Graduação em Ciências Físicas e da Terra da Universidade de Évora, 18-19 Setembro, Universidade de Évora, Évora. 2009.
- [4] Farris, A. S. & List, J. H.: *Shoreline change as a proxy for subaerial beach volume change*, *Journal of Coastal Research*, 23, 3, 740-748.2007.

## Analysis of a photovoltaic unit using computational fluid dynamics

Gérson Fernandes (1,\*), Isabel Malico (1,2), Paulo JSA Ferreira de Sousa (1,2), Luís Pina (3)

(1) University of Évora, Department of Physics, R. Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora, Portugal

(2) IDMEC/IST, Technical University of Lisbon, Department of Mechanical Engineering, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisbon, Portugal

(3) WS Energia SA, Taguspark Edifício Tecnologia II, Pav. 46, 2740-257 Porto Salvo, Portugal

The use of photovoltaic panels is rising, and its use will play a significant role in achieving the European Union's target of 20% of energy consumption coming from renewable resources [1]. At the same time, suppliers of solar energy panels aim to optimise the use of photovoltaic cells. This can be done, for example, by using intelligent methods of cooling to gain the maximum electrical output possible, and minimizing cost by reducing the number of cells without compromise in power output. WS Energia [2], a national market leader in solar technology, have developed proprietary solutions for the harvesting of solar energy.

Computational fluid dynamics (CFD) is the method of solving of the Navier-Stokes equations at discrete points via a numerical method. The aim of this study is to use CFD to gain an insight of on two different levels of the photovoltaic unit. The first is to calculate the forces and induced vibrations on the structure with varying wind velocities and profiles. The second objective is to study the heat transfer mechanisms within the solar cell, in order to utilize innovative cooling methods to optimise the electrical output.

Preliminary studies consisting of laminar flow in two dimensions have been conducted on a photovoltaic unit (fig 1). The aim is to validate the computational setup and the turbulence modelling. This will be compared with data acquired in the experimental facilities of WS Energia. More comprehensive simulations are in progress. The commercial Navier-Stokes solver, Ansys Fluent will be used for this study in a newly acquired computational hardware.

## References

- [1] Carvalho, D., Wemans, J., Lima, J., Malico, I.: *Photovoltaic energy mini-generation: Future perspectives for Portugal*, *Energy Policy*, doi:10.1016/j.enpol.2011.05.016, 2011
- [2] www.ws-energia.com
- [3] Cosoiu, C.L. et. al.: *Numerical and experimental investigation of wind induced pressures on a photovoltaic solar panel*, 4th IASME/WSEAS International Conference on Energy, Environment, Ecosystems and Sustainable Development Algarve, Portugal, JUN 11-13, 2008

## Physical properties of rocks from Hurd Peninsula (Livingston Island, Maritime Antarctica)

P.M. Amaral (1,\*), A. Correia (1), G. Vieira (2), M. Ramos (3)

(1) Geophysical Centre of Evora, University of Evora, Evora, Portugal

(2) Centre for Geographical Studies, University of Lisbon, Lisbon, Portugal

(3) Department of Physics, University of Alcalá, Madrid, Spain

The distribution of permafrost and active layer depends on the temperature changes in the uppermost ground, which depend on the air temperature and the energy balance between the atmosphere and the ground [1]. The physical properties of rocks are, therefore, essential to describe and model permafrost and active layer evolution in space and time, and propagation of the climate signals into the ground. The thermal conductivity and the thermal diffusivity are two physical properties fundamental to estimate the heat flux and the freezing and thawing processes in the uppermost ground [2], [3]. With this in mind, cores from PG1, PG2, CALM and Papagal boreholes (with depths of 15, 30, 5.1, and 6.0 m, respectively) drilled in the Hurd Peninsula, Maritime Antarctica, were used to measure physical properties such as thermal conductivity, thermal diffusivity, heat production, porosity, density, and P-wave velocity.

Thermal conductivity and thermal diffusivity values were obtained in dry cores by transient methods in a TCS Lippmann & Rauen GbR apparatus. A SILENA gamma-ray spectrometer was used to determine the uranium (CU), thorium (CTh), and potassium (CK) contents. Porosity and density values were obtained by buoyancy and water saturation techniques. A PUNDICT 6 apparatus was used to obtain P-wave velocity values on dry and water saturated cores.

## References

- [1] Correia, A., 2009. On the possibility of using geothermal data for paleoclimate studies in Antarctica: the experience from Portugal. *Finisterra*, XLIV, 87,109-116.
- [2] Condutividade térmica de testemunhos obtidos em duas perfurações realizadas na Ilha de Livingston (Antártida Marítima). *Resultados preliminares*. 2010. P. M. Amaral, A. Correia, G. Vieira, M. Ramos, A. Trindade. In: *Ambientes periglaciares, permafrost y variabilidad climática. II Congreso Ibérico de la International Permafrost Association* (Eds. J.J Blanco, M.A. Pablo, M. Ramos), 139-146.
- [3] Thermal state of permafrost on the top of Reina Sofia Peak: preliminary data. *Livingston Island (Antarctica)*. 2010. M. Ramos, G. Vieira, S. Gruber, M.A. de Pablo, A. Correia. In: *Ambientes periglaciares, permafrost y variabilidad climática. II Congreso Ibérico de la International Permafrost Association* (Eds. J.J Blanco, M.A. Pablo, M. Ramos), 79-92.

## Influence of seismic activity in the atmospheric electrical field in Lisbon (Portugal) from 1961 until 1991

C. Serrano (1,\*), H.G. Silva (1), A.H. Reis (1), M. Bezzeghoud (1), R.N. Rosa (1), J.F. Borges (1), B. Caldeira (1), M. Tlemçani (1), M.M. Oliveira (2)

(1) Geophysics Centre of Évora and Physics Department, ECT, University of Évora, Portugal

(2) Mathematics Department, ECT, University of Évora, Portugal

The atmospheric electric field (AEF) can be influenced by different factors like cosmic radiation, radioactivity and aerosols [1]. Two innovative works have shown the possibility of enhanced air ionization, with consequent AEF perturbations, in the preparatory stage of earthquakes (EQ): Freund et al. [2] base their arguments on charge separation generated in the stressed volume followed by positive charges flow that reach surface and ionize the air within the boundary layer; Harrison et al. [3] relate possible AEF anomalies during the EQ preparation with surface air ionization through radon emanations.

It is clear that AEF plays a role in many of the studied electromagnetic seismic precursors, but systematic pre-earthquake AEF measurements are still lacking. There are reports of AEF anomalies [4], but no clear conclusions could yet be drawn. Hence we believe that in near future a deeper inspection of AEF is required since it could be vital for a better comprehension of these phenomena.

Here we consider hourly values of the AEF recorded at Portela-Lisbon meteorological station (38°47'N, 9°08'W) in the period 1961–1991. They were recorded with a Benndorff electrograph at 1m-height probe. The data series was interrupted in 1975–1977 when the electrometer was switched off for maintenance. The continuous and reliable data of AEF observed are used to study the correlation between possible anomalies in AEF and occurrence of eleven EQ with magnitude (M) above three. These verify the condition that the distance between the AFE sensor to the EQ epicentre lies inside the EQ preparation radius [5]:

$$R \approx 100.43 M \quad (1)$$

The influences of meteorological variables (relative humidity, precipitation, wind intensity and cloudiness) are considered too. We also analyze the atmospheric radon concentration in the same period since radon is important to estimate the alteration of the AEF conditions in response to the crustal behaviour. In fact, EQ's originate many fractures in the Earth surface that create many pathways for radon in the crust thus enhancing its migration [6], which may lead to the enormous release into the atmosphere and consequently decrease in the AEF.

We are just starting a very careful study and for the moment we do

not have clear proves to confirm or denied an EQ-AEF correlation. Nevertheless, it is important to mention that a previous case study has given interesting results [7].

## References

- [1] Serrano, C., Reis, A.H., Rosa, R., and Lucio, P.S.: Influences of cosmic radiation, artificial radioactivity and aerosol concentration upon the fair-weather atmospheric electric field in Lisbon (1955–1991), *Atmospheric Research* 81, 236, 2006.
- [2] Freund, F.T., Kulahci, I.G., Cyr, G., Ling, J., Winnick, M., Tregloan-Reed, J., Freund, M.M.: Air ionization at rock surfaces and pre-earthquake signals, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 71, 1824, 2009.
- [3] Harrison, R.G., Aplin, K.L., and Rycroft, M.J.: Atmospheric electricity coupling between earthquake regions and the ionosphere, *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 72, 376, 2010.
- [4] Kachakhidze, N. Kachakhidze, M., Kereselidze, Z., and Ramishvili, G.: Specific variations of the atmospheric electric field potential gradient as a possible precursor of Caucasus earthquakes, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 9, 1221, 2009.
- [5] Dobrovolsky, I.P., Zubkov, S.I., and Miachkin, V.I.: Estimation of the size of earthquake preparation zones, *Pure Appl. Geophys.* 117, 1025, 1979. [6] Kawada, Y., Nagahama, H., Omori, Y., Yasuoka, Y., Ishikawa, T., Tokonami, S., Shinogi, M.: Time-scale invariant changes in atmospheric radon concentration and crustal strain prior to a large earthquake. *Nonlin. Processes. Geophys.* 14, 123, 2007.
- [7] Silva, H.G., Bezzeghoud, M., Reis, A.H., Rosa, R.N., Tlemçani, M., Araújo, A.A., Serrano, C., Borges, J.F., Caldeira, B. and Biagi, P.F.: Atmospheric electrical field anomalies associated with seismic activity (submitted to NHESS).

## Chaotic behaviour of seismic mechanisms: observation and models

André Albino (1, \*), Hugo G. Silva (1), Mourad Bezzeghoud (1), B. Caldeira (1), J.F. Borges (1), M. Tlemçani (1)

(1) Geophysical Center of Évora and Physics Department, ECT, University of Évora, Rua Romão Ramalho 59,7002-554 Évora, Portugal

Today, it is impractical work modelling the dynamics of failure, given the high complexity of the systems involved. As soon, it is important to identify models, as simples as possible, with qualitatively similar to the failures. The first model introducing is it the mechanical block-spring model, given by Burridge-Knopoff [1].

In this work the subject was treated by experimental means. For that purpose it was developed and designed a mechanical system similar it that used in the numerical modulations, the so called earthquake machine (shown in Figure 1). We have equipped the springs of the machine with a set of force sensors connected to a data acquisition system (DAQ), linked in turn to a computer. The data recorded in the mechanical prototype consists of temporal series of tensions measured by the sensors that correspond to the sequence of tension accumulation and drop taking place in the springs.

Data processing followed two distinct methodologies. The first treated the data according to the techniques used in seismology with field measurements. In the second methodology, we tried to use the series recorded in the context of chaos theories to investigate the behaviour of prototype.

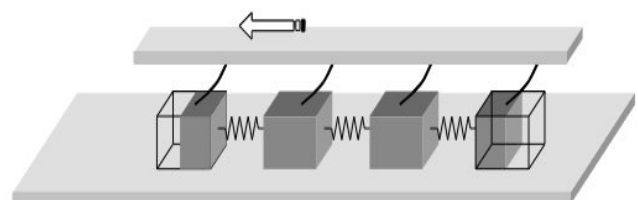


Figure 1 – Earthquake machine

## References

- [1] R. Burridge and L. Knopoff, "Model and Theoretical Seismicity", *Bull. Seism. Am.*, 57, 341, 1967.
- [2] M. Tlemçani and S. Fernandes, "Analysis of a nonlinear discrete dynamical system", in *Signal coding and reconstruction*, 307-314, 2009. [3] M. Vieira, "Chaos and Synchronised Chaos in an Earthquake Model", *Phys. Rev. Lett.*, 82, 201, 1999.



## Avaliação da perigosidade sísmica no Vale inferior do Tejo – uma abordagem determinística

J. Fernando Borges (1,\*)

(1) Centro de Geofísica de Évora

Ao longo de sua história a região do Vale inferior do Tejo (LTV) foi atingida por vários terremotos que produziram importantes danos materiais e perdas de vidas. Dessa atividade sísmica destaca-se o terremoto de Lisboa de 1755 e o terremoto de 1969 ( $M_w = 7.3$ ), ambos localizados na Margem SW da Ibéria; e os sismos de 1344, 1531 e 1909 (magnitudes entre 6 a 7) com epicentros dentro da bacia do Vale Inferior do Tejo. Sendo esta última região uma das mais densamente povoada de Portugal, é espetável que um terremoto de magnitude similar à dos que ocorreram no passado possa vir a causar uma enorme destruição e mortes. O Centro de Geofísica de Évora, em colaboração com o LNEG, FCUL, e ISEL (projetos SISMOT/LISMOT e NEFITAG) tem procurado dar o seu contributo para a avaliação desse risco sísmico através da introdução de uma metodologia determinística para a previsão do campo do movimento sísmico gerado por sismos moderados a grandes nesta área. Este processo envolve o estabelecimento de um modelo estrutura tridimensional, a avaliação do potencial das falhas activas na área estudada e a modelação tridimensional dos movimentos sísmicos do solo com base em métodos de diferenças finitas. Este estudo trará uma nova perspectiva sobre o risco sísmico na região do Vale Inferior do Tejo através da identificação dos sítios mais expostos aos movimentos sísmicos intensos.

## Referências

- [1] Bezzeghoud M. & J.F. Borges, 2003. Mecanismos focais dos sismos em Portugal continental e margem adjacente. *Física de la Tierra, Sismicidade de la Península Ibérica*, Eds: E. Buforn y A. Udias, vol. 15, 229-245.
- [2] Grandin, R., Borges, J.F., Bezzeghoud, M., Caldeira, B. & Carrilho, F., 2007a. Simulations of strong ground motion in SW Iberia for the 1969 February 28 ( $M_S = 8.0$ ) and the 1755 November 1 ( $M \sim 8.5$ ) earthquakes – I. Velocity model.
- [3] Grandin, R., Borges, J.F., Bezzeghoud, M., Caldeira, B. & Carrilho, F., 2007b. Simulations of strong ground motion in SW Iberia for the 1969 February 28 ( $M_S = 8.0$ ) and the 1755 November 1 ( $M \sim 8.5$ ) earthquakes – II. Strong ground motion simulations, *Geophys. J. Int.*, 171, 2, 807-822.

## Southern Portugal Microseismicity and its implications in the Seismotectonic context of the Algarvian region

J. Rocha (1,\*), M. Bezzeghoud (1), B. Caldeira (1), J. Borges (1), N. Dias (2), L. Matias (3), A. Araújo (4)

(1) Geophysical Centre of Evora and Physics Department, Evora University, Evora, Portugal

(2) Engineering Superior Institute of Lisbon, Lisbon, Portugal, (3)D. Luiz Institute, Lisbon, Portugal

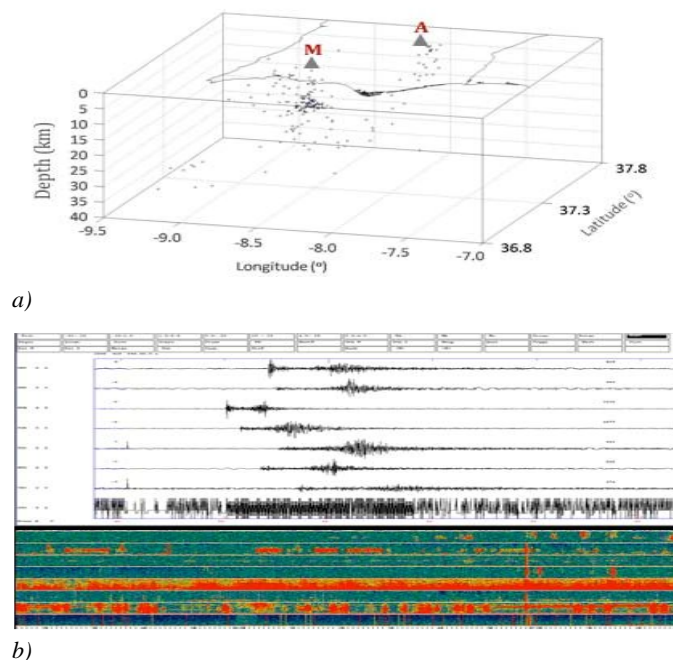
(4) Geophysical Centre of Evora and Geosciences Department, Evora University, Evora, Portugal

Previous studies based on Seismic Network Transfrontiere (1999/2003) and temporary seismic network of Algarve (2006/2007) have identified a significant seismic activity in the Southern Portugal region (Algarve). The data obtained allowed to determine clusters of significant microseismicity in two major areas: the Almodôvar area and the Monchique area. In the Monchique area the seismicity is characterized by low magnitude events ( $1 < M < 3.5$ ) and is possible to define, from the epicentral distribution, some alignments corresponding to probable faults. Also in the northwestern part of Almodôvar, we were able to determine the trend of the epicentral distribution and in an analogous way it might be suggested an active fault, not yet characterized by geological studies. In this region, the trend of the seismicity, presents an alignment in the NE-SW direction, which becomes more evident with the relocation of the seismic events. This epicentral distribution is also confirmed by the principal tectonic faults and focal mechanisms already known from previous studies. In fact the "Almodôvar's Fault" is the first seismic cartography obtained for this region. In addition, the first results of the Local Earthquake Tomography confirms the existence of two probable faults, for the Monchique region, with seismicity constrained from 5 km to 15 km depth (Figure 1a).

A Master Science Thesis was written under the name "Seismic

Tomography of the Continental Algarvian Litosphere" (U.

Évora) where part of this work and main conclusions are referred. It was possible to treat and process the seismic data to obtain 1D and 3D velocity models, has the first approach to the seismic tomographic work to develop. At the present, all data is being under format modification so it can be processed under more adequate methodology and less time consuming in phase picking (Figure 1b), using spectrograms to analyse the seismic activity.



**Figure 1** – a) Hypocenter distribution of the seismicity of the Algarve region (M - Monchique, A - Almodôvar; four months of treated data). b) Event determination: using spectrograms to identify seismic events, which are confirmed with SEISAN.

## References

- [1] Rocha, João Pedro, 2010. "Tomografia Sísmica da Litosfera Continental Algarvia". MSc Thesis, 115p.
- [2] Bezzeghoud M., J.F. Borges e B. Caldeira, 2010. Fontes ísmicas ao longo da fronteira de placas tectónicas entre os Açores e a Argélia: um modelo sismotectónico. Em: *Geologia de Portugal no contexto da Ibéria*, R. Dias, A. Araújo, P. Terrinha, J.C. Kullberg Eds). In press.
- [3] Bezzeghoud M. and J.F. Borges, 2003. Mecanismos focais dos sismos em Portugal continental e margem adjacente. *Física de la Tierra, Sismicidade de la Península Ibérica*, Eds: E. Buforn y A. Udias, Madrid, vol. 15, 229-245.

## Inferring activity rates and geographical limits between contiguous zones: a Bayesian approach to seismic source modeling

Boris Le Goff (1,\*), Delphine Fitzenz (1)

(1) CGE, University of Évora

An important step in the Probabilistic Seismic Hazard Analysis (PSHA) consists in defining the seismic source model. Such a model expresses the association of the seismicity characteristics with the tectonically-active geological structures evidenced by seismotectonic studies. Given that most of the faults are not characterized well enough, the source models are generally defined as areal zones, delimited with finite boundary polygons, within which the seismicity and the geological features are deemed homogeneous (e.g., focal depth, seismicity rate). Besides the lack of data (short period of recorded magnitude), such a method generates different problems for regions with low tectonic plate velocity: 1) a large sensitivity of resulting hazard maps to the location of zone boundaries, while these boundaries are set by expert decisions; 2) the zoning cannot represent any variability or structural complexity in seismic parameters; 3) the seismicity rate is distributed throughout the zone and we lose the location of the determinant information used for its calculation.

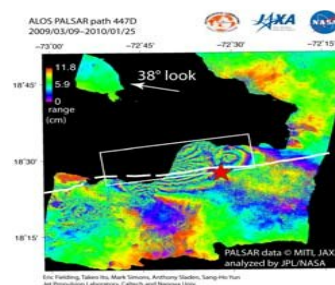
We investigate an alternative approach to model the seismotectonic zoning, with two main objectives: 1) obtaining a reproducible method that 2) preserves the information on the sources and extent of the uncertainties, so as to allow to propagate them (namely through Ground Motion Prediction Equations on to the hazard maps). We chose to use Bayesian methods. A one zone generative model has been developed, creating synthetic catalogs drawn from a Poisson distribution as occurrence model, a truncated Gutenberg-Richter law as magnitude frequency relationship and a uniform spatial distribution, to assess the minimum number of data,  $n_{min}$ , required in an earthquake catalog to find the activity rate with some level of accuracy. Then, an inference with two zones, differentiated by two different surface activity rates, was performed to obtain the geographical limit between them. Current extensions to this approach consist in incorporating preferential fault orientation, and assessing the new  $n_{min}$  needed to resolve the source parameters and dimensions. Future work will strive to incorporate all available data, characterized by different dimensions (e.g., 2D structural maps with features as 1D fault lines, or fault orientations; 3D hypocenters).

### Determinação do campo de deformação sísmica por interferometria de radar (INSAR): exemplos

Ruben Santos (1,\*), Bento Caldeira (2), Mourad Bezzeghoud (2), José Borges (2).

(1) Instituto Politécnico de Beja e Centro de Geofísica de Évora, (2) Centro de Geofísica de Évora e Departamento de Física, Universidade de Évora

No dia 12 de Janeiro de 2010 às 21:53:10 UTC ocorreu um sismo de  $MW=7.0$  (U.S. Geological Survey) a 25 km WSW da Capital de Haiti, Port-au-Prince. O epicentro localizou-se a  $18.46^\circ$  N e  $72.53^\circ$  W, tendo a ruptura ocorrido a uma profundidade relativamente próxima da superfície terrestre, 13 km, provocando grande intensidade e destruição. A fonte deste sismo está a ser estudada pelo grupo de sismologia do CGE (Centro de Geofísica de Évora), usando uma metodologia de cruzamento de dados provenientes de várias técnicas [1]. Uma dessas categorias de dados é o campo de deformação determinado pela técnica espacial InSAR (Interferometry Synthetic Aperture RADAR). Para tal, estamos a usar um conjunto de imagens do sensor ALOS- PALSAR (Advanced Land Observing Satellite - Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar) fornecidas pela JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) e pela ESA (European Space Agency). Para obtenção dessas imagens foi necessário submeter um projecto (Categoria 1) à ESA, que foi aprovado, através do qual pudemos aceder aos dados do Group on Earth Observation (GEO) Hazards Projects – Supersites. O estado primário das imagens utilizadas (nível de processamento 1.0) implica, antes de mais, um pré-processamento, para obtermos as imagens SLC (Single Look Complex): só depois se fará o processamento final onde serão gerados os respectivos interferogramas com o campo deformação provocado pelo sismo de Haiti de 12 de Janeiro de 2010. Das 14 imagens recebidas apenas 8 estão em condições de serem processadas (4 imagens relativas à órbita 138- Ascendente e outras 4 imagens relativas à órbita 447- Descendente). Com estes dados vamos gerar 4 interferogramas (2 interferogramas por órbita). Para as restantes imagens fornecidas pelo Geo-Supersites, não existem os respectivos pares, ou seja, faltam as imagens antes ou depois do sismo (órbitas 136, 137 e 449). Para esse processamento temos o apoio do projecto de cooperação científica inter universitária universitária (U. Paul Sabatier Toulouse; ENS Paris; U. Complutense Madrid; U. Abdelmalek Essaad Tanger; Institut National de Géophysique Rabat; U. du 7 Novembre – SUP\*COM Tunis e U. Évora) “GOMED - PCSI2010 – Géodésie Spatiale en Méditerranée Occidentale: Risque Sismique et Géodynamique”, financiado pela AUF, de que somos parceiros. A Figura 1 mostra o resultado de um interferograma formado a partir de 2 imagens relativas a 2009/03/09 e a 2010/01/25, captadas pelo sensor ALOS-PALSAR na órbita 447. Foi processado pela JPL/NASA/JAXA [2] e nele podemos observar um conjunto de franjas (pelo menos 6 franjas), que correspondem segundo Manabu Hashimoto (Universidade de Kyoto) uma deformação na ordem dos 70 cm [3]. Neste trabalho iremos abordar as diversas fases do processamento InSAR para o cálculo da deformação produzida pelo sismo do Haiti a partir das imagens ALOS-PALSAR referidas.



**Figure 1** – Interferograma gerado pela JAXA/NASA para a órbita 447 [2].

### Referências

- [1] Borges, J., Caldeira, B., Bezzeghoud, M., Santos, R.: *Source rupture process of the 12 January 2010 Port-au-Prince (Haiti, Mw7.0) earthquake*, *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 12, EGU2010, 2010
- [2] Hayes, G.P., Briggs, R.W., Slander, A., Fielding, E.J., Prentice, C., Hudnut, K., Mann, P., Taylor, F.W., Crone, A.J., Gold, R., Simon, M. And Ito, T.: *Complex rupture during the 12 January 2010 Haiti earthquake*, *Nature Geoscience* 3,800–805 (2010), doi:10.1038/ngeo977 Published:10 October 2010. Disponível: <http://www-radar.jpl.nasa.gov/CrustalDef/haiti/>, acedido a 06/07/2011.
- [3] [http://www.rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp/~hasimoto/Manabu/haiti\\_SAR\\_e.htm](http://www.rcep.dpri.kyoto-u.ac.jp/~hasimoto/Manabu/haiti_SAR_e.htm), acedido a 06/07/2011.

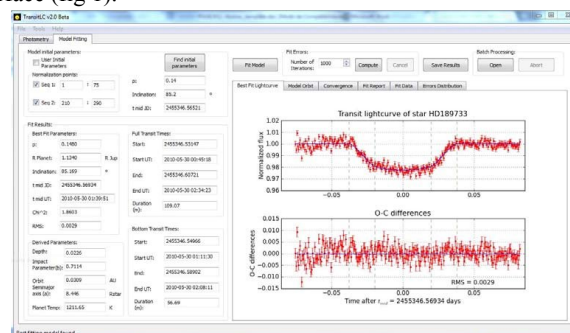
### TransitLC, a new transiting extra-solar planets lightcurve fitting software

Nuno Pereira Santos (1,\*), Mourad Bezzeghoud (1), Nuno Cardoso Santos (2)

(1) Centro de Geofísica de Évora e Departamento de Física da Universidade de Évora

(2) Centro de Astrofísica da Universidade do Porto

In this meeting we will present TransitLC v2.0, a new transiting extra-solar planets lightcurve fitting software. It is the evolution of the original code developed by TRANSIT Project of Geophysics Center of Évora in order to fit observations done with the Astronomical Observatory of Ribeira Grande 0,35m telescope in Fronteira, Portugal. This software, designed to be used by professionals and advanced amateurs astronomers alike, is currently only able to fit circular orbits to extra- solar planets transit lightcurves, retrieving the ratio  $p$  of planet radius to star radius, the inclination  $i$  of the orbit and the time of mid-transit  $t_{mid}$ . Future versions will (optionally) also accept radial-velocities data in order to be able to distinguish between true circular orbits from elliptical orbits. The main difference between this version and the one previously used is the inclusion in the software of a graphical user interface (fig 1).



**Figure 1** – Screenshot of TransitLC v2.0, presenting the new graphical user interface.

### References

- [1] Mandel K., Agol E., 2002, *ApJ*, 580, L171
- [2] Claret, A. 2000, *A&A*, 363, 1081
- [3] Santos, N. P., *Planetas em Transito e relação massa-raio para planetas de pequena massa*, Relatório BII 2009
- [4] Southworth J., Hinse T. C., Jørgensen U. G., et al., 2009, *MNRAS*, 396, 1023.

## Identificação de locais de armazenamento de CO<sub>2</sub> na zona onshore da Bacia Lusitaneana

N. Pereira (1,2,\*), A. Araújo (2), M. Bezzeghoud (2), J. Borges (2), J. Carneiro (2), A. Correia (2)

(1) Tejo Energia, Quinta da Fonte, Edif. D<sup>a</sup> Maria, Piso 2-B, 2770-229 Paço de Arcos, Portugal

(2) Centro de Geofísica de Évora, R. Romão Ramalho, 59, 7000 Évora, Portugal

A problemática das alterações climáticas tem levado a um grande desenvolvimento científico em várias áreas, incluindo também as ciências da terra. De modo a atingir os objectivos políticos, proposto para todo o mundo, de redução de emissões de CO<sub>2</sub>, iniciaram-se projectos sobre CCS (Carbon Capture and Sequestration). De um modo muito genérico este sistema consiste na captura do dióxido de carbono das fontes poluentes, transporte e injeção em formações geológicas, para armazenamento.

Os resultados apresentados correspondem à investigação realizada no âmbito do projecto KTejo, para a central termoelétrica do Pego, localizada a cerca de 20Km a este do limite da Bacia Lusitaneana. Esta é segunda maior fonte de CO<sub>2</sub> do país, libertando uma média de 3Mt/ano.

A Bacia Lusitaneana, estando localizada nas proximidades da instalação termoelétrica é alvo de estudo para locais de armazenamento. Esta bacia sedimentar é constituída por formações que vão desde o Triássico até à actualidade. O processo de selecção identificou camadas estratigráficas capazes de armazenar CO<sub>2</sub>, pelas suas características gerais. A formação do Grés de Silves, arenito Triássico, que é regionalmente coberto pela Formação Dagorda, que é constituirá por sal, gesso e margas, formação do Jurássico. Os locais definidos como potenciais reservatórios foram delimitados para zonas de profundidade, espessura e salinidade do aquífero adequadas e tendo em conta outras características do maciço assim como políticas e económicas.

A metodologia utilizada para a selecção de locais passou por uma recolha bibliográfica, elaboração de uma base de dados e integração e análise dos dados num sistema de informação geográfica. Foram considerados processos neotectónicos, sismicidade natural e características geotérmicas da região. Foi identificada uma área de maior instabilidade tectónica e de maior risco sísmico, baseada nos sismos históricos, em modelos numéricos e na relação entre as falhas activas (netectónica) e os sismos recentes. A elaboração do mapa geotérmico da região permitiu a identificação dos locais onde o CO<sub>2</sub> pode ser armazenado a maior densidade. Os mapas de interpretação sísmica das formações alvo, permitiram delimitar os locais por profundidades e espessura. A integração de toda a informação no SIG permitiu a delimitação das áreas mais favoráveis e os cálculos de capacidade de armazenamento, utilizando características como o volume do reservatório, porosidade, densidade do CO<sub>2</sub> (consequência da temperatura e pressão do local). A porosidade foi determinada a partir de ensaios laboratoriais recorrendo a amostras aflorantes, para além desse método utilizou-se a interpretação de diagráfiás nos poços petrolíferos de onde se obteve também valores de salinidade. Em suma foram identificadas quatro áreas potenciais, ordenadas por preferencialmente por capacidade de armazenamento e localização geográfica. A capacidade de armazenamento da maior área é de 180Mton de CO<sub>2</sub> o que seria capacidade suficiente para o tempo de vida da central termoelétrica.

### Agradecimentos

DPEP (Divisão para a Pesquisa e Exploração de Petróleo), grande agradecimento pela autorização em aceder a informação crucial e relatórios técnicos. KTEJO é parcialmente financiado pelo QREN.

## Evaluation of offshore Portugal basins potential for CO<sub>2</sub> storage

Fátima Cardoso (1, \*), Tiago Cunha (2), Pedro Terrinha (2), Júlio Carneiro (1), Carlos Ribeiro (1)

(1) Universidade de Évora,

(2) LNEG, Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Unidade de Geologia Marinha

COMET - Integrated Infrastructure for CO<sub>2</sub> Transport And Storage in the West Mediterranean - is a joint research Project co- financed by the European Seventh Framework Programme (FP7), which aims at identifying and assessing the most cost effective CO<sub>2</sub> transport

and storage infrastructure able to serve the West Mediterranean area, namely Portugal, Spain and Morocco. One of the key tasks of the project is to identify and map geological units with potential for CO<sub>2</sub> storage, namely in offshore shelf basins (< 200 metres depth), which although associated with higher implementation costs, are less susceptible to political and/or social issues. In this work, we identify and evaluated the potential for CO<sub>2</sub> storage of the west and southern Portugal shallow offshore sedimentary basins.

A potential CO<sub>2</sub> storage unit needs to obey certain geological criteria (in EU GeoCapacity report): 1- sufficient depth of the reservoir to ensure that CO<sub>2</sub> reaches its supercritical phase but not so deep that the permeability and porosity of formations become too low due to compaction. Depths between 800 and 2500 metres below seafloor are usually recommended; 2- Considerable CO<sub>2</sub> storage capacity, which depends on the reservoir formations thickness and lateral continuity; 3 - Effective petrophysic reservoir properties to ensure that CO<sub>2</sub> injectivity is economically viable, and that sufficient CO<sub>2</sub> will be retained;

4- Integrity of the seal to prevent migration of CO<sub>2</sub> from the storage site. In terms of the petrophysic properties, the main parameters under analysis are thus the permeability and porosity. High permeability values (>300mD) ensure that the CO<sub>2</sub> can be effectively injected into the reservoir. On the other hand, high porosity values (> 20%) ensure that there is available pore space for the CO<sub>2</sub> storage.

The offshore basins studied in this project were the Porto, Lusitanian and Algarve Basins. We followed a similar methodology in all basins, which consisted of compiling, processing and standardizing (e.g. data formats and grid spacing) existent structural maps, mostly based on commercial multichannel seismic data along the Portuguese continental shelf tied to oil industry exploration boreholes. Since most of the existent structural maps (Project Milupobas, 1998) are in two-way travel time (TWTT; except those in the Algarve Basin produced by Matias, 2007) the time to depth conversion was performed, based on the formations velocities measured along the exploration wells.

From the simplified porosity-depth profiles, for the Porto and the Lusitanian Basins, two formations stand out as possibly interesting for CO<sub>2</sub> storage: 1 - The Torres Vedras Formation, with porosities ranging between 15% and 40%. The Torres Vedras Formation is topped by the Cacém Formation, with values of porosities ranging between 10% and 15%; and 2 - The Silves Formation, which exhibits porosities of up to 15-25% and is sealed by the low porosity (<5%) evaporites of the Dagorda Formation. For Algarve Basin, the Early Cretaceous is also possibly interesting for CO<sub>2</sub> storage, with porosities ranging between 15% and 30%.

In the Porto Basin, and within the recommended depth range for storage, i.e. between 800 and 2500m, the maximum storage capacity (assuming the average formation thicknesses within each of the considered areas) was estimated in 2364 km<sup>3</sup> for the Torres Vedras Formation and 334 km<sup>3</sup> for the Silves Formation. For Lusitanian Basin the maximum storage capacity was estimated in 1454 km<sup>3</sup> for the Torres Vedras Formation and 398 km<sup>3</sup> for the Silves Formation. For the Santiago do Cacém sub-basin (southernmost Lusitanian Basin) the maximum storage capacity was estimated in 99 km<sup>3</sup> for the Silves Formation. Finally, in the Algarve Basin, where most of the basins offshore are below 200 meters depth, we estimated storage volumes for the Early Cretaceous sequence assuming three different bathymetric thresholds, -600 meters, -1000 meters and -2000 meters, and estimated storage volumes of 663km<sup>3</sup>, 2325km<sup>3</sup>, and 2628km<sup>3</sup>, respectively.

### References

- [1] EU GeoCapacity, Project n° SES6-518318: WP4 Report-Capacity Standards and Site Selection Criteria, Geological Survey of Denmark and Greenland, 2009
- [2] Matias, H.: Hydrocarbon Potential of the Oddhore Algarve Basin, PhD thesis, Universidade de Lisboa, 324pp, 2007.
- [3] Project MILUPOBAS, Contract n° J0U2-CT94-0348, Gabinete para a Pesquisa e Exploração de Petróleo, Lisboa, 1998.



## Seasonal and Diurnal variation of UV radiation in Évora with analysis of spectrometric measurements

Mónica Ferreira (1,\*), Daniele Bortoli (2)

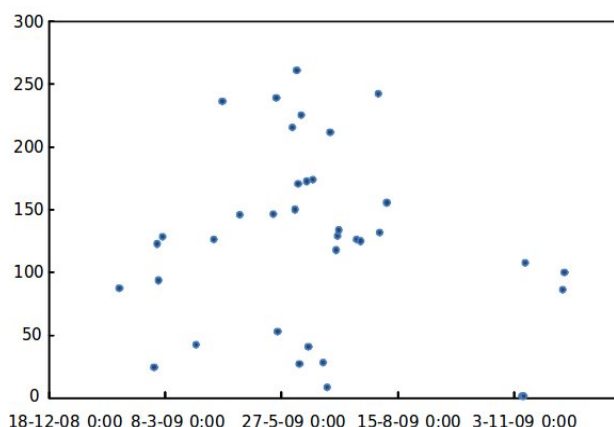
(1) University of Évora,

(2) Geophysics Centre of Évora

Ultraviolet radiation (UV) is a small portion of the total electromagnetic spectrum received by the Earth from sun. The UV radiation works in atomic structures, dissociating molecules (it breaks some carbon chains, many essential to life), thus affecting the living beings. Stratospheric ozone is the main filter for this kind of radiation. The maximum layer of ozone is located at 20-30 km of altitude depending on the position on the globe (for high latitudes, the altitude of Ozone layer is lower than for the low latitudes). At Évora, the measurements were carried out with the SPATRAM (Spectrometer for Atmospheric TRAcers Monitoring) instrument. The SPATRAM equipment measures the solar radiation scattered along the vertical direction in the UV-Visible spectral regions with a spectral resolution of about 0.5nm. The spectral data used in this work are measured between 320-350 nm. In order to characterize the seasonal and diurnal variation of UV radiation, the quantity called 'Flux Index' is defined as:

$$FI = \left( \sum_{i=1}^{np} \frac{DC(i)}{np} \right) / TExp$$

where np is the number of pixel of the CCD camera installed on the SPATRAM, DC is amplitude of measured signal and TExp is the exposure time of the measurement.



**Figure 1** – Annual Variation of the Flux Index, in 2009, in Évora.

During the year, the Flux Index describes a regular function as depicted in Figure 1 by the black fitting function. The FI points which deviation from the quadratic function is higher than the 20%, have to be thought as affected from different cloudy conditions. FI above the function are due to multiple scattering effects caused by thin clouds (cirrus) while the FI points with values below the expected ones, are caused by the presence of thick clouds [1].

### References

[1] Bortoli D., A.M. Silva, G. Giovanelli, A new multipurpose UV-Vis spectrometer for air quality monitoring and climatic studies, *International Journal of Remote Sensing*, 31, 3, 705-725, 2010. DOI: 10.1080/01431160902896231.

### Simulation of a downdraft gasifier

Mónica Branquinho (1, \*), Yuu Itai (2), Isabel Malico (1, 3), Augusto C.M. Brasil (4)

(1) University of Évora, Department of Physics, R. Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora, Portugal

(2) Universidade Federal do Pará, Faculdade de Engenharia Mecânica, Rua Augusto Correa, 01, 66075-900 Belém-PA, Brazil

(3) IDMEC/IST, Technical University of Lisbon, Department of Mechanical Engineering, Av. Rovisco Pais, 1049-001 Lisbon,

Portugal

(4) Universidade de Brasília, Faculdade UnB Gama, Engenharia de Energia, caixa postal 8114, Brasília-DF, 72405-610, Brazil

The Brazilian electric grid is managed by ELETROBRAS, a company controlled by the Brazilian Government. According to ELETROBRAS there are 1.2 million consumers in the Amazon region that are not connected to the grid. This is a low population density region, with 205 MW of off grid energy production systems installed and highly dependent of petrodiesel. Some authors (e.g., [1]) showed that gasification systems with power below 5 MW have higher efficiencies than combustion systems with steam cycle. Moreover, gasification systems are very suitable to the needs of Amazonian communities: one because of the availability of biomass in the region, and two because of the higher efficiency compared to the systems using combustion and steam turbines. Diesel engines are already in operation in the Amazon region producing electric energy (as long as the small communities are not connected to the grid), and gasification systems would fit the actual infrastructure. However, the potential of biomass as energy resource for small Amazonian communities can only be evaluated through simulation models that can predict the gasification efficiency, the producer gas heating value and the overall electrical efficiency.

Apart from woody biomass residues, Açaí seed (*Euterpe oleracea* Mart.) is the biomass residues most wasted in Pará State (Brazil) due a production of 101 kton/year of that fruit. However, wastes of açaí seeds can be up to 70% moist and that could make the gasification process unviable. Again, numerical simulations can estimate the influence of the moisture content on the gasification process of açaí seeds.

The optimization of the gasification of açaí seeds and the resulting composition of the producer gas can be analyzed in two ways that occur simultaneously: first the influence of the air/fuel ratio, and second the influence of the moisture content. Once the producer gas heating value is a consequence of its composition, the optimization of the moisture content and air/fuel ratio would increase the gasification efficiency.

This paper presents the implementation and validation of a thermochemical equilibrium modelling for a downdraft gasifier. The details of the model can be seen in [2]. The numerical model is validated against the experimental results of Santos [3]. The reactor is a small scale, stratified downdraft open top gasifier fuelled with açaí seeds (*Euterpe oleracea* Mart.). Syngas compositions obtained for the simulation of several operating conditions is compared with the experimental results.

### References

[1] Bridgwater, A. V.: *The technical and economic-feasibility of biomass gasification for power-generation*, *Fuel*, 74, 631–653, 1995.  
[2] Melgar, A., Pérez, J. F., Laget, H., Horillo, A.: *Thermochemical equilibrium modelling of a gasifying process*, *Energy Conversion and Management*, 48, 59-67, doi:10.1016/j.enconman.2006.05.004, 2007.  
[3] Santos, R.: *Estudo experimental de um reactor de gaseificação em um leito fixo de açaí*. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Pará, 2011.

### Extensional tectonics and westwards migration of rifting in the Porto Basin, north Portugal

Fátima Cardoso (1,\*), Tiago Cunha (2), Pedro Terrinha (2)

(1) Universidade de Évora

(2) LNEG, Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Unidade de Geologia Marinha

The Porto Basin is located in the northern West Iberian Margin, extending approximately between the latitudes of Vigo and Porto. The basin is still poorly studied, although several commercial seismic surveys have been shot in the 80's and 90's. For a better understanding of the sedimentation and tectonic history of the basin we interpreted a subset of sixteen multichannel seismic lines (2-D, MCS lines) within a roughly rectangular area of 50x45 km. Stratigraphic calibration of the MCS lines was made using data from three exploration wells drilled in the area.

We interpreted three seismic sequences, corresponding to pre-, syn- and post-rift tectonics of a major rifting event between Late Jurassic and Early Cretaceous. The pre-rift sequence, LateTriassic through Middle Jurassic in age, was deposited during a phase of tectonic quiescence, following Triassic regional extension in the NE Atlantic. This sequence is characterized by a synclinal deformation, probably associated with halokinesis caused by overburden of post-rift sediments above the salt, and was subsequently affected by the main rift event.

The Late Jurassic-Early Cretaceous syn-rift sequence, overlies the clear cut Callovian unconformity and was affected by at least two sequential extensional pulses. During the first pulse, a well developed growth package of sediments was deposited in a half-graben rotated block, which has been mapped over eastern part of the area. This block of 27x45 km in area, approximately, is limited by a N-S striking extensional fault dipping to the west. The second stretching event controls the deposition of a "wedge-like" late Early Cretaceous package and is observed in the distal part of the study area only. This graben is not as well imaged as the eastern one, and is topped by mass transport deposits.

The post-rift sequences span from top Early Cretaceous (0.4 to 1.1 sec (TWT)) to Present (0.2 to 0.8 sec (TWT)). In this package, reflections show an aggradational and parallel pattern, with little tectonic deformation. Compressive structures, such as broad hanging-wall anticline folds and steep shear zones were also identified. These appear to be of post- Cretaceous age, probably associated to the Miocene compression. It is concluded from the studied dataset that the Porto Basin was affected by at least two extensional pulses during the Late Jurassic-Early Cretaceous rift, and at least one compressive event. During the rifting phase, the stretching deformation migrated to the west, showing a diachronic behavior during Late Jurassic and Early Cretaceous times.

### Relação entre a radiação UV e a nebulosidade na região de Évora

Oriana Gonçalves (1,\*), Ana Maria Silva (2), Maria João Costa (2)

(1) Licenciatura em Ciências da Terra e da Atmosfera, Universidade de Évora,

(2) Centro de Geofísica de Évora

O meu trabalho ao longo da bolsa de iniciação à investigação, consistiu no estudo da variabilidade da radiação UVA, UVB e UVAB medidas à superfície em dois locais na região de Évora (Mitra e Évora - Colégio Verney) durante o período (2007-2009) e no estudo da relação entre a variabilidade da radiação UV e a nebulosidade ao longo do mesmo período. Este trabalho tem dois objectivos: a) Estudo da variabilidade temporal e espacial da radiação UVA, UVB e UVAB medida à superfície em dois locais da região de Évora (Mitra e Évora - Colégio Verney); b) Relação entre a variabilidade temporal da radiação UVA e a nebulosidade. Para este estudo utilizei o programa Excel, para fazer a análise estatística mensal de cada tipo de radiação Ultravioleta e a análise sazonal referente também aos três tipos de radiação ultravioleta. A figura 1 mostra um exemplo do estudo estatístico referente apenas aos valores da radiação Ultravioleta A-UVA entre 2007-2009, efectuado em três meses de Inverno, pois é quando os valores variam mais em relação as outras estações do ano como mostrado na figura 2. Foi escolhida a radiação UVA, pois foi a variação inter-anual desta grandeza que foi relacionada com a variação inter-anual da nebulosidade, pela mesma razão foram escolhidos os meses de inverno.

Dezembro UVA (W/m <sup>2</sup> )			Janeiro UVA (W/m <sup>2</sup> )			Fevereiro UVA (W/m <sup>2</sup> )		
Média	4.01		Média	4.69		Média	6.10	
Erro-padrão	0.12		Erro-padrão	0.14		Erro-padrão	0.19	
Mediana	3.90		Mediana	4.69		Mediana	6.31	
Moda	1.31		Moda	1.44		Moda	2.36	
Desvio-padrão	2.90		Desvio-padrão	2.33		Desvio-padrão	3.09	
Mínimo	1.14		Mínimo	1.01		Mínimo	1.03	
Máximo	8.67		Máximo	9.55		Máximo	12.62	
Soma	1107.62		Soma	1294.23		Soma	1671.51	
Contagem	276.00		Contagem	277.00		Contagem	274.00	

Figura 1 – Evolução da Radiação UVA nos meses de inverno (exemplo)

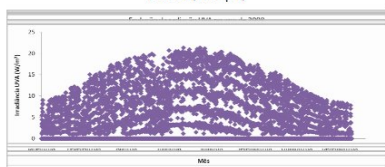


Figura 2 – Evolução da Radiação UVA ao longo 2008 (exemplo)

De seguida passei a estudar apenas a radiação UVA para relacionar esta radiação que chega à superfície com a nebulosidade. Mais uma vez para o estudo utilizei o programa Excel. Da análise feita conclui-se: A) Acerca da 1ª parte do trabalho pode concluir-se, através do estudo estatístico que o tipo de radiação mais útil é a radiação UVA pois apresenta os valores mais estáveis para utilizar na 2ª parte do trabalho; B) A nebulosidade influencia directamente a radiação UV observada à superfície, em particular a radiação UVA: quanto maior é fracção de cobertura de nuvens (nebulosidade) na atmosfera menos radiação UVA é observada à superfície terrestre. No entanto esta relação não é linear, pois depende também do tipo de nuvens.

### Referências

[1] M. Antón, A. Serrano, M.L. Cancillo and J.A. Garcia, *An empirical model to estimate ultraviolet erythral transmissivity*, Departamento de Física, Universidad de Extremadura, 1 Abril 2009

[2] Foyo-Moreno, I. Alados, F.J. Olmo, L. Alados-Arboledas: *The influence of cloudiness on UV global irradiance (295-385 nm)*, Dpto de física aplicada, facultade de ciencias, Universidade de Granada

### One year of aerosol observations with a multi-wavelength Raman lidar in Évora

Jana Preißler (1,\*), Frank Wagner (1), Juan Luis Guerrero-Rascado (1,2,3)

(1) Geophysics Centre of Évora, University of Évora, Évora, Portugal

(2) Andalusian Center for Environmental Research (CEAMA), University of Granada – Autonomous Government of Andalusia, Granada, Spain

(3) Department of Applied Physics, University of Granada, Granada, Spain

The multi-wavelength Raman lidar PAOLI (Portable Aerosol and Cloud Lidar) of the type PollyXT [1] is operated in Évora, Portugal (38.57°N, 7.91°W, 290 m asl) since September 2009. The Évora Geophysics Centre (CGE) is member of EARLINET [2]. Night time measurements analysed for the presented study were performed according to the EARLINET schedule, on Mondays and Thursdays after sunset. Such regular measurements assure statistical results unbiased by so-called special events, i.e. periods of high aerosol load caused, for example, by desert dust outbreaks, volcanic eruptions or forest fires. Those special events often lead to more intense observation periods and consequently to more data.

For the presented work, data of one year (January to December 2010) has been analysed regarding aerosol layers in the free troposphere. In total, 122 layers were observed during 56 out of 78 performed measurements. For each layer, three 10-day back-trajectories were calculated by means of the HYSPLIT model [3] for the top, the base and the centre of the layer, respectively. The main aerosol types observed over Évora in 2010 are Saharan dust (17% of all layers), European anthropogenic aerosol (11%), forest fire and anthropogenic aerosol from North America (17%) and aerosol transported close to the surface of, and therefore influenced by, the Atlantic Ocean (18%). Additionally, layers of Portuguese forest fire smoke (8 layers), volcanic ash from Eyjafjallajökull (5), aged aerosol from polar regions (10) and long range transported layers from the Pacific Ocean or Asia (9) were observed.

The seasonal variability of the layer origin and the geometrical properties of the layers have been investigated. Resulting from different prevailing circulation patterns there is specific seasonal behaviour of the occurrence of layers from the different source regions. In general, more and higher layers could be observed in spring and summer.

A clear correlation between the layer height and the transport distance has been found with increasing height at longer distances. However, exceptionally high are the aerosol layers from the Saharan desert and from the volcano, considering their comparatively short distance from the measurement site. This can be explained firstly by the generally high dust layer height over the Sahara and secondly by the explosiveness of volcanic eruptions, which leads to an intrusion of volcanic aerosol into high altitudes of the troposphere.

The conference contribution will also include optical properties of the aerosol layers and a comparison of those in dependence of their origin.



## References

- [1] Althausen, D., R. Engelmann, H. Baars, B. Heese, A. Ansmann, D. Müller and M. Komppula, 2009: *Portable Raman Lidar PollyXT for Automated Profiling of Aerosol Backscatter, Extinction, and Depolarization*. *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology*, 26, doi:10.1175/2009JTECHA1304.1.
- [2] Bösenberg, J. et al., 2003: *EARLINET: A European Aerosol Research Lidar Network to Establish an Aerosol Climatology*, Report No. 348. Max Planck Institute for Meteorology, Hamburg, Germany.
- [3] Draxler, R.R. and G. D. Rolph, 2011: *HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) Model access via NOAA ARL READY Website* (<http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>). NOAA Air Resources Laboratory, Silver Spring, MD.

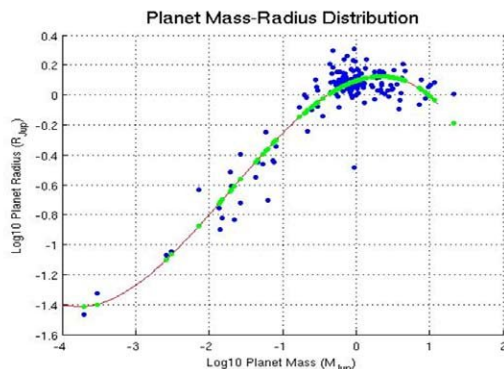
## Mass – Radius Relationship in Extrasolar Planets

Mário Santana (1,\*), Nuno Santos (1), Mourad Bezzeghoud (1), Bento Caldeira (1)  
(1) Centro de Geofísica de Évora e Departamento de Física, Universidade de Évora

In observation to the increasing number of Extrasolar planets it is important to define as soon as possible a mass – radius relationship, so in the future we can easily define planetary families, by internal geology of each planet. The relationship equation derives from [1]

$$R_p \propto M_p^{\beta}$$

Using the latest database [2] of Extrasolar planets, which adds a significant number of rocky planets [3], a mass - radius relationship bi-logarithmic graphic was plotted where we adjusted a polynomial equation which better suited the sample of Extrasolar planets at current time.



**Figure 1** – Mass – Radius Relationship for Extrasolar planets in the logarithmic plane represented by the red line (eq. 2). Blue dots are the measured values of mass and radius for each planet and green dots are measured values that are in accordance with the predicted values.

The adjusted equation was

$$\log_{10} R = a_1(\log_{10} M)^3 + a_2(\log_{10} M)^2 + a_3 \log_{10} M + a_4 \quad (2)$$

When after inversion and adjustment of the coefficients, translates to

$$R \propto M^{0.4528} \quad (3)$$

The equation (2) adapts well to the measured values as seen in (Figure 1), and is very accurate predicting masses and radius (green dots in Fig. 1) in low mass rocky planets as in giant gas planets, proving this relationship (eq. 2). As the sample is increasing in both rocky and gas planets the equation (2) also remain accurate as we added the latest planets to be discovered.

## References

- [1] Valencia, D., O'Connell, R. J., & Sasselo, D. D. 2006, *Icarus*, 181, 545
- [2] Enc. Plan. Extrassolares - <http://exoplanet.eu/index.php>
- [3] Guillot, Tristan, *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 2005. 33:493–530

## Prediction of strong-motion seismic movements in

## Portugal – an approach based in the finite-difference method

R.J.G. Torres (1,\*), J.F. Borges (1), M. Bezzeghoud (1), B. Caldeira (1)  
(1) Geophysics Center of Évora and Physics Department, ECT, University of Évora, Portugal

The goal of the research plan is to contribute to an improved assessment of the seismic hazard in the Lower Tagus Basin (L.T.B.), in order to achieve that, we propose the introduction of realistic methods on the prediction of ground motion produced by moderate to large earthquakes in this area. This process involves the establishment of a structural 3D model and the evaluation of seismic potential of the faults in the studied area. The method employed involves modeling based in Finite difference Methods (FDM), done on a massive parallel computing system.

There is already a 3D velocity model (SWIBMOD2006 model and VFGEN program [1]) and a methodology for wave propagation of the SW of Portugal which is based on the Finite difference method and applied through the E3D program. The work we are currently developing is based in the previous model but applied to the Tagus valley with greater resolution. With that model we hope to contribute to a better evaluation of the seismic hazard and seismic risk in the L.T.B. Besides this seismological interest, we hope to contribute to understand the sedimentary and tectonic evolution of the Mesozoic Lusitanian and Cenozoic Lower Tagus Basins. In PGUE we will present the new velocity model and the results of the modeling to different seismic scenarios.

## References

- [1] Grandin, R., Borges, J.F., Bezzeghoud, M., Caldeira, B. and Carrilho, F. *Simulations of strong ground motion in SW Iberia for the 1969 February 28 (MS = 8.0) and the 1755 November 1 (M ~ 8.5) earthquakes – I. Velocity model*, *Geophys. J. Int.*, Vol. 171(3): 1144–1161, 2007.

## Determination of NO2 amount in polluted air masses over Évora - Portugal, during 2010 with remote sensing measurements

Ana Filipa Domingues (1,\*), Daniele Bortoli (1,2), Ana Maria Silva (1,3)  
(1) Évora Geophysics Centre  
(2) Institute of Atmospheric Sciences and Climate  
(3) Department of Physics, University of Évora

Many of the global environmental changes forced by human activities are mediated through the chemistry of the atmosphere. Important changes include the global distribution of air pollution, stratospheric ozone depletion, global warming and increases in the concentration of tropospheric oxidants. Since the agricultural and industrial revolutions the fragile balance between physical, chemical and biological processes in the Earth System has been perturbed as a result of the increase in the world population, the massive use of large amounts of fossil fuel and the related emissions of polluted gases to the atmosphere, and the intensification of agricultural practices including the more frequent use of fertilizers. The anthropogenic contribution of atmospheric emissions to the atmosphere leads to the increasing abundance of some atmospheric compounds like NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>. Currently, some of those pollutants are measured at different ground- based stations with in-situ and/or remote sensing instruments.

This study provides information about nitrogenous (polluted) air masses transported over Évora, in 2010, detected with a ground based UV-Vis Spectrometer installed at the Geophysics Centre of the University of Évora (CGE). The SPATRAM (Spectrometer for Atmospheric Tracers Measurement) performs measurements of the diffused solar radiation through a vertical path in different spectral intervals (200 - 900nm). The application of the DOAS (Differential Optical Absorption Spectroscopy) methodology to the SPATRAM spectral data, allows for the determination of the total columns of the atmospheric compounds presenting absorption features in the analyzed spectral intervals. The joint action of the SPATRAM data and the HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) maps, allows for the identification of the sources responsible for the pollution events recorded at the Évora Observatory. Using the above methodology 71 days in 2010 with pollution events were found: 30 days with 2 or 3 pollution events and 41 days with 1 pollution event.

At total were identified 115 events of NO<sub>2</sub> air mass load. The potential sources of NO<sub>2</sub> that were identified are mainly in Portugal (Lisbon and Tagus Valley and Sines) but there are also sources in Spain and very few sources in North of Africa. For the days in which pollution events were identified, a quantitative study is also presented where the amount of NO<sub>2</sub> over Évora is determined. From the identified pollution events 48 events registered NO<sub>2</sub> concentrations between 0.03 and 0.06 µg/m<sup>3</sup>; 22 events between 0.06 and 0.09 µg/m<sup>3</sup>; 19 events between 0 and 0.03 µg/m<sup>3</sup> and 13 events with NO<sub>2</sub> values between 0.09 and 0.12 µg/m<sup>3</sup> and 13 events where the NO<sub>2</sub> concentrations lay between 0.12 and 0.28 µg/m<sup>3</sup>. The maximum value obtained in a pollution event occurred in 9 th May 2010 from the SPATRAM scattered radiation measurements reached 0.251 µg/m<sup>3</sup> (approximately 5.133E16 molecules/cm<sup>2</sup>) and the minimum value of 0.011 µg/m<sup>3</sup> (approximately 0.94E16 molecules/cm<sup>2</sup>) was registered in the 2nd February 2010.

### Relevance of satellite remote sensing in climate research

Maria João Costa (1,2,\*)

(1) Centro de Geofísica de Évora

(2) Dep. Física, Universidade de Évora

Satellite remote sensing allows for gathering data of inaccessible areas and also to replace and or complement costly and slow data collection on the ground, ensuring that the areas undergoing this process are not disturbed. Electromagnetic waves, interacting with a medium leave a signature that depends on its composition and thermal structure. Satellite passive remote sensing techniques are based on the measurement of natural radiation that is emitted or reflected by the medium being observed, whereas active remote sensing relies on the radiation emission and subsequent measurement of that radiation that is reflected or backscattered from the target. Reflected sunlight and emitted terrestrial radiation are common sources of radiation measured by passive instrumentation on board satellites, thus using wavelengths of the solar spectrum from the ultraviolet to the infrared. RADAR Detection And Ranging (RADAR) and Light Detection and Ranging (LIDAR) are examples of active remote sensing.

A fundamental obstacle in all remote sensing inverse problems is the uniqueness of the solution. The non-uniqueness occurs because the medium under investigation may be composed by a number of unknown parameters, whose various physical combinations may lead to the same radiation signature. Estimation of surface and atmospheric parameters with satellite remote sensing techniques is based on the measurement and inversion of electromagnetic radiation reaching the sensor. This radiation is composed of photons that have interacted with the surface and the atmospheric components (gases, aerosols and clouds), therefore acting as their fingerprints, allowing for the retrieval of some of their characteristics, provided that some assumptions are undertaken. Satellite remote sensing retrievals of atmospheric and surface quantities are crucial to obtain observations of the climate system from a near-global perspective and to compare climate variables in different parts of the Earth [1]. Therefore, a detailed future global climate record depends upon a major satellite component [2]. Satellite remote sensing does not only provide present surface and atmospheric conditions, but it may also contribute to understand the physical processes occurring in the atmosphere, ocean, and ground surface in order to create, improve and validate models that attempt to project future Earth climates [3].

### References

- [1] Seiz G., Foppa N., Meier M., Paul F.: *The Role of Satellite Data Within GCOS Switzerland. Remote Sensing*; 3(4), 767-780, 2011.
- [2] WMO: *Systematic Observation Requirements for Satellite-based Products for Climate*; WMO TD 1338; WMO GCOS-107; WMO GCOS: Geneva, Switzerland, p. 90., 2006.
- [3] Beniston M. and M. Verstraete: *Remote Sensing and Climate Modeling: Synergies and Limitations (Advances in Global Change Research)*, 360 p., 2001.

### Mecanismos de formação e intensificação de precipitação na Ilha da Madeira

Flavio T. Couto (1,2,\*), Rui Salgado (1,2), Maria João Costa (1,2)

(1) Universidade de Évora, Departamento de Física, Évora, Portugal.

(2) Centro de Geofísica de Évora – CGE, Évora, Portugal.

Como bem discutido na literatura, existem vários mecanismos importantes na dinâmica de formação de precipitação orográfica. Estes mecanismos podem ser resumidos em três tipos básicos, dando origem a precipitação tanto estratiforme quanto convectiva: seeder-feeder (semeador-alimentador), ascensão de ar estável pela encosta de uma montanha e convecção disparada (Smith, 1979; Roe, 2005). O presente trabalho tem por objectivo identificar os principais mecanismos de formação e intensificação de precipitação na ilha da Madeira para alguns casos de intensa precipitação observados no inverno de 2009/2010. Para a realização do presente estudo foram realizadas simulações de alta resolução (1 km) com o modelo atmosférico MESO-NH (Lafore, 1998), desenvolvido pelo Centre National de Recherches Météorologiques – CNRS (Météo-France) e o Laboratoire d'Aérodynamique (Toulouse, França). Diversos parâmetros foram analisados para cada caso em estudo, tais como a precipitação acumulada, energia potencial disponível para convecção (CAPE), escoamento e velocidade vertical em diferentes níveis, razão de mistura do vapor de água e razão de mistura de água de nuvem. A análise das simulações, tem permitido verificar que o factor local é realmente o principal factor agindo na formação e intensificação de precipitação na ilha. A formação de nuvens com alguns quilómetros de desenvolvimento vertical indicam que o escoamento anabático, criado pela existência do relevo pronunciado da ilha, favorece a ascensão de parcelas de ar e é suficiente, mesmo em situações de fraca instabilidade (CAPE inferior à 1000 J/kg) mas elevados valores de humidade, para originar a formação de nuvens muito densas nas regiões mais elevadas da ilha. Esse aspecto foi verificado em todos os casos. Porém as zonas da ilha onde se registam valores mais elevados de precipitação estão estritamente ligadas a orientação da encosta em relação à direcção média do escoamento próximo à superfície.

### Referências

- Lafore, J. P., J. Stein, N. Asencio, P. Bougeault, V. Ducrocq, J. Duron, C. Fischer, P. Hérel, P. Mascart, V. Masson, J. P. Pinty, J. L. Redelsperger, E. Richard, and J. Vila-Guerau de Arellano, 1998: *The Meso-NH Atmospheric Simulation System. Part 1: Adiabatic Formulation and Control Simulation*, Ann. Geophys., 16, 90-109.
- Roe, G. H., 2005: *Orographic Precipitation*. Annu. Rev. Earth and Planet. Sci. 33, 645-671.
- Smith, R. B., 1979: *The influence of mountains on the atmosphere*. Adv. Geophys., 21, 87-230.

### Analysis of atmospheric conditions for summer 2010 over Portugal

Vijayalaxmi Dasari (1,\*), Hari Prasad Dasari (1), Rui Salgado (1,2), Daniele Bortoli (1)

(1) Centro de Geofísica de Évora, Universidade de Évora, Évora, Portugal.

(2) Universidade de Évora, Departamento de Física, Évora, Portugal

In this study an attempt is made to analyze the atmospheric conditions for summer 2010 using different datasets. ECMWF IFS data available at 25 km horizontal resolution and NCEP FNL data available at 1 degree resolution are used for analysis. The reanalysis data sets are analyzed for three month period of July, August and September, 2010 to understand the number of hot, hot and humid days and the length of heat waves conditions. In situ surface observations from different sources are collected and compared with the reanalysis datasets.

Different atmospheric conditions of temperature, wind speed and direction and relative humidity are taken in to consideration for analysis and statistical metrics are developed between analysis and observational meteorological conditions and presented.

### Comparison of total ozone column content given by satellite and retrieved from ground-based remote sensing

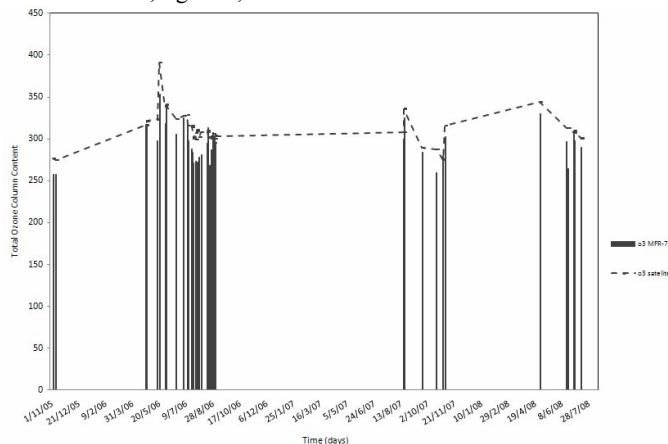
Marta Melgão (2,\*), Maria João Costa (1,2), Ana Maria Silva (1)

(1) University of Évora,

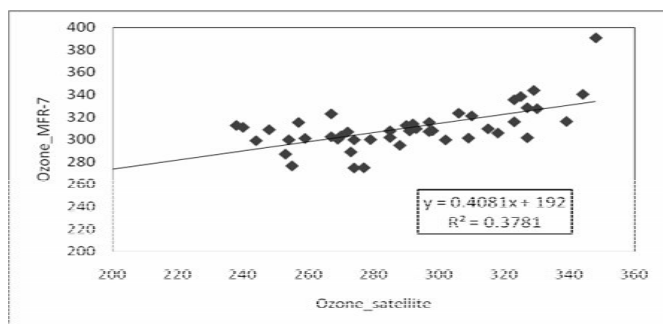
(2) Geophysical Centre of Évora

The purpose of the study is to determine the total ozone column content from spectral irradiances measured at the surface and compare these values with the corresponding obtained from satellite remote sensing.

The spectral irradiances measured at the surface are acquired by the Multi-Filter Rotating Shadow Band Radiometer YES MFR-7, installed in the Observatory of the Geophysical Centre of Évora and the satellite remote sensing values are obtained from the Ozone Monitoring Instrument (OMI), onboard AURA satellite, once a day. An important aspect is the development and adjustment of an IDL program in order to treat the data and get those values for clear days: stable atmospheric conditions, low aerosol concentration and clear sky. In figure 1 it is represented the total columnar content of ozone, for the selected clear days in the considered period, and the respective value given by the satellite. In conclusion, satellite values are in general slightly higher compared to the ones calculated by the spectral irradiances measured at the surface by the MFR-7; the correlation coefficient,  $R^2$ , between ozone values from the satellite and the MFR-7, figure 2, is 0.38.



**Figure 1** – Values of total ozone column content given by satellite and determined by spectral irradiances measured by MFR-7.



**Figure 2** – Linear Correlation between satellite and MFR-7 data

## References

- [1] King, M.D., and Byrne, D.M.: *A Method for Inferring total ozone content from spectral variation of total optical depth obtained from a radiometer*, 1976
- [2] Alexandrov, M.D., et al.: *Remote Sensing of Atmospheric Aerosols and Trace Gases by Means of Multifilter Rotating Shadowband Radiometer. Part I: Retrieval Algorithm*, 2002

## Characterization of climate relevant aerosol properties observed near the surface in Portugal

Sérgio Pereira (1,\*), Frank Wagner (1), Ana Maria Silva (1)  
(1) Centro de Geofísica de Évora

This work documents the results of ground based, in-situ, aerosol optical and physical properties measured or determined in the city of Évora, Portugal. These aerosol properties were obtained between 2002 and 2009 and correspond to the first study of ground surface aerosol climatology carried out in Portugal, where the characterization of the optical and physical aerosol properties was made through the combination of different ground based instruments at the site. Average aerosol properties were obtained at different timescales, namely aerosol scattering and absorption coefficients, total aerosol and black carbon mass concentrations, single scattering albedo and mass scattering efficiencies. These properties were also

related to different possible source regions. Among the database of aerosol episodes which was built, several case studies were analyzed in order to derive “characteristic” average properties of different aerosol types.

## References

- [1] Pereira, S., Wagner, F., and Silva, A. M.: *Scattering properties and mass concentration of local and long range transported aerosols over the south western Iberian Peninsula*, *Atmos. Environ.*, 42, 7623–7631, 2008.
- [2] Pereira, S., Wagner, F., and Silva, A. M. *Seven years of measurements of aerosol scattering properties, near the surface, in the southwestern Iberia Peninsula*. *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 17–29, 2011. doi:10.5194/acp-11-17-2011.
- [3] Pereira, S., Wagner, F., and Silva, A. M. *Long term black carbon measurements in the southwestern Iberia Peninsula*. *J. Geophys. Res.* Submitted manuscript 2011JD015657R.

## Variabilidade da radiação solar à superfície em Portugal

João Perdigão (1,\*), Rui Salgado (1), Hari Prasad (1), Maria João Costa (1), Manuel Mendes (2), Luís Nunes (2)

(1) Centro de Geofísica de Évora – CGE, Évora, Portugal

(2) Instituto de Meteorologia, Rua C do Aeroporto, Lisboa, Portugal

A radiação solar modela o clima do nosso planeta e quaisquer alterações induz variações de temperatura, humidade, precipitação, etc. A radiação solar é também um factor que condiciona níveis económicos, sociais, ambientais e biológicos. Vários estudos indicam que, entre 1950 e meados da década de 80, se registou uma diminuição na radiação solar global que chega à superfície – fenómeno conhecido por “global dimming.”. Os estudos indicam que posteriormente se observou o efeito contrário – “brightening”.

No presente estudo apresentam-se resultados da recolha das séries temporais da radiação solar à superfície medidas em Portugal, em sete estações meteorológicas (Lisboa, Porto, Coimbra, Faro, Évora, Penhas Douradas, Castelo Branco e Bragança), num período não inferior a três décadas (1960-1990). Estas séries são utilizadas para o estudo da variabilidade e o cálculo de tendências da radiação global. A evolução das médias mensais e anuais é analisada recorrendo ao método paramétrico dos mínimos quadrados e ao método não-paramétrico de Mann-Kendall.

Os resultados obtidos são comparados com as tendências encontradas nos dados das reanálises (ERA40) do Centro Europeu de Previsão do tempo a Médio Prazo (ECMWF), para a Península Ibérica.

## Satellite remote sensing of water turbidity in Alqueva reservoir

M. Potes (1,\*), M.J. Costa (1,2), R. Salgado (1,2)

(1) Évora Geophysics Centre, University of Évora, Rua Romão Ramalho 59, 7000-671 Évora, Portugal

(2) Department of Physics, University of Évora, Rua Romão Ramalho 59, 7000-671 Évora, Portugal

The quality control and monitoring of surface freshwaters is crucial, since some of these water masses constitute essential renewable water resources for a variety of purposes. The water turbidity is related with extinction of light in water and consequently with thermal vertical structure of the lakes, which in turn plays an important role in autochthonous primary production [1].

In general, light intensity declines exponentially with depth, as described by Beer-Lambert Law (equation 1):

$$I_z = I_0 e^{-kz} \quad (1)$$

where  $I_z$  is the light intensity at a depth  $z$  below the surface,  $I_0$  is the immediate sub-surface light intensity,  $z$  is the depth interval between  $I_0$  and  $I_z$  coefficient and  $k$  is the rate of attenuation of downwelling radiation usually referred to as the extinction. According to [2], the feasibility of measuring water colour and turbidity from satellites can be assessed by considering light and water interaction processes and by evaluating the effects of atmospheric and hydrological variables. The use of satellite data to evaluate the optical water properties is steadily increasing, since this kind of data provides undoubtedly the only way to proceed for global characterization of the reservoirs.

Recently [3] developed a method to retrieve surface freshwater biological parameters (chlorophyll a and cyanobacteria) concentrations over Alqueva reservoir (south of Portugal) from MERIS satellite data, aiming at providing full spatial new empirical algorithm allowing retrieving the water turbidity of the same reservoir, which is important for the estimation of water extinction coefficients.

## References

- [1] Friedl, G. and Wüest, A.: *Disrupting biogeochemical cycles. Consequences of damming. Aquat. Sci.* 64, 55-65, 2002.
- [2] Moore, G. K.: *Satellite remote sensing of water turbidity. Hydrolog. Sci. J.* 25, 4, 12/1980, 1980.
- [3] Potes, M., Costa, M.J., Silva, J.C.B., Silva, A.M. and Morais, M.: *Remote sensing of water quality parameters over Alqueva reservoir in the south of Portugal. Int. J. Remote Sens.*, 32:12, 3373-3388, 2011.

## Cloud properties retrievals from different radiative transfer approaches

Vanda Salgueiro (1,\*), M. Potes (1), M.J. Costa (1,2), A.M. Silva (1), R. Rosa (1)

(1) Évora Geophysics Centre (CGE), University of Évora  
(2) Department of Physics, University of Évora

The amount of solar radiation flux that reaches the Earth's surface strongly depends on the existence of clouds and consequently on its optical, geometrical and microphysical properties. Hence it is important to be able to estimate the cloud properties. The aim of this work is the estimation of cloud properties obtained from different approaches, two numerical and one analytical cloud radiative transfer model. By the combination of the analytical with a 3D numerical cloud radiative transfer model the top and base cloud shape factors, which characterize the geometrical properties of the cloud borders, are obtained. From the comparison between simulations of global solar irradiance fields at the surface obtained with an 1D numerical radiative transfer model and the global irradiance measurements from a Multi-Filter Rotating Shadow Band Radiometer YES MFRSR-7 installed at the Évora Geophysics Centre (CGE) Observatory, both the cloud cover and the cloud optical depth are obtained for some selected days.

## References

- [1] Chiu, J. Christine; Huang, Chiung-Huei; Marshak, Alexander; Slutsker, Ilya; Giles, David M.; Holben, Brent N.; Knyazikhin, Yuri; Wiscombe, Warren J., (2010). *Cloud optical depth retrievals from the Aerosol Robotic Network (AERONET) cloud mode observations. Journal of Geophysical Research*, 115, D14202, doi:10.1029/2009JD013121.
- [2] Rosa, R. (1988). *Solar and Thermal Radiation inside a Multispan Greenhouse. J. agric. Engng Res.*, 40, 285-295. [3] Wallace, J. M., & Hobbs, P. V. (2006). *Atmospheric Science An Introductory Survey. Canadá: Elsevier.*

## Modelação regional do efeito radiativo indirecto de aerossóis provenientes do Deserto do Sahara

D. Santos (1,\*), M.J. Costa (1,2), A.M. Silva (1), R. Salgado (1,2)

(1) Centro de Geofísica de Évora, Universidade de Évora  
(2) Departamento de Física da Universidade de Évora

O Deserto do Sahara é considerado a fonte de aerossóis minerais mais importante no mundo, sendo responsável por cerca de metade das emissões globais de aerossóis do tipo poeiras do deserto (DD). Estas partículas, presentes na atmosfera, interagem com a radiação solar e terrestre, modulando o balanço de radiação da Terra e são responsáveis por grandes incertezas na avaliação do forçamento radiativo [1, 2, 3]. O principal objectivo deste trabalho é estudar os efeitos de aerossóis, provenientes de tempestades no Deserto do Sahara, sobre as nuvens. O método, utilizado neste estudo, estima o forçamento radiativo devido a nuvens em presença de aerossóis do tipo DD (forçamento radiativo indirecto dos aerossóis). Para esse efeito foram tidos em conta dois episódios de forte presença de aerossóis DD: um episódio que ocorreu no final de Maio de 2006 e outro que ocorreu no início de Setembro de 2007. A avaliação do forçamento radiativo devido a nuvens (CRF) é feita à escala regional, tanto no topo da atmosfera (TOA) como à superfície. Os resultados são obtidos a partir de simulações numéricas com um

modelo regional atmosférico MesoNH [4] de mesoescala sobre a área de Portugal Continental e a região adjacente do Oceano Atlântico. A partir dos resultados é possível observar que, para todos os dias em estudo, um efeito de arrefecimento (valores negativos de CRF) é sempre encontrado tanto no TOA como à superfície sendo esse efeito de arrefecimento mais acentuado à superfície do que no TOA. Além disso, para estes dois níveis e para nuvens que se desenvolvam numa atmosfera livre de aerossóis DD, é encontrado um efeito de arrefecimento mais pronunciado em comparação com os correspondentes valores de CRF para as nuvens que se desenvolvam numa atmosfera com aerossóis DD.

## Referências

- [1] Forster, P., Ramaswamy, V., Artaxo, P., Bernsten, T., Betts, P. R., Fahey, D.W., Haywood, J., Lean, J., Lowe, D.C. Myhre, G., Nganga, J., Prinn, R., Raga, G., Schulz, M. & Van Dorland, R., *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.
- [2] Santos, D., M. J. Costa, and A. M. Silva. *Direct SW aerosol radiative forcing over Portugal, Atmos. Chem. Phys.* 8:5771-5786, 2008.
- [3] Santos, D., Costa, M.J., Silva, A.M., Salgado, R., Domingues, A., Bortoli. *Saharan Desert Dust Radiative Effects, 2011: A study based on atmospheric modelling, International Journal of Global Warming, Volume 3, Numbers 1-2, February 2011*, pp. 88-102(15), 2011.
- [4] Lafore, J.-P., J. Stein, N. Asencio, P. Bougeault, V. Ducrocq, J. Duron, C. Fischer, P. Hérel, P. Mascart, V. Masson, J.-P. Pinty, J.-L. Redelsperger, E. Richard, and J. Vilà-Guerau de Arellan. *The Meso-NH Atmospheric Simulation System. Part I: adiabatic formulation and control simulations. Scientific objectives and experimental design. Ann. Geophys.* 16: 90-109, 1998.

## PLASMA – a high-performing and open platform for the integration of heterogeneous sensor networks

M. Manso (1,2,\*), H.G. Silva (2), M. Bezzeghoud (2)

(1) WE ARE IT - Industry, Portugal

(2) Geophysics Centre of Évora and Physics Department, ECT, University of Évora, Portugal

The use of sensors to capture disparate types of information from the environment has been increasing and they cover a wide range of applications, such as climate monitoring (e.g., seismic activity and climate), water quality monitoring, area surveillance, intelligent buildings, energy management, automotive industry and scientific purposes. Additionally, the Information Age has provided rapid and ubiquitous access to information produced by heterogeneous sources. Thus, the development of sensor networks has emerged as a way to exploit the Information Age capabilities into sensor applications. A major outcome of this combination is the capability to remotely receive and process sensor data (covering large areas) in real-time therefore allowing the development of new studies and algorithms aiming at anticipating and predicting (with high-reliability) events, such as storms (already state-of-the-art) and earthquakes (not yet possible).

The developments in the scientific and industry communities were proficient in creating a large number of sensor networks that, nonetheless, (i) were designed to fit specific needs, (ii) were usually deployed in closed networks (not accessible to external parties), and/or (iii) do not interoperate with each-other, thus not leveraging possible synergistic effects of combining multiple sensor networks. To solve these issues, we initiated the project PLASMA.

Project PLASMA is a project aiming at creating a technological platform that integrates heterogeneous sensor networks, in an open, automatic, almost unobtrusive and scalable way, presenting high performance levels. Having research, development, experimentation and the integration of new and existing hardware and software sensors and sensors networks as its main pillars, Project PLASMA is built with the following main components:



- 1) R&D of reliable and robust node-to-node communication systems, over open and complex networks, such as the internet. The system will support a high number of nodes (100+), which may belong to different and independent sub-networks.
- 2) R&D of efficient and reliable information dissemination systems (close to real time performance) between and amongst the nodes that constitute the network in a highly dynamic environment.
- 3) Integration of existing sensors and network sensors into PLASMA, in order to capitalise in all investments and systems already in operation.

Project PLASMA itself is a synergistic effort resulting from the combination of the know-how and expertise of scientific, engineering and business (i.e., financial sustainability) disciplines, applied by the University of Évora (via two Research Labs) and WE ARE IT (a start-up SME). It also comprises the goals of (i) capitalization of the multidisciplinary competences of all consortium entities, (ii) creation and consolidation of long-lasting synergies amongst partners, (iii) creation of critical mass in terms of know-how, competences and technologies used in PLASMA (iv) enabling of internationalisation and participation in European community programmes (FP7) and (v) in the mid-term, the attainment of a sustainable business model.

## References

- [1] Silva, H.G., Bezzeghoud, M., Rocha, J.P., Biagi, P.F., Tlemçani, M., Rosa, R.N., Salgueiro da Silva, M.A., Borges, J.F., Caldeira, B., Reis, A.H., and Manso, M., *Seismo-electromagnetic phenomena in the western part of the Eurasia-Nubia plate boundary* (2011).
- [2] Gonçalves, J., Ferreira, L.L., Chen, J., and Pacheco, F., *Real-Time Data Dissemination for Wireless Sensor Networks using XMPP* (2009).
- [3] Hornsby, A., Belimpasakis, P., Defee, I. *XMPP-based wireless sensor network and its integration into the extended home environment. Consumer Electronics, 2009. ISCE '09. IEEE 13th International Symposium* (2009).

## Actividade do CGE no domínio do Armazenamento Geológico de CO<sub>2</sub>

Júlio Carneiro\*

Centro de Geofísica de Évora, Universidade de Évora

A União Europeia (EU) tem por objectivo reduzir até 2050 as suas emissões de CO<sub>2</sub> em 80% em relação às emissões de 1990 [1]. A adopção de fontes de energia renováveis e a aposta na eficiência energética são essenciais para vencer aquele desafio. Porém, os estudos da Agência Internacional da Energia (AIE) e da própria UE indicam que aquele objectivo só pode ser atingido recorrendo também a tecnologias que façam a transição para uma economia de baixa intensidade de CO<sub>2</sub>.

Em particular, a Captura e Armazenamento de CO<sub>2</sub> em formações geológicas (CCS – do inglês Carbon Capture and Sequestration) é promovida pela UE e pela AIE como uma solução que pode contribuir em cerca de 19% para a redução das emissões globais de CO<sub>2</sub> até 2050 [2].

A tecnologia CCS envolve a captura do CO<sub>2</sub> em grandes fontes estacionárias (centrais termoelectricas, cimenteiras, refinarias, etc.), o seu transporte por gasoduto ou navio até um local de armazenamento, em que o CO<sub>2</sub> é injectado a grandes profundidades (> 800m) em formações geológicas que garantam a retenção de CO<sub>2</sub> indefinidamente. As formações geológicas mais susceptíveis de constituir reservatórios de capacidade adequada são os aquíferos salinos Profundos, formações geológicas saturadas com água de salinidade superior à da água do mar, campos de hidrocarbonetos e camadas de carvão não exploráveis [3].

Neste artigo pretende-se apresentar alguns dos resultados dos projectos sobre CCS em que o CGE está envolvido para caracterização do potencial de armazenamento de CO<sub>2</sub> existente em território nacional. Essa caracterização tem incidido não só sobre a identificação de aquíferos salinos, no âmbito dos projectos KTEJO e COMET, mas também sobre formas de armazenamento menos convencionais, como sejam os hidratos de CO<sub>2</sub> em sedimentos do fundo marinho [4]. Serão ainda mencionados os estudos efectuados em termos de redes de transporte de CO<sub>2</sub> através de pipelines, para os quais se procura uma solução integrada no Mediterrâneo Ocidental.

Para além das actividades de investigação, O CGE tem estado activamente envolvido em redes nacionais e internacionais que têm

por função a coordenação da investigação, a promoção e disseminação do conhecimento sobre a tecnologia CCS. Assim, neste artigo faz-se menção das actividades desenvolvidas e as perspectivas de actuação futuras da CO<sub>2</sub>NET, da EERA e da PTCO<sub>2</sub>.

## References

- [1] COM (2009) 475 *proposta da Comissão Europeia para a Conferência de Copenhaga, 2009.* [2] AIE *Energy Technology Perspectives 2010*
- [3] Metz, B., et al., *IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage 2005: Cambridge University Press.* 442.
- [4] Koide, H., et al., *Hydrate formation in sediments in the sub-seabed disposal of CO<sub>2</sub>. Energy, 1997. 22(2-3): p. 279-283.*

## Spatio-temporal variability analysis of the Douro River plume using MERIS data calibrated for the concentration of TSM

Hélder Almeida (1,3,\*), Ana Cláudia Teodoro (1,2)

(1) Centro de Investigação em Ciências Geo-Espaciais, FCUP, Porto

(2) DGAOT, FCUP – Rua do Campo Alegre, s/n 4169-007 Porto

(3) Centro de Geofísica de Évora

Estuarine outflow plumes are important coastal processes whose variable nature can make it difficult to monitor using traditional ship-based surveys. Satellite ocean color observations of the optical properties of coastal surface waters can be used to distinguish plume water from ambient water masses, particularly based on increased concentrations of TSM in the plumes [1].

The study of spatial and temporal variation of river plumes can be performed through remote sensing techniques. The main objective of this work was to develop and optimize image processing methods proposed by Teodoro et. al., (2009) in order to analyse the spatial and temporal variation of the Douro river plume (DRP) dimension, using MERIS data particularly the spectral band of TSM (Total Suspended Matter).

Using different methods of image segmentation techniques the dimension of the DRP was studied, for the period of one hydrological year (from September 2008 to October 2009). The adopted methodology consisted in the implementation of two algorithms based on region growing and watershed. The optimization of these algorithms consisted on focusing on extracting the DRP dimension automatically. The final chosen method was the region growing. This method allowed to automatically extract the DRP dimension correctly for 82 out of a total of 107 MERIS scenes. A time series analysis was performed in order study the temporal variation of the DRP dimension over the hydrological year.

In order to relate the DRP dimension with several environmental parameters, the Douro river discharges (at Crestuma dam), tide level and wind speed and direction values were computed. According to Teodoro et al., (2009), the parameter that most directly influences DRP dimension is river discharges at Crestuma dam. However, the relations found between the DRP dimension and river discharges considering all the data were not significant. Therefore, a seasonal study was performed, considering summer and winter periods separately.

It was concluded that the DRP has a significant relationship with the river discharges for values of flow above 300 m<sup>3</sup>/s. It was also observed a dramatic decrease in effluent flow rates compared with other years. This question, coupled with the recent construction of the breakwater in the Douro river and the volume of sand dredged in the estuary causes a significant decrease of the extent of the plume. This may be worrisome if we consider that the plume is a major source of sediment supply to the beaches south of the Douro river.

## References

- [1] Teodoro, A.; Gonçalves, H.; Veloso-Gomes, F. & Gonçalves, J. A. (2009). Modelling of the Douro river plume size, obtained through image segmentation of MERIS data. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*, Vol. 6, No. 1, pp. 87-91.
- [2] F. Veloso-Gomes, F. Taveira – Pinto, L. Das Neves, J. P. Barbosa e C. Coelho, “Erosion Risk levels at the NW Portuguese coast: The Douro Mouth – Cape Mondego stretch,” *J. Coast. Conserv.*, Vol. 10, No. 1, Págs. 43-52.
- [3] Gonzalez, R.C. e Woods, R.E (2002): “Digital Image Processing”. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.



## The origin of the ENE-WSW Bani crest in the area of Tata (Anti-Atlas, Morocco) – a smaller analogue of the major E-W variscan shear zones

Pedro Almeida (1,2,\*), Rui Dias (1,2,3)

(1) Centro de Geofísica de Évora,

(2) Laboratório de Rochas Ornamentais e Industriais,

(3) Universidade de Évora

This work presents a new model for the origin of the Jbel (mountain) Bani crest, in the southern branch of the Anti-Atlas domain, Morocco, related with the mega dextral collision that formed the Pangeia supercontinent, around 300 m.y. ago. It's widely accepted that this process consisted in a major tectonic collision with the development of mega dextral shear zones [1], spread along the central and southern Europe and northern Morocco, as well in its American equivalents. Along the Iberia Peninsula and north western Africa it's possible to observe some of these structures, as the northern and southern border of the Iberia Peninsula are marked by the great North-Pirenaic Fault and the Açores-Gibraltar Fault, respectively. In Morocco it's also possible to observe great tectonic structures with an approximate E-W direction, as for example the Tizi n'Test and the great South Atlasic Fault [2]. As result of the thousands of kilometres distances between these structures, it's importance as been overlooked throughout the Iberia Peninsula. In Morocco, the origin of these features is related with the variscan orogeny, and the proximity of the majority of these faults with Africa-Iberia border, reactivates them in a brittle fashion, masking the previous geological information. Therefore, the study of a similar structure with smaller dimension, as well farther from the plate limits, is of extreme importance to understand the Pangeia origin and the variscan chain mountain formation.

In the southern branch of the Anti-Atlas domain it's possible to observe a geomorphological feature named Jbel (mountain) Bani that has a general NE-SW regional variscan direction. This feature consists in a crest composed by Ordovician quartzites that in the area of Tata suffers a strong inflexion to an ENE-WSW direction [3], regaining its original direction around 30km to East. New data indicates the presence of a deformation style that has not been yet described in the literature for this region. This deformation pattern consists in the presence of sinistral and dextral conjugated kink band/chevron folds in the quartzite competent layers, concentrated only and along the E-W sector of Bani, favouring a WNW-ESE shortening compressive event for the origin of the E-W Bani segment. Also, in this region is possible to observe three different tectonic deformations styles, from South to North: 1) the presence in the southern sector of Bani crest, composed by fold train with the Moroccan variscan axial plane NE-SW, the Jbel Rich. Near the influences of the E-W Bani sector, it's possible to observe that the Rich axial planes curve to directions near E-W. Also, near the Bani crest is possible to identify an E-W en echelon folding type, suggesting a continuous transition through a dextral kinematic with sigmoid structures; 2) the inflexion of the initial NE-SW Bani crest to a local E-W direction and the presence of the already mention assymetrical kink band and chevron folds. This kink bands have a dextral and sinistral kinematics, associated to NE-SW to ENE-WSW and NW-SE to WNW-ESE axial planes, respectively. In some cases is possible to identify the presence of active stratification in the domains of the kink bands; and 3) the presence of similar kink bands on the northern sector of Bani crest, where it's possible to observe the intercalation of pelitic and quartzitic sequences. This kink fold type also occurs in the most thickest and competent quartzite layers. The development of kink bands along the E-W segment of Jbel Bani favours a WNW-ESE shortening event, parallel and concordant to the regional variscan shortening event. This local shortening event should have been developed in a compressive overlap tectonic style [4], favoured by the presence of slate weak layers underlain the Bani crest. This model also explains the different rheological behaviour of each sector of Bani's crest, and rejects a possible local variscan inversion of the field tension from WNW-ESE to a N-S compressive and the sinistral reverse tectonic regime for the Tata region, predicted by [2].

## References

[1] Arthaud, F., Matte, P. (1977) – Late paleozoic strike-slip faulting in southern Europe and northern Africa; Result of a right-lateral shear zone between the Appalachians and the Urals. *Geological Society America Bulletin*

88, 1305-1320.

[2] Caritg, S., Burkhard, M., Ducommun, R., Helg, U., Kopp, L., Sue, C. (2004) – Fold interference patterns in the Late Paleozoic Anti-Atlas belt, Morocco. *Terra Nova*, Vol 16, No. 1, pp. 27 – 37.

[3] Dias, R., Ribeiro, A., Hadani, M., Basile, C. & Hendaq, Y. (2009) – Late Variscan deformation in Iberia and Morocco. *Oroclines & Delamination relations & Effects*, IGCP 497-574 Field Meeting (June 2009), Salamanca, Spain, pp. 314 – 317.

[4] Fossen H. (2010) – *Structural Geology*. Cambridge University Press. Cambridge. United Kingdom. 463 pp.

## Seismic Stratigraphy of the West Madeira Abyssal Plain

Ana Branco Fernandes (1,2,\*), Cristina Roque (1,2), Pedro Terrinha (1,3), Nuno Lourenço (2), Manuel Pinto de Abreu (2)

(1) LNEG, (2) EMAM, (3) IDL

The area of this study is on the Madeira Abyssal Plain (MAP), between the Great Meteor seamounts and the Madeira archipelago. The MAP is situated in the central and deepest area of the Canary Basin which includes the volcanic islands of Madeira and of the Canaries, and lies at a water depth of more than 5400 m, forming a NNE-SSW elongated basin [1]. The aim of this work is to propose a seismostratigraphic model calibrated with ODP data [1,2,3,4], of the western part of the MAP and extend it to the east, towards the platform of the Madeira island.

The underlying oceanic crust of the area is in the Cretaceous Quiet Zone [4], between the magnetic anomalies M0 and C34 and is cut by three inactive fracture zones: Hayes, Charis and Cruiser [1].

On top of the Cretaceous oceanic basement lies a thick sedimentary series, reaching a maximum thickness of 1.2 sec TWT. Cores drilled and recovered by the ODP (sites 950, 951 and 952 of LEG 157[3]), yielded sediments mainly of Cenozoic age, consisting of a sequence of turbidites separated by thin pelagic sediments. These turbidites can be divided into three different groups, based upon their colour and geochemistry: grey volcanic-rich turbidites, green organic-rich turbidites and white calcareous turbidites [2], each group having a distinct source. Pelagic sediments alternate in composition from oozes to pure pelagic clays [1].

The seismostratigraphy interpretation done allowed to four distinctive seismic units to be recognized, named from bottom to top U1 to U4 and limited by the discontinuities D1 to D3. A brief description of the seismic units follows: the two oldest seismic units, U1 e U2 drape and partially onlap basement highs, and display low amplitudes; the youngest seismic units U3 e U4 partially onlap and cover basement highs in a succession of very continuous and parallel reflections alternating between low and high amplitude.

The proposed seismostratigraphic correlation model allows to correlate the discontinuity D3 at the base of the youngest seismic unit U4 to the R4 reflector [1] which is identified as being the top of the Cruiser turbidite, a regional unconformity that marks the boundary between Paleogene sediments and Middle to Late Miocene sediments. Below this strong reflector, and based on the age of the lithologic units of site 950, it is possible to date unit U3 as being of Eocene age. For units U2 and U1, given that they lie on top of oceanic crust near to the C34 magnetic anomaly, which is about 86 Myr, it is possible to date these seismic units between Lower Eocene and Late Cretaceous.

Geometrically and related to the geodynamic evolution of the plain, the older units display wedge-like shapes related to the oceanic rifting, and do not extend to the whole extent of the seismic profiles towards the Madeira platform in agreement with the respective age of the oceanic seafloor. As the age of the oceanic crust increases towards the Madeira island so does the ages of the older seismic units. The younger units display a tabular geometry that locally is disrupted by basement highs that outcrop on the seafloor. Some units show a geometry that may be related with local events of volcanism and lava flows. In addition to showing evidence of deformation related to oceanic rifting, the seismic units show evidence of a recent compressional event, probably related to the onset of the Madeira volcanism.

## References

- [1] ALIBÉS, B., ROTHWELL, R.G., CANALS, M., WEAVER, P. P. E., ALONSO, B. (1999), *Determination of sediment volumes, accumulation rates and turbidite emplacement frequencies on the Madeira Abyssal Plain (NE Atlantic): a correlation between seismic and borehole data*, *Mar. Geol.*, V. 160, Issues 3-4, Pages 225-250.
- [2] LEBREIRO, S.M., WEAVER, P.P.E. E HOWE, R.W. (1998), *Sedimentation on the Madeira Abyssal Plain: Eocene-Pleistocene history of turbidite infill*, in Weaver, P.P.E., Schmincke, H.-U., Firth, J.V., and Duffield, W. (Eds.) 1998. *Proc. ODP, Sci. Results*, 157: College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- [3] SCHMINCKE, H.-U., WEAVER, P.P.E., FIRTH, J.V., ET AL., (1995). *Proc. ODP, Init. Repts.*, 157: College Station, TX (Ocean Drilling Program).
- [4] SEARLE, R.C., (1987). *Regional setting and geophysical characterization of the Great Meteor East area in the Madeira Abyssal Plain*. In: Weaver, P.P.E., Thomson, J. (Eds.), *Geology and Geochemistry of Abyssal Plains*. *Geol. Soc. Spec. Publ. No.31*, pp. 49 – 70.

## Roman mortars from Ammaia archaeological site – an interdisciplinary study

I. Cardoso (1,\*), M.F. Macedo (2), S. Valadas (3), L. Rosado (3), A. Candeias (3), J. Mirão (4)

(1) Lab. HERCULES, Universidade de Évora, Portugal

(2) VICARTE, Departamento de Conservação e Restauro, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Portugal

(3) Lab. HERCULES & CQE, Universidade de Évora, Portugal

(4) HERCULES & CGE, Universidade de Évora, Portugal

According to the historical and archaeological evidence, the Roman City of Ammaia (Marvão, Portugal) has been established in the first century AD, reaching its zenith in the I-II centuries AD, as an important urban centre of the Lusitania [1]. Progressively, it has been abandoned by the ninth century; afterwards occupation is not known. During 15 years of archaeological excavations, it were discovered the foundations of the towers of South Gate, the public bath building, the podium of temple and the porticus of forum and, under the current museum, a residential area. The area of the remnants is now under protection of the Fundação Cidade de Ammaia and the scientific guidance from the University of Évora.

The present investigation is about the mortars of Ammaia. Mortars are composite building materials consisting of a binder (e.g. aerial or hydraulic lime), aggregates (quartz, feldspar, calcite, dolomite), and some additives (e.g. brick dust, volcanic ash/pozzolans) that improve their properties, such as, adherence, workability, strength and durability.

The characterization of mortars allows the identification of their phase and chemical compositions and the characteristic features related to the physical properties.

Therefore, issues like the control of the aggregates nature, the use of certain aggregate/binder ratio, the mineralogical composition of the binder raw material and the control of the hydraulic properties by the employment of additives like artificial or natural pozzolans are characteristics that could reveal information about the societies and their evolution, their knowledge about construction technologies and techniques of artistic production, its relationship with the environment and the quantity and quality of available raw material. Moreover, sometimes it is possible to identify the alteration products and, in some cases, establish the provenance of materials used in the preparation of mortars.

The study methodology applied to the mortar from Ammaia has been developed since 1999, in several case studies [2]. Methods such as optical microscopy, the XRD, TGA, the SEM-EDS and chemical analysis were some of the techniques used, which allowed the identification of the mineralogical composition of the binders, aggregates, hydraulic properties conferred by additives, the ratio of binder/aggregate and analysis of their state of conservation.

The information obtained is still essential for the development of compatible mortars, which can be used for future conservation and restoration interventions.

## Acknowledgments

Fundação para a Ciência e Tecnologia - Projecto PTDC/HIS-ARQ/103227/2008 e União Europeia Marie Curie Action) – Projecto Radio-Past.

## References

- [1] Vermeulen F. et al.: *Geoarchaeological observations on the Roman town of Ammaia*, *Internet Archaeology*, 19, 2010, pp. 1-28
- [2] Silva, A.S. et al.: *Characterization of Historical Mortars from Alentejo's Religious Buildings*, *International Journal of Architectural Heritage*, 4 (2) April 2010, pp. 138-154

## Perched springline tufa in Aligbre flexure northern slopes

Paulo Guerreiro (1,\*), Carlos Ribeiro (2), Lúcio Cunha (1)

(1) Centro de Estudos de Geografia e Ordenamento do Território, U. Coimbra, (2) Centro de Geofísica de Évora, U. Évora

In Central and Eastern Algarve Barrocal, tufas are quite common next to springs, some of those outcrops are extensive like at Alte, Cadouço, Rio Seco or Asseca Streams. Tufas are carbonate deposits associated to calcite supersaturated surficial waters with high pCO<sub>2</sub>, due to the high concentrations in the soils atmosphere. The CO<sub>2</sub> bonds to the percolating water and enhance the carbonates dissolution[1]. Downstream of the springs, there are organic and inorganic processes which decreases the pCO<sub>2</sub>, turning the solution supersaturated and promoting the CaCO<sub>3</sub> precipitation.

Differences in the sedimentation processes results in a diversity of facies that characterize each tufa system, related not only with the precipitation rates but also with the organism frameworks. The present case study focuses on perched springline[2] classification scheme, that exist in the Aligbre flexure northern slopes, which drains to Mercês. The springs recharge area is the Aligbre flexure, especially the highest hills, where the bare and soddy karst prevail (e.g. Cabeça Gorda), and low gradient areas where some suffusion dolines on colluvium and sinkholes predominate (e.g. Campina de Galegos). The encrusting water springs associated to the main outcrops are rather elevated relatively to the main stream, because Triassic lithologies act as impermeable barriers. In this case, the high gradient stream and rocky talweg enhances the turbulence and the CO<sub>2</sub> degassing improving a fast calcium carbonate supersaturation and precipitation[3]. If those springs are located on the low surface runoff country, deposits development is facilitated. Perched springline deposits developed in such conditions, and are characterized by proximal and distal deposits[1].

Proximal deposits are low gradient surfaces in springline downstream, where the water runs in a sluggish flow, often separated in many secondary streams with some ponds present. Olho de Paris spring (W of Amendoeira) is the biggest and better characterized, however it has long been occupied for agricultural purposes and the drainage is somehow organized by deteriorated anthropic levees. High slopes in the edges provide cascades and small pools where the sedimentation rates are high, probably enhanced by microbiological (algae and bacteria) and mosses activity, producing laminar biohermal tufa[4]. In the small pools between cascades, loose silt lime accumulates and the highest incrustation rates are found in the pool located downstream before the Mercês stream. There are distinctive environments on the proximal deposits, and we suggest considering cascade deposits as intermediary.

Another important outcrop close to Penedos Altos, nowadays with diffuse discharge of encrusting waters. The cascade deposits are the most important in this area with high verticality to NW. Despite the absence of proximal and distal deposits, this outcrop has three plain levels stepped, two of them mainly composed by tufa. The field evidences show that the tufas of the intermediate are more compact than the topographically higher and probably younger one. Tufas are also present in other valleys and slopes, although poorly developed, such as some consolidated strata in the main valley floor. Different tufa and terraces positions in the valley geometry, provide palaeoenvironmental information on the deposition cycles, which are climate controlled. These cycles are being studied in Spain and other regions in throughout Europe, and their comprehension and articulation with other sedimentary deposits could be used to complete knowledge on the stratigraphy and environmental evolution of the Holocene continental records[5].

## References

- [1] Pedley, M.: *Classification and environmental models of cool freshwater tufas*, *Sedimentary Geology*, 68 (1-2), 221-246, doi:10.1016/0037-0738(90)90124-C, 1990.
- [2] Pedley, M.: *Tufas and travertines of the Mediterranean region: a testing ground for freshwater carbonate concepts and developments*, *Sedimentology*, 56, 221-246, doi: 10.1111/j.1365-3091.2008.01012.x, 2009.
- [3] Chafetz, H.; Folk, R.: *Travertines: depositional morphology and the bacterially constructed constituents*. *J. Sed. Petro.*, 54 (1), 289-316, DOI: 10.1306/212F8404-2B24-11D7-8648000102C1865D
- [4] Guerreiro, P.; Cunha, L.; Ribeiro, C.; Candeias, A.: *Tufos calcários das áreas de Estoi, Loulé e rib.ª das Mercês (Algarve, Portugal): caracterização e significado paleoambiental*, *e-Terra*, 21 (7): <http://e-terra.geopor.pt>
- [5] Björk, S.; Walker, M.; Cwynar, L.; Johsen, S.; Knudsen, K-L.; Lowe, J.; Wohlfarth, B.: *INTIMATE Members: An event stratigraphy for the Last Termination in the North Atlantic region based on Greenland ice-core record: a proposal by INTIMATE group*, *J. Quat. Sci.*, 13 (4), 283-292, doi: 10.1002/(SICI)1099-1417(199807/08)13:4<283::AID-JQS386>3.0.CO;2-A

## Douro flower structure in Peso da Régua sector (Centro-Iberian Autochthon)

N. Moreira (1,2,\*), R. Dias (1,2,3), C. Coke (1,4), M. Búrcio (2,5)

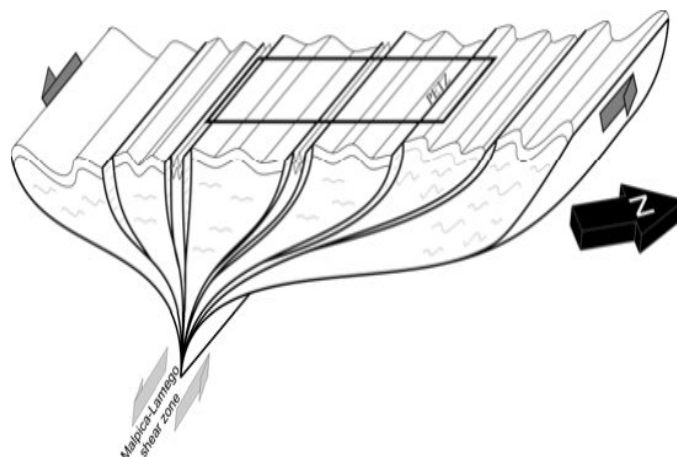
(1) CGE – Centro de Geofísica de Évora

(2) LIRIO – Laboratório de Investigação de Rochas Industriais e Ornamentais da UE e Centro Ciência Viva de Estremoz (3) Departamento de Geociências da Escola de Ciências e Tecnologia da EU, (4) Departamento de Geologia da UTAD (5) SOLICEL – Sociedade do Centro Industrial de Esteios de Lousa, Lda.

Previous studies in Serra do Marão (Central-Iberian autochthon; [1]) showed the juxtaposing of early Palaeozoic sectors where the first and main Variscan deformation (D1) is incipient, with sectors where this deformation is quite pronounced. Kinematic criteria in the most deformed areas show that sinistral shear zones are pervasive; such a behaviour is compatible with the sinistral transpressive regime described for the most northern sectors of the of Central-Iberian autochthon [2].

The structure displayed further east on Cambrian formations of Douro Group in Peso da Régua shows a similar alternation of wide less deformed areas with narrow bands emphasizing stronger Variscan deformation. These narrow bands, with a general WNW-ESE direction, show a close to isoclinal folding, with a penetrative cleavage; these folds, which have no vergence were associated with the sinistral shear zones. On the wide and less deformed areas, the folds are open, with WNW-ESE subvertical axial planes. The fold axis have a low dispersion and are subparallel to the intersection lineation L1, emphasizing the absence of transection on this sector.

In the northern sector of Peso da Régua area, after Sta Marta de Penaguião-Ermida transition zone (PETZ), it's clear an increase of deformation. The sinistral shear-zones are now predominant and the related folds are asymmetric with vergence to NNE. This zone makes the transition for the more deformed domains that characterize the Central-Iberian autochthonous. This sector is characterized by a structural pattern with a central domain with WNW-ESE open variscan folds subparallel to narrow sinistral shear zones; this domain is bounded to the north and south by major sinistral shears. Outside these boundaries the folds becomes asymmetrical with vergence to SSW on southern edge and to NNE in the northern one edge. Such geometry is possible to follow from the Serra do Marão to Vila Nova de Foz Côa near to the Spanish border [3]. Such structural pattern characterizes the axial zone of a flower structure, due to the sinistral transpressive regime in northern sectors of the Centro Iberian autochthon during the Variscan Orogeny. This structure is here named Douro Flower Structure. The lateral continuity of this regional major D1 structure, that was possible to put in evidence by this work, is only interrupted by NNE-SSE Tardi-Variscan sinistral shear-zones (e.g. Penacova-Régua-Verin fault).



**Figure 1** – Schematic model proposer for the Douro flower structure. There are a less deformed domain in the axial zone coupled with discrete sinistral shear zones; the transition to the most deformed zone with NNE facing is made by the PETZ (trapezium represents Peso da Regua sector).

## References

- [1] COKE (2000) – *Evolução Geodinâmica do Ramo Sul da Serra do Marão; um caso de deformação progressiva em orógenos transpressivos*. (unpublished PhD Thesis), Univ.Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- [2] RIBEIRO, A., PEREIRA, E. & DIAS, R. (1990) – *Structure of Centro-Iberian allochthon in northern Portugal*. In R. DALLMEYER AND E. MARTINEZ GARCIA (Eds.), *Pre-Mesozoic Geology of Iberia*, 220-236, Berlin: Springer-Verlag.
- [3] BÚRCIO, M. (2004) – *Controle estrutural da localização de pedreiras de esteios de xisto para vinhas em Vila Nova de Foz Côa*. (unpublished Master Thesis), Univ. de Évora, Évora.

## Iron age pottery from Garvão votive deposit

L. Rosado (1,\*), A.E. Candeias (1), P. Moita (2), D. Tavares (3), R. Alfenim (3,4), F. Mayet (4), M.C. Lopes (4), J. Mirão (2)

(1) University of Évora, HERCULES Laboratory and Chemistry Centre of Évora, Évora, Portugal

(2) University of Évora, HERCULES Laboratory and Geophysics Centre of Évora, Évora, Portugal

(3) Alentejo Regional Directorate of Culture, Évora, Portugal

(4) University of Coimbra, CEAUCP, Coimbra, Portugal

The Iberian Peninsula was an attractive area in ancient times due to its abundance in geological resources. Hence, the Iberian Iron Age is a period of successive social and political transformations, sometimes resulting in conflicts [1]. In 1982, an impressive votive deposit was discovered in Garvão (SW Portugal) revealing an important Iron Age II holy site [2]. Beside some uncertainties, this region is marked by very strong Mediterranean cultural influence but the inhabitants are celtic. The materials recovered (mainly pottery) were intentionally deposited, carefully arranged in order to optimize the available space [2, 3]. The pottery recovered shows that during Iron Age this archeological site was a merging geostrategic point of the Iberian societies with strong influences of the Mediterranean world and the Iberia celtic influences.

Pottery fragments are one of the most common signs of human occupation. Its aesthetic aspects are extensively studied as one of mankind's earliest expressions of representational art. But the ceramic characteristics depend also on the technology accessibility, the relationship of the societies with their environment, especially with the availability of raw materials, and on the commercial and cultural connections with other societies [4, 5]. Raw materials used by these communities provide essential information to understand specific historical periods. The geological resources are particularly useful for this purpose because even processed they can figure out identifiable signatures of provenance or technology used. Moreover, their intermittent occurrence and human necessity justify the existence of trade routes.

A detailed study of the pottery based on stylistic analysis was envisaged which allowed the classification into different clusters. Special emphasis will be given to the provenance of the pottery, the technological aspects and the relationship between populations and Garvão holy site. The study of geological raw materials applying and combining modern techniques of earth materials sciences and the principles of physical sciences (e.g. geology and chemistry) can provide answers and a better understanding of the Garvão importance in this area of the Iberian Peninsula. A multi-analytical methodology was setup using optical and electron microscopy, infrared spectroscopy, X-ray fluorescence and X-ray diffraction. The combination of these techniques applied to selected Garvão pottery materials allowed the recognition of the ceramic phase composition, firing temperature, kiln atmosphere, ceramic manufacturing processes and origin of raw materials. With this study, connections with Mediterranean areas and with local production areas were underlined revealing that Garvão was a multicultural area.

#### Acknowledgments

This work was financial supported by “Fundação para a Ciência e Tecnologia” (FCT) through the project PTDC/HIS-ARQ/108758/2008 and the PhD grant SFRH/BD/67093/2009.

#### References

- [1] Alfenin, R. & Pariera, R.: *Taller Poliorcéutica, Conclusiones*, in “*Poliorcéutica, Fortificación y Patrimonio (Asalto y Defensa de Plazas Fuertes)*”, Editorial Universidad Politécnica de Valencia, pp. 307-322, 2005.
- [2] Beirão, C. de M., Tavares, C., Soares, J., Varela, M. and Varela, R.: *Depósito votivo da II Idade do Ferro de Garvão. Notícia da primeira campanha de escavações*, *O Arqueólogo Português*, 3, 45-136, 1985.
- [3] Beirão, C. de M., Tavares, C., Soares, J., Gomes, M. and Varela, R.: *Um depósito votivo da II Idade do Ferro, no sul de Portugal, e as suas relações com as culturas da Meseta, Veleia*, 2-3, 2017-221, 1985-86.
- [4] Maggetti, M. & Galetti, G.: *Late La Tène pottery from western Switzerland: one regional or several local workshops?* in Maggetti, M. & Messiga, B. (eds) “*Geomaterials in Cultural Heritage*”. Geological Society, London, Special Publications, 257, 63-80, 2009.
- [5] Arnold, D.: *Linking society with the compositional analyses of pottery: a model from comparative ethnography*. in: Livingstone Smith, A., Bosquet, D. & Martineau, R. (eds) “*Pottery Manufacturing Process: Reconstitution and Interpretation*”. British Archaeological Reports International Series. Archaeopress, Oxford, 1349, 1-12, 2001.

## Resumos das teses de doutoramento do CGE que se concluíram em 2011

### *Génese e evolução da bacia de Terena. Relação entre os processos sedimentares e a deformação varisca*

Rodrigo Camargo Rocha - CGE,DGEO,UE

**Orientação:** António Alexandre Araújo - CGE,DGEO, Universidade de Évora

**Co-orientação:** Maria dos Anjos Ribeiro - Universidade do Porto

**Financiamento:** bolsa FCT SFRH/BD/28634/2006 e Centro de Geofísica de Évora.

A Formação de Terena é constituída essencialmente por sedimentos turbidíticos (xistos, grauvaques e microconglomerados) que afloram no núcleo de um sinclinal Varisco que se estende por cerca de 170 km, desde a região de Estremoz até perto de Aracena (Espanha).

Neste trabalho aplicaram-se diferentes metodologias que permitiram a melhor compreensão desta Formação e do Sinclinal como por exemplo:

- Análise estrutural de pormenor - Estudo detalhado de 189 estações ao longo do Rio Ardila;
- Litogeoquímica - Análise de rocha total de 26 amostras;
- Modelação Análoga - Estudo detalhado de uma prensa transpressiva e reprodução da forma da bacia de Terena;
- Palinologia - Datação da Formação de Terena com base na biostratigrafia dos esporos;
- Sistema de Informação Geográfica - Compilação e Análise dos dados.

Os dados colhidos permitiram confirmar a idade de Devónico

Inferior da Formação de Terena e constatar a forte assimetria do Sinclinal, com cerca de 4Km no flanco SW e 1km no flanco NE. Também verifica-se um desfazamento de 10° entre o eixo das dobras e os planos de clivagem, o que indica uma transecção esquerda no sector central (Rio Ardila) que não é concordante com a aparente “transecção direita” à escala cartográfica. A variação da lineação de intersecção ao longo dos flancos do sinclinal confirma a existência da transecção esquerda. A principal conclusão deste trabalho foi a elaboração de um modelo para a génese e evolução da Bacia de Terena. Os sedimentos turbidíticos ter-se-ão depositado preferencialmente ao longo de um fosso alongado segundo a direcção N-S, controlado pela tectónica associada à primeira fase de deformação varisca. A segunda fase de deformação, gerada em regime transpressivo esquerdo, é responsável pela génese do sinclinal, sensivelmente coincidente com o anterior fosso e pelo padrão geral em “Z”, desta macroestrutura. Também foi desenvolvida uma nova metodologia para a comparação de análises litogeoquímicas chamada “índice de Similaridade Ponderado” e foi feita uma datação de um clasto de Granitóide localizado nas proximidades do limite Norte do Domínio de Estremoz-Barrancos.

## Resumos das teses de doutoramento do CGE que se concluíram em 2011

### *Cloud characterization in the presence of aerosols over Portugal region*

Dina Santos - CGE,DFIS,UE

**Orientação:** Maria João Costa - CGE,DFIS, Universidade de Évora

**Co-orientação:** Ana Maria Almeida e Silva - CGE, Universidade de Évora

**Financiamento:** bolsa FCT SFRH/BD/27870/2006 e projectos FCOMP-01-0124-FEDER-007122 (PTDC / CTE-ATM / 65307 / 2006) and FCOMP-01-0124-FEDER-009303 (PTDC/CTE-ATM/102142/2008), coordenados pelo CGE.

Os aerossóis (partículas sólidas ou líquidas em suspensão na atmosfera) e as nuvens influenciam o balanço energético do sistema Terra - Atmosfera através da absorção, da dispersão e da emissão de radiação solar e radiação terrestre, tornando-se por isso necessário um melhor conhecimento sobre os efeitos dos aerossóis e nuvens na dinâmica da atmosfera, no tempo e no clima. O objectivo geral desta tese foi investigar a relação entre aerossóis do tipo poeira mineral (provenientes do deserto do Sahara) e propriedades de nuvens sobre a Península Ibérica e sobre o Oceano Atlântico circundante.

Essa interacção foi feita através da combinação de modelação atmosférica regional (modelo MesoNH) e dados de detecção remota, fornecidos por satélite (instrumento MODIS) e medidas in situ (ceilómetro VAISALA). Para este trabalho seleccionaram-se dois períodos de estudo: um no final de Maio de 2006 e outro no início de Setembro de 2007. Estes períodos correspondem a eventos de tempestade no deserto do Sahara e subsequente transporte de aerossóis DD, sobre o Oceano Atlântico e Península Ibérica.

Durante os dois períodos de DD foram simuladas as seguintes propriedades de nuvens e aerossóis: o raio eficaz de gotas de nuvem de água líquida (CLWER), a espessura óptica das nuvens (COD), a fracção de nuvem (CLDFR) e a espessura óptica dos aerossóis (AOD). Comparando resultados simulados com resultados medidos, observa-se que o modelo sobrestima a CLDFR, no entanto, o padrão está em conformidade com a situação real representada pelo MODIS. De acordo com resultados de AOD simulados é possível concluir que o MesoNH simula muito bem o padrão da pluma de aerossóis DD, uma vez que existe um bom acordo com a situação real (MODIS). Para se estudar o efeito energético que os aerossóis e/ou nuvens têm sobre o sistema Terra – Atmosfera, utilizou-se uma grandeza denominada Forçamento Radiativo (FR). O FR mede a capacidade que determinado factor possui para alterar, o balanço existente entre a energia recebida e perdida pelo sistema Terra-Atmosfera, num determinado nível da atmosfera. O FR possibilita verificar se a tendência é de aquecimento ou de arrefecimento, a partir do sinal (positivo ou negativo) do balanço de energia. Considerando apenas os efeitos de aerossóis DD (ausência de nuvens) foi possível observar que a presença de aerossóis DD na atmosfera provoca, na maioria dos casos, um efeito de arrefecimento (para pequenos comprimentos de onda), quer no topo da atmosfera (TOA) quer à superfície, porque foram estimados valores negativos de FR. Observou-se também que este efeito de

arrefecimento é sempre mais pronunciado à superfície do que no TOA (valores de FR mais negativos à superfície do que no TOA). Quanto à possíveis modificações que as nuvens possam sofrer devido às suas interacções com aerossóis DD, pôde observar-se que os aerossóis DD parecem alterar as características microfísicas das nuvens. Para o episódio DD de Maio 2006, a presença de aerossóis DD provoca uma diminuição da CLDFR. Os valores de COD para uma atmosfera com DD apresentam um maior desenvolvimento vertical da nuvem do que os valores correspondentes para uma atmosfera livre de DD. Uma redução no CLWER é também verificada quando os aerossóis DD começam a interagir com a camada de nuvens. No entanto, para o evento DD de Setembro 2007, a presença de DD parece aumentar os valores simulados de CLDFR, bem como os de COD e os valores de CLWER. Foi também feita uma estimativa do forçamento radiativo devido a nuvens (CRF) e, para todos os casos estudados, um efeito de arrefecimento (CRF negativo) é sempre encontrado, tanto à superfície como no TOA. Fazendo uma comparação entre o CRF na presença e na ausência de aerossóis DD, verifica-se que os aerossóis DD parecem ter um efeito indirecto de aquecimento através da redução do forçamento radiativo devido a nuvens. Com este estudo foi dada uma contribuição para melhor compreender a interacção das nuvens / aerossóis, bem como sua interacção com a radiação solar ou terrestre assim como para quantificar os efeitos radiativos destas interacções.

## Resumos das teses de doutoramento do CGE que se concluíram em 2011

### *Climate relevant characterization of different aerosol types observed near the surface over Portugal*

Sérgio Nepomuceno Pereira - CGE,DFIS,UE

**Orientação:** Frank Wagner - CGE, Universidade de Évora

**Co-orientação:** Ana Maria Almeida e Silva - CGE, Universidade de Évora

**Financiamento:** bolsa FCT SFRH/BD/29008/2006.

As partículas em suspensão na atmosfera têm recebido, principalmente nas últimas décadas, uma atenção crescente por parte da comunidade científica das ciências atmosféricas (e não só); o desenvolvimento de instrumentação científica e ferramentas computacionais progressivamente mais eficazes são, em grande parte, responsáveis por isso. Para além da influência dos aerossóis na qualidade do ar e visibilidade atmosférica, estes têm vindo a demonstrar a sua importância em processos químicos na atmosfera e no clima; ao interagirem com as radiações de curto (solar) e longo (terrestre) comprimentos de onda, ou ao influenciarem as propriedades das nuvens, os aerossóis exercem sobre o sistema climático um forçamento radiativo (desde a escala local até à escala global) ainda longe de estar quantificado com rigor. A grande variabilidade temporal e espacial da concentração de aerossóis (e sua composição química) é um obstáculo à diminuição das actuais incertezas que a comunidade científica tem em relação ao sinal desse forçamento radiativo. Por isso, medições de propriedades dos aerossóis relevantes para o clima em diversos locais e durante períodos longos são importantes, pois permitem a construção de climatologias de aerossóis em diferentes locais e, não menos importante, permitem validar medições de satélites (que possuem grande cobertura espacial) e algoritmos dos modelos de clima. Nesta tese foram utilizados diversos equipamentos e métodos experimentais na medição de propriedades físicas e ópticas dos aerossóis à superfície em Évora, Portugal, nomeadamente propriedades de dispersão e absorção (coeficientes de dispersão e absorção), bem como a concentração mássica dos aerossóis. As medições ocorreram no período entre 2002 e 2009 (e prosseguem

actualmente). A combinação das medições de diferentes equipamentos permitiu obter parâmetros adicionais, tais como o albedo de dispersão simples e a eficiência mássica de dispersão ou a concentração de carbono negro e a sua fracção relativamente à massa total de partículas. Em particular, as propriedades de dispersão, absorção (e derivadas) correspondem ao primeiro estudo sobre a climatologia de aerossóis à superfície levado a cabo em Portugal do ponto de vista das suas propriedades ópticas. Assim, este estudo é uma contribuição para o esforço da comunidade científica para uma melhor compreensão do papel dos aerossóis no sistema climático. Concluiu-se que a carga de aerossóis (à superfície) em Évora pode ser considerada moderada, devido ao facto de ser um centro urbano relativamente pequeno e sem indústrias poluentes. A evolução temporal das propriedades ópticas/físicas dos aerossóis (desde escalas diárias até sazonais) permitiu observar a influência local e também de fontes distantes. As actividades locais foram observadas nas variações diárias das diversas propriedades dos aerossóis. Por outro lado, observou-se um aumento da carga de aerossóis, e mais absorventes, durante o período frio (excluindo os incêndios florestais durante o Verão) causado pelo aumento da produção de partículas devido ao aquecimento doméstico e também devido às condições atmosféricas, nomeadamente uma camada limite mais baixa (devido às temperaturas mais baixas à superfície). Observou-se também que a prevalência de ventos da região Atlântica está associada a cargas baixas de aerossóis enquanto o aumento da influência continental (Europeia e Africana) está associado ao aumento da carga de aerossóis de tipo antropogénico ou a alguns episódios de poeiras provenientes do Norte de África.



## Resumos das teses de doutoramento do CGE que se concluíram em 2011

*Estudo das diatomáceas bênticas em sistemas lóticos de Portugal Continental*

Maria Helena Batista da Costa Guerreiro de Novais - CGE,UE

**Orientação:** *Maria Manuela Morais (Laboratório da Água da Universidade de Évora)* Senior Researcher: Luc Ector (Department of Environment and Agro-Biotechnologies (EVA), Public Research Centre - Gabriel Lippmann, Luxembourg)- CGE, Universidade de Évora**Financiamento:** Fundação para a Ciência e a Tecnologia – Portugal (PhD grant SFRH/BD/21625/2005) Fonds National de la Recherche du Luxembourg (grant AFR, PHD-09-120)

As diatomáceas epilíticas são consideradas essenciais na monitorização da qualidade ecológica devido às suas características, nomeadamente: presença em abundância desde a nascente até à foz do rio; apresentarem uma relação clara com a qualidade da água; não disporem de um ciclo de vida faseado que as ausentaria dos sistemas aquáticos, crescerem em habitat específico e bem definido facilmente amostrável. Complementarmente, possuem parede celular siliciosa, o que evita danificação aquando da remoção dos substratos e apresentam uma distribuição ubíqua, que permite comparações entre diversos habitats (embora as espécies particulares tenham uma distribuição restrita). Todas estas características constituem vantagens na sua utilização em estudos de monitorização, sendo considerado um elemento biológico obrigatório pela Directiva-Quadro da Água da União Europeia (60/2000/CE) na avaliação do estado ecológico

Estes factos levaram à realização da presente tese, cujo objectivo geral consistiu no aumento do conhecimento sobre a flora diatomológica de água doce de Portugal e incluiu as seguintes partes: 1) uma compilação de 1381 táxones de diatomáceas não-marinhas citados para o país (Arquipélagos dos Açores e Madeira incluídos), baseada na análise de 173 referências bibliográficas; 2) um atlas ilustrado em microscopia óptica e electrónica de varrimento dos táxones mais frequentes e abundantes em Portugal Continental, baseado na análise de 363 amostras de cursos de água e de 18 albufeiras distribuídos por todo o país e que permitiu a identificação de 570 táxones, dos quais 170 estavam presentes em abundância superior a 5% em pelo menos um local e se encontram na sua maioria representados no atlas; 3) um estudo detalhado de dois

grupos taxonomicamente problemáticos, como o complexo *Gomphonema tergestinum* – *G. rosenstockianum* e a descrição e caracterização morfológica e ecológica do *Achnanthyidium caravelense* Novais & Ector, uma nova espécie frequente e abundante no Norte de Portugal, em águas com concentração baixa a moderada de nutrientes, e cuja ocorrência em rios doutras zonas europeias com características semelhantes é bastante provável, não tendo ainda sido identificado devido a possíveis identificações erróneas como *Achnanthyidium eutrophilum* ou *A. minutissimum*; 4) a aplicação de métodos baseados em diatomáceas epilíticas litorais e índices diatomológicos (Índice de Poluosensibilidade Específica) na avaliação do estado ecológico de albufeiras, de acordo com os requisitos da Directiva Quadro da Água, apesar de ser fundamental melhorar o conhecimento sobre a autoecologia de diversas espécies características dos tipos hidromorfológicos, tais como: *Achnanthyidium catenatum*, *A. subhudsonis*, *Aulacoseira tenella*, *Discostella stelligera*, complexo do *Gomphonema pumilum* e *Tabellaria pseudoflocculosa*.

Alguns táxones não foram identificados a nível específico, pelo que foi efectuado um estudo detalhado em microscopia óptica e electrónica de varrimento. Destes, já foram publicados: *Eunotia nanolusitanica* Lange-Bertalot, Novais & Ector, *Achnanthyidium pseudolineare* Van de Vijver, Novais & Ector e *Achnanthyidium caravelense* Novais & Ector. Para além disso, 13 táxones constituem novas citações para a Península Ibérica e 49 são novas citações para Portugal. Esta elevada diversidade pode dever-se à utilização de bibliografia mais recente, onde são separados complexos de espécies e à inclusão neste estudo de zonas do país ainda pouco exploradas.

## GeoPalavra

**É preciso elevar a cultura geológica dos portugueses e isso começa na escola.***António Marcos Galopim de Carvalho Ex-Director do Museu de História Natural, Lisboa*

De há muito que venho alertando, em textos escritos e em conversas públicas, para a pouca importância dada ao ensino da Geologia nas nossas escolas do ensino básico e secundário. Até parece que quem decide sobre o maior ou menor interesse das matérias curriculares, desconhece que a geologia e as tecnologias com ela relacionadas estão entre os principais pilares sobre os quais assentam a sociedade moderna, o progresso social e o bem-estar da humanidade. Assim, não se compreende a relativamente pouca importância desta disciplina nos nossos currículos de ensino. A minha proposta para a necessária reestruturação do ensino desta disciplina, explicitada nas linhas que se seguem, visa, antes de mais, a sua discussão pelos eventuais interessados. Para além do seu interesse utilitário na procura, exploração e gestão racional de matérias-primas minerais metálicas e não metálicas indispensáveis no mundo actual, a geologia ensina-nos, ainda, a encontrar águas subterrâneas e recursos energéticos, como são, entre outros, o carvão, o petróleo e o gás natural. Essencial no estudo da natureza dos terrenos sobre os quais temos de implantar grandes obras de engenharia (pontes, barragens, aeroportos), a geologia dispõe dos conhecimentos necessários à preservação do nosso património mais antigo, à defesa do ambiente natural, numa política de desenvolvimento sustentado, e dá resposta a muitas preocupações de carácter filosófico. Exceptuando aqueles que, por formação académica e profissional, possuem os indispensáveis conhecimentos deste interessante e útil ramo da ciência, a generalidade dos nossos concidadãos não conhece nem a natureza, nem a história do chão que pisa e no qual assentam as fundações da casa onde vive. Uns mais, outros menos, sabem algo do que aqui se passou desde o tempo em que o primeiro humano pisou estas terras, milhares de anos atrás, mas, muitíssimo pouco ou nada sabem do que aqui aconteceu há milhões e milhões de anos. Marcados por um ensino, livresco, tantas vezes desinteressante e fastidioso, são muitos os cidadãos deste nosso país que frequentaram disciplinas do âmbito da geologia e que, terminada esta fase das suas vidas, atiraram para o caixote do esquecimento o pouco que lhes foi ministrado sem entusiasmo nem beleza. Por exemplo, os habitantes da cidade que me acolheu há seis décadas, não sabem que o lioz, ou seja, a pedra calcária, repleta de história, usada na cantaria e na estatuação de Lisboa e arredores, nasceu num mar de há cerca de 95 milhões de anos, muito pouco profundo e de águas mais quentes do que as que hoje banham as nossas praias no pino do verão. Não sabem que o basalto das velhas calçadas da cidade brotou, como lava incandescente, de vulcões que aqui existiram há uns 70 milhões de anos, nem imaginam que o Tejo já desaguou mais a Sul, por uma série de canais entrançados, numa larga planura entre a Caparica e a Aldeia do Meco.

Ainda como exemplo, os naturais de Sintra ignoram que, por pouco, não rebentou ali um grande vulcão (há uns 85 milhões de anos) nem sabem explicar porque é que o belo mármore de São Pedro, quando percutido, liberta um odor a ovos podres.

E o mesmo se passa com a generalidade dos portugueses, governantes e governados, sejam eles juristas, economistas, militares ou marinheiros, poetas, romancistas ou jornalistas, vendedores de automóveis ou jogadores de futebol. Não sabem que grande parte do Ribatejo e do Alto Alentejo foi uma área lacustre e pantanosa há poucas dezenas de milhões de anos. Ninguém lhes explicou como e quando surgiram e evoluíram as serras e os rios de Portugal, porque é que há mármore em Estremoz, areias brancas em Coina e em Rio Maior, pirites em Aljustrel, volfrâmio na Panasqueira e caulinos na Senhora da Hora. Desconhecem porque é que se fala do Barrocal algarvio, da “planície alentejana” e do “Norte montanhoso”. Sabem dizer granito, basalto, mármore, calcário, xisto, barro, quartzo, mica, feldspato, petróleo, gás natural e carvão-de-pedra, mas ignoram a origem, a natureza e o significado destes materiais como documentos da longa história da Terra. Páginas desta história, conservadas nas rochas, nos minerais e nos fósseis, estão à disposição dos professores e dos alunos nos terrenos que rodeiam as suas escolas. Conhecer esses terrenos e os processos geológicos aí envolvidos, desperta a curiosidade dos alunos, abrindo-lhes as portas não só ao conhecimento da sua região, em múltiplos domínios desta disciplina, constantes de um programa convenientemente elaborado. Tais conhecimentos, mais sentidos e interiorizados do que, simplesmente, decorados, para debitar em provas de avaliação, conferem dimensão cultural à geologia, formam cidadãos mais conscientes da sua posição na sociedade e defensores activos do nosso património natural. A semelhança de um velho pergaminho, de um achado arqueológico, ou de uma ruína, as rochas, com os seus minerais e os seus fósseis, são documentos que a geologia ensina a ler e a interpretar.

Se há matérias que têm características passíveis de serem ministradas numa política de regionalização do ensino e que muito conviria considerar, a maioria das incluídas na disciplina de Geologia satisfaz esta condição.

Neste panorama tenho vindo a propor aos responsáveis uma reformulação dos programas de Geologia visando uma adequada informação sobre a geologia regional, a definir pelas escolas, em complemento de um bem pensado programa de base comum a todas elas.

**Direcção e Coordenação Editorial**

Ana Maria Silva

**Correio electrónico:** gboletim@uevora.pt**Depósito legal:** 238091/06 **ISSN:** 1646-3676,  
Janeiro, 2012**Painel Editorial**Alexandre Araújo, António Heitor Reis, Ana Maria  
Silva, Maria Rosa Duque, Joaquim Luís Lopes,  
Mourad Bezzeghoud e Rui Namorado Rosa