



**CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
EM CIÊNCIAS DA TERRA,  
CLIMA E ESPAÇO  
DA UNIVERSIDADE DE ÉVORA**

Programa e Resumos



2-4 de Outubro de 2003  
Universidade de Évora



# 1º CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA TERRA, CLIMA E ESPAÇO DA UNIVERSIDADE DE ÉVORA

2-4 de Outubro de 2003  
Universidade de Évora

## **COMISSÃO ORGANIZADORA**

- Rui Namorado Rosa
- Paulo Sérgio Lucio
- Ana Maria Silva
- Mourad Bezzeghoud
- David Berry
- Manuel Francisco Pereira
- Bento Caldeira
- Paulo Canhoto
- Martim Chichorro

**ORGANIZAÇÃO:**  
**Centro de Geofísica de Évora**  
**Universidade de Évora**

### **Ficha Técnica**

*Título:* **1º Congresso de Pós-Graduação em Ciências da Terra, Clima e Espaço da Universidade de Évora.**

*Impressão:* **Serviço de Reprografia e Publicações da Universidade de Évora**

*Capa:* **Gráfica Eborensense**

*Tiragem:* **120 exemplares**

*Depósito legal:* **201288/03**

*ISBN:* **972-778-064-4**

# PRIMEIRO CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA TERRA, CLIMA E ESPAÇO DA UNIVERSIDADE DE ÉVORA<sup>1</sup>

O objectivo deste encontro é o de promover a divulgação e a discussão dos diversos temas de investigação em Geofísica (sentido lato) bem como a transferência de ideias e a aplicação de métodos científicos. Pretende-se igualmente dar a conhecer às comunidades académica e extra-universitária a actividade científica desenvolvida por jovens investigadores e por docentes membros do CGE. Este encontro deverá servir como incentivo e recompensa para os actuais estudantes de graduação e pós-graduação do CGE e de estímulo para os novos estudantes que entram na Universidade de Évora.

Os estudos de pós-graduação ou de fim de licenciatura que decorrem no âmbito de projectos do CGE ou de cursos universitários afins contribuem para a definição de vários perfis profissionais em Ciências da Terra e para traduzir a sociedade geral o seu papel actual e potencial junto aos vários sectores da economia, comércio, indústria, serviços e administração pública.

São apresentados e discutidos temas associados à investigação científica em Ciências da Terra, Clima e Espaço dando particular ênfase a estudos que combinam novas técnicas analíticas e numéricas com as mais recentes metodologias de observação e monitorização dos fenómenos.

Pretende-se promover o intercâmbio de experiências e sensibilidades entre os profissionais dos diversos campos das Ciências Geofísicas e debater a oportunidade e exequibilidade de intervenções multidisciplinares em determinadas áreas de investigação. Aproveitar-se-á para se reflectir sobre questões relacionadas com a integração profissional dos jovens em fase de pós-graduação e com a utilidade social das suas competências.

Este evento abrange as quatro grandes áreas científicas representativas do CGE, que são: ***Clima e Física da Atmosfera, Geofísica Interna, Tectónica e Sistemas Dinâmicos***. Este encontro constituirá uma óptima oportunidade para que os investigadores da UE, estudantes e profissionais externos à Universidade tomem conhecimento do andamento dos projectos científicos sob investigação no CGE, como estes estão a ser implementados e divulgados e que alcance poderão ter. Será igualmente dado relevo à importância da investigação científica na carreira profissional.

**2 - 4 DE OUTUBRO DE 2003  
COLÉGIO LUÍS VERNEY A1 – UNIVERSIDADE DE ÉVORA**

---

<sup>1</sup> Integrado no Calendário Académico 2003-2004 da Universidade de Évora no âmbito das actividades de recepção aos caloiros.



## Índice

|   |           |
|---|-----------|
| Índice .....  | 6         |
| <b>PROGRAMA</b> .....   | <b>8</b>  |
| <b>Resumos de Comunicações Orais</b> .....  | <b>13</b> |
| <i>O SECTOR DE ESTREMOZ-BARRANCOS (ZOM): CARTOGRAFIA GEOLÓGICA E ESTRUTURAL AO LONGO DE UMA GEOTRANSVERSAL NO RIO GUADIANA</i> .....  | 15        |
| <i>SPATRAM – SPECTROMETER PROTOTYPE FOR ATMOSPHERIC TRACERS MEASUREMENTS UM INSTRUMENTO PARA MEDIR OS GASES MENORES NA ATMOSFERA</i> .....                                  | 17        |
| <i>ESTUDO DAS PROPRIEDADES ÓPTICAS DOS AEROSSÓIS. UTILIZAÇÃO DE DETECÇÃO REMOTA</i> .....   | 19        |
| <i>ANÁLISE DOPPLER: UM MÉTODO COMPLEMENTAR PARA A CARACTERIZAÇÃO DA RUPTURA SÍSMICA. APLICAÇÃO A CASOS</i> .....  | 20        |
| <i>ANÁLISE DOPPLER: UM MÉTODO COMPLEMENTAR PARA A CARACTERIZAÇÃO DA RUPTURA SÍSMICA. APLICAÇÃO A CASOS</i> .....  | 21        |
| <i>INFLUÊNCIA DAS ZONAS URBANAS NA PRECIPITAÇÃO- MODELAÇÃO DO FLUXO SUPERFICIAL DE CALOR SENSÍVEL NUMA ÁREA URBANA -</i> .....  | 22        |
| <i>ASPECTOS DA RELAÇÃO ENTRE DEFORMAÇÃO E METAMORFISMO NUMA ZONA DE FRAQUEZA CRUSTAL: ZONA DE FALHA DA BOA FÉ (MACIÇO DE ÉVORA, ZONA DE OSSA-MORENA)</i> .....              | 24        |
| <i>UM ESTUDO BIOMETEOROLÓGICO EM PORTUGAL: APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO SOBRE A MORBIDADE POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE LISBOA</i> ..... | 25        |
| <i>DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES DAS NUVENS E AEROSSÓIS RELEVANTES PARA ESTUDOS DE FORÇAMENTO RADIATIVO DO CLIMA A PARTIR DE MEDIDAS DE SATÉLITE</i> .....                  | 26        |
| <i>DINÂMICA DE SOLUÇÕES PERIÓDICAS EM SISTEMAS DISCRETOS</i> .....  | 28        |
| <i>DEFORMAÇÃO TANGENCIAL NO NORDESTE DA ZONA DE OSSA – MORENA</i> .....   | 30        |
| <i>MANTLE SOURCES OF MAGMAS FROM TERCEIRA ISLAND. HELIUM AND NEON ISOTOPIC EVIDENCE FOR A LOWER MANTLE CONTRIBUTION</i> .....   | 31        |
| <i>A RADIAÇÃO DE SINCROTRÃO NO ESTUDO DE MATERIAIS GEOLÓGICOS: O EXEMPLO DOS MINERAIS COLUMBITE E TAPIOLITE</i> .....   | 33        |
| <i>ASPECTOS TEXTURAI E GEOQUÍMICOS DOS TONALITOS DOS HOSPITAIS (MACIÇO DE ÉVORA, ZONA DE OSSA-MORENA): IMPLICAÇÕES PETROGENÉTICAS</i> .....                                 | 35        |
| <i>SIMULAÇÃO NUMÉRICA DAS CIRCULAÇÕES LOCAIS E OS EFEITOS NA DISPERSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS EMITIDOS POR FONTE INDUSTRIAL</i> .....                                    | 37        |
| <i>RECONSTITUIÇÃO DO CAMPO DE TENSÕES, MECÂNICA DA FRACTURAÇÃO E ORIGEM DO CHERTE DO CARIXIANO DO SECTOR MAIS OCIDENTAL DA BACIA ALGARVIA</i> .....                         | 38        |
| <i>IMPACTO DA IRRIGAÇÃO NA PRECIPITAÇÃO</i> .....   | 40        |
| <i>ANÁLISE DA HOMOGENEIDADE TEMPORAL DE SÉRIES DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO EM PORTUGAL CONTINENTAL</i> .....  | 41        |
| <i>RELAÇÃO DO CAMPO ELÉCTRICO ATMOSFÉRICO COM A METEOROLOGIA LOCAL NA REGIÃO DE LISBOA</i> .....  | 43        |
| <b>Resumos de Posters</b> .....   | <b>45</b> |
| <i>AS PROPRIEDADES ÓPTICAS DOS AEROSSÓIS E SUA CARACTERIZAÇÃO NA REGIÃO DE ÉVORA, ASSOCIADA AO ESTUDO DAS MASSAS DE AR</i> .....  | 46        |
| <i>MODELO DE MONITORIZAÇÃO E SIMULAÇÃO DE UMA CALDEIRA PARA A OPTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DE EMISSÕES POLUENTES</i> .....  | 48        |

|  |           |
|--|-----------|
| <i>OPERACIONALIZAÇÃO E MONITORIZAÇÃO DA PREVISÃO DO TEMPO PARA PORTUGAL CONTINENTAL UTILIZANDO O MODELO RAMS</i> .....   | 49        |
| <i>DIAGNÓSTICO DE EXTREMOS ESPAÇO-TEMPORAL PARA DETECÇÃO DE ILHA DE CALOR EM REGIÕES URBANAS: APLICAÇÃO À REGIÃO DA “GRANDE LISBOA”</i> .....  | 50        |
| <i>FORÇAMENTO RADIATIVO LOCAL DOS AEROSSÓIS EM ÉVORA</i> .....   | 52        |
| <i>CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS SINÓPTICAS E DE MESOSCALA DURANTE EPISÓDIOS DE POLUIÇÃO NA ÁREA DA GRANDE LISBOA</i> .....   | 54        |
| <i>DEFORMAÇÃO VARISCA PROGRESSIVA NO SECTOR DE ADASSIL (ALTO ATLAS OCIDENTAL, MARROCOS)</i> .....  | 55        |
| <i>RELATION DU MAGMATISME, DÉFORMATION ET MINÉRALISATIONS AU SECTEUR D’AZEGOUR (HAUT ATLAS OCCIDENTAL — MAROC)</i> .....   | 57        |
| <i>VALIDAÇÃO DAS SIMULAÇÕES DO MODELO DE CIRCULAÇÃO GERAL MUGCM POR COMPARAÇÃO COM DADOS DAS “REANALYSIS” DO NCEP/NCAR</i> .....   | 58        |
| <i>EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO SIMULADOS PELO MODELO REGIONAL HIRHAM4 PARA A EUROPA CENTRAL E MEDITERRÂNEO NO VERÃO (JAS) DO HEMISFÉRIO NORTE</i> .....                           | 59        |
| <i>ESTUDO DA CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA DE VERÃO SOBRE A REGIÃO DE LISBOA INTERACÇÃO ENTRE A BRISA DE MAR, OS EFEITOS DE ILHA URBANA, A OROGRAFIA E A PRESENÇA DO ESTUÁRIO</i> .....       | 60        |
| <i>ESTUDO DA DINÂMICA DA PRECIPITAÇÃO EM SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE</i> .....   | 61        |
| <i>MEDIÇÃO DE ESPESSURAS ÓPTICAS ESPECTRAIS EM ÉVORA COM UM RADIÓMETRO MFRSR-7</i> .....   | 63        |
| <i>CARTOGRAFIA DE GRANITÓIDES: ANÁLISE DA ORIENTAÇÃO PREFERENCIAL DE FELDSPATOS NA INTERPRETAÇÃO DE MECANISMOS DE FLUXO MAGMÁTICO (GRANITÓIDE GROSSEIRO PORFIRÓIDE DE ÉVORA)</i> ..... | 65        |
| <i>CARTOGRAFIA DAS UNIDADES DO JURÁSSICO INFERIOR DO ANTICLINAL DE CABEÇA GORDA (SOURE)</i> .....  | 66        |
| <i>VARIABILIDADE CLIMÁTICA DA PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO DE GUINÉ-BISSAU – A SITUAÇÃO SINÓPTICA E A INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS CONVECTIVOS</i> .....  | 67        |
| <b>Resumos dos Workshops</b> .....   | <b>69</b> |
| <i>VIAJANDO PELO INTERIOR DA TERRA</i> .....   | 70        |
| <i>DINÂMICA NÃO-LINEAR EM FÍSICA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS BIOFÍSICAS</i> .....  | 71        |
| <i>O CICLO DA ENERGÉTICA DA CIRCULAÇÃO GERAL DA ATMOSFERA. DUAS PERSPECTIVAS</i> .....   | 72        |
| <i>MÉTODOS DE ANÁLISE DE ROCHAS DEFORMADAS</i> .....   | 73        |

## PROGRAMA

2 de Outubro de 2003 (Quinta-Feira)

Anfiteatro 1 do CLV

**14:00 15:00**

Registo de participantes e Recolha de Documentação  
(no átrio junto ao Anfiteatro 1 do Colégio Luís António Verney)

**15:00 15:30**

Sessão de Abertura

- Prof. Doutor Manuel Ferreira Patrício (*Reitor da Universidade de Évora*)
- Prof. Doutor Rui Namorado Rosa (*Director do CGE*)
- Prof<sup>a</sup>. Doutora Ana Maria Silva (*Coord. da Área de Física da Atmosfera*)
- Prof. Doutor Mourad Bezzeghoud (*Coord. da Área de Geofísica Interna*)
- Prof. Doutor Manuel Francisco Pereira (*Coord. da Área de Tectónica*)
- Prof. Doutor David Berry (*Coord. da Área de Sistemas Dinâmicos*)

**15:30 16:00**

Palestra de Abertura: *Investigação Científica em Portugal* – Prof. Augusto Fitas

**16:00 17:30**

Sessão CP (Comunicação oral dos Posters)

moderador: Prof<sup>a</sup>. Ana Maria Silva

1. **AS PROPRIEDADES ÓPTICAS DOS AEROSSÓIS E SUA CARACTERIZAÇÃO NA REGIÃO DE ÉVORA, ASSOCIADA AO ESTUDO DAS MASSAS DE AR**  
Nuno Belo, Paola Formenti, Thierry Elias, Ana Maria Silva
2. **MODELO DE MONITORIZAÇÃO E SIMULAÇÃO DE UMA CALDEIRA PARA A OPTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DE EMISSÕES POLUENTES**  
Paulo Canhoto
3. **OPERACIONALIZAÇÃO E MONITORIZAÇÃO DA PREVISÃO DO TEMPO PARA PORTUGAL CONTINENTAL UTILIZANDO O MODELO RAMS**  
Fábio C. Conde, Andrea M. Ramos, Gonçalo Marrafa, J. Corte-Real
4. **DIAGNÓSTICO DE EXTREMOS ESPAÇO-TEMPORAL PARA DETECÇÃO DE ILHA DE CALOR EM REGIÕES URBANAS: APLICAÇÃO À REGIÃO DA “GRANDE LISBOA”**  
Deus, R., Lucio, P.S.
5. **FORÇAMENTO RADIATIVO LOCAL DOS AEROSSÓIS EM ÉVORA**  
Figueira, M. J., Elias, T., Silva, A. M.
6. **CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS SINÓPTICAS E DE MESOSCALA DURANTE EPISÓDIOS DE POLUIÇÃO NA ÁREA DA GRANDE LISBOA**  
Clara Cristina Moita Lebre de Freitas
7. **DEFORMAÇÃO VARISCA PROGRESSIVA NO SECTOR DE ADASSIL (ALTO ATLAS OCIDENTAL, MARROCOS)**  
Mohamed Hadani
8. **RELATION DU MAGMATISME, DÉFORMATION ET MINÉRALISATIONS AU SECTEUR D’ AZEGOUR (HAUT ATLAS OCCIDENTAL — MAROC)**  
Youssef Hendaq

9. **VALIDAÇÃO DAS SIMULAÇÕES DO MODELO DE CIRCULAÇÃO GERAL MUGCM POR COMPARAÇÃO COM DADOS DAS “REANALYSIS” DO NCEP/NCAR**  
Carlos Marques , Alfredo Rocha e João Corte-Real
10. **EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO SIMULADOS PELO MODELO REGIONAL HIRHAM4 PARA A EUROPA CENTRAL E MEDITERRÂNEO NO VERÃO (JAS) DO HEMISFÉRIO NORTE**  
S. M. Mendes <sup>1</sup>
11. **ESTUDO DA CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA DE VERÃO SOBRE A REGIÃO DE LISBOA INTERACÇÃO ENTRE A BRISA DE MAR, OS EFEITOS DE ILHA URBANA, A OROGRAFIA E A PRESENÇA DO ESTUÁRIO.**  
Jorge Neto, Rui Salgado, Heitor Reis
12. **ESTUDO DA DINÂMICA DA PRECIPITAÇÃO EM SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE**  
Manuel Penhor, Luiz Carlos Molion, Paulo Sérgio Lucio
13. **MEDIÇÃO DE ESPESSURAS ÓPTICAS ESPECTRAIS EM ÉVORA COM UM RADIÓMETRO MFRSR-7**  
Sérgio Pereira, Paola Formenti, Ana Maria Silva
14. **CARTOGRAFIA DE GRANITÓIDES: ANÁLISE DA ORIENTAÇÃO PREFERENCIAL DE FELDSPATOS NA INTERPRETAÇÃO DE MECANISMOS DE FLUXO MAGMÁTICO (GRANITÓIDE GROSSEIRO PORFIRÓIDE DE ÉVORA)**  
Cristina Ribeiro
15. **CARTOGRAFIA DAS UNIDADES DO JURÁSSICO INFERIOR DO ANTICLINAL DE CABEÇA GORDA (SOURE).**  
Rodrigo Camargo Rocha
16. **VARIABILIDADE CLIMÁTICA DA PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO DE GUINÉ-BISSAU – A SITUAÇÃO SINÓPTICA E A INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS CONVECTIVOS**  
Fernando Baial Sambú, Iracema Fonseca de Albuquerque Cavalcanti

**17:30 19:00**

Sessão DP – Discussão de Posters

(Junto aos Posters afixados no átrio adjacente ao Anfiteatro 1; seve-se café)

|   |                            |
|---|----------------------------|
| <b>3 de Outubro de 2003 (Sexta-Feira)</b> | <b>Anfiteatro 1 do CLV</b> |
|---|----------------------------|

**09:30 11:00**

Comunicações Orais (sessão CO1.1)

moderador: Prof. Mourad Bezzeghoud

1. **ANÁLISE DA HOMOGENEIDADE TEMPORAL DE SÉRIES DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO EM PORTUGAL CONTINENTAL**  
A. I. Serrano, P. S. Lucio, A. M. Silva
2. **ANÁLISE DOPPLER: UM MÉTODO COMPLEMENTAR PARA A CARACTERIZAÇÃO DA RUPTURA SÍSMICA. APLICAÇÃO A CASOS**  
Bento Caldeira , Mourad Bezzeghoud, José Borges
3. **RECONSTITUIÇÃO DO CAMPO DE TENSÕES, MECÂNICA DA FRACTURAÇÃO E ORIGEM DO CHERTE DO CARIXIANO DO SECTOR MAIS OCIDENTAL DA BACIA ALGARVIA**  
Carlos Ribeiro; Pedro Terrinha

**4. ASPECTOS DA RELAÇÃO ENTRE DEFORMAÇÃO E METAMORFISMO NUMA ZONA DE FRAQUEZA CRUSTAL: ZONA DE FALHA DA BOA FÉ (MACIÇO DE ÉVORA, ZONA DE OSSA-MORENA)**

M. Chichorro

**11:00 11:30**

Pausa para café

**11:30 13:00**

Comunicações Orais (sessão CO2.1)

moderador: Prof. David Berry

- 1. UM ESTUDO BIOMETEOROLÓGICO EM PORTUGAL: APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO SOBRE A MORBIDADE POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE LISBOA**  
F. C. Conde, J. Corte-Real
- 2. INFLUÊNCIA DAS ZONAS URBANAS NA PRECIPITAÇÃO - MODELAÇÃO DO FLUXO SUPERFICIAL DE CALOR SENSÍVEL NUMA ÁREA URBANA -**  
M.G.D. Carraça, C.G. Collier, A.M.Silva
- 3. ANÁLISE DETALHADA DO PROCESSO DE RUPTURA SÍSMICA POR DETERMINAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO DESLIZAMENTO**  
José Borges, Mourad Bezzeghoud, Bento Caldeira
- 4. O SECTOR DE ESTREMOZ-BARRANCOS (ZOM): CARTOGRAFIA GEOLÓGICA E ESTRUTURAL AO LONGO DE UMA GEOTRANSVERSAL NO RIO GUADIANA**  
José Borrego
- 5. RELAÇÃO DO CAMPO ELÉCTRICO ATMOSFÉRICO COM A METEOROLOGIA LOCAL NA REGIÃO DE LISBOA**  
Cláudia Serrano

**13:00 14:30**

Pausa para almoço

**14:30 16:00**

Workshop 1.1: *Viajando Pelo Interior da Terra*

Mourad Bezzeghoud; Rosa Duque, Bento Caldeira, António Correia, José Borges

**16:00 16:30**

Pausa para café

**16:30 18:00**

Workshop 2.1 - *Dinâmica não-linear em física, geofísica e ciências biofísicas*

David Berry

**4 de Outubro de 2003 (Sábado)**

Anfiteatro 1 do CLV

**09:30 11:00**

Comunicações Orais (sessão CO1.2)

moderador: Prof<sup>a</sup> Ana Maria Silva

- 1. DEFORMAÇÃO TANGENCIAL NO NORDESTE DA ZONA DE OSSA – MORENA**  
Luís Lopes ; José Brandão Silva
- 2. SIMULAÇÃO NUMÉRICA DAS CIRCULAÇÕES LOCAIS E OS EFEITOS NA DISPERSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS EMITIDOS POR FONTE INDUSTRIAL**  
Andrea M. Ramos, J. Corte-Real

**3. ASPECTOS TEXTURAIS E GEOQUÍMICOS DOS TONALITOS DOS HOSPITAIS (MACIÇO DE ÉVORA, ZONA DE OSSA-MORENA): IMPLICAÇÕES PETROGENÉTICAS**

P. Moita, J.F. Santos, F. Pereira

**4. IMPACTO DA IRRIGAÇÃO NA PRECIPITAÇÃO.**

Rui Salgado

**11:00 11:30**

Pausa para café

**11:30 13:00**

Comunicações Orais (sessão CO2.2)

moderador: Prof. Manuel Francisco Pereira

**1. ESTUDO DAS PROPRIEDADES ÓPTICAS DOS AEROSSÓIS.UTILIZAÇÃO DE DETECCÃO REMOTA.**

Lourdes Bugalho e Ana Maria Silva

**2. MANTLE SOURCES OF MAGMAS FROM TEARCEIRA ISLAND. HELIUM AND NEON ISOTOPIC EVIDENCE FOR A LOWER MANTLE CONTRIBUTION**

P. Madureira, M. Moreira and J. Mata

**3. A RADIAÇÃO DE SINCROTRÃO NO ESTUDO DE MATERIAIS GEOLÓGICOS: O EXEMPLO DOS MINERAIS COLUMBITE E TAPIOLITE**

José Mirão, Maria Ondina Figueiredo

**4. DINÂMICA DE SOLUÇÕES PERIÓDICAS EM SISTEMAS DISCRETOS**

Pedro G. Lind, João Corte-Real, Jason A.C. Gallas

**13:00 14:30**

Pausa para almoço

**14:30 16:00**

Workshop 1.2 *O Ciclo da Energética da Circulação Geral da Atmosfera. Duas perspectivas.*

João Corte-Real, A. Heitor Reis

**16:00 16:30**

Pausa para café

**16:30 18:00**

Workshop 2.2 – *Métodos de Análise de Rochas Deformadas.*

Manuel Francisco Pereira, Rui Dias, António Alexandre Araújo



## **Resumos de Comunicações Orais**

# ANÁLISE DETALHADA DO PROCESSO DE RUPTURA SÍSMICA POR DETERMINAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DO DESLIZAMENTO

José Borges<sup>1</sup>, Mourad Bezzeghoud<sup>2</sup>, Bento Caldeira<sup>3</sup>

<sup>1,2 e 3</sup> Centro de Geofísica de Évora / Departamento de Física da Universidade de Évora

Um dos principais objectivos de estudo das fontes sísmicas, e o primeiro a merecer a atenção dos sismólogos, é a caracterização geométrica das falhas geológicas e os deslizamentos sobre a sua superfície decorrentes do desencadear de um sismo. Outro objectivo prende-se com o cálculo do movimento gerado pelo sismo, traduzido em ondas sísmicas que se propagam no interior e à superfície da Terra. O estudo da fonte permite ainda o cálculo da movimentação inelástica que ocorre na região focal que se relaciona directamente com parâmetros quantificadores da grandeza do sismo - momento sísmico escalar e a magnitude. Este estudo faz-se fundamentalmente recorrendo à informação contida nos sismogramas registados em estações sísmicas distribuídas pela superfície do Globo Terrestre, embora também se possa introduzir informação sobre a deformação permanente da superfície da terra (dados de GPS e interferometria a partir de imagens de radar capturadas a partir de satélites).

Numa primeira aproximação, o estudo do deslocamento sísmico pode ser feito considerando o sismo como resultado de um deslizamento ocorrido num ponto do interior do globo - *modelo de fonte pontual*. Contudo, esta representação somente é válida para uma limitada gama de magnitudes ou distâncias epicentrais. Com efeito, para magnitudes elevadas e/ou distâncias epicentrais próximas da fonte esta aproximação não é aceitável; daí resulta a necessidade de se considerar uma fonte com dimensões, na qual o deslizamento se estende sobre toda a superfície da ruptura - *modelo de fonte finita*. Assim, o cálculo do deslocamento pode ser efectuado através do integral (ou somatório) de uma distribuição contínua (ou descontínua) de fontes pontuais sobre a superfície da falha, o que se exprime matematicamente por

$$u_n(\vec{x}, t) = \int d\tau \iint_{\Sigma} \hat{n} \cdot \Delta \vec{u}(\vec{\xi}, t) \cdot \vec{G}(\vec{x}, t - \tau; \vec{\xi}, 0) d\vec{\Sigma},$$

em que  $\vec{u}$  é o deslocamento em qualquer ponto do espaço,  $\vec{G}$  é a função de Green do meio (tensor de segunda ordem que representa a resposta do meio a uma fonte pontual e impulsiva),  $\Delta \vec{u}$  representa o deslizamento ocorrido na falha cuja normal é  $\hat{n}$ ,  $\vec{x}$  é a posição de observação e  $\vec{\xi}$  um ponto sobre a superfície da falha.

A caracterização do processo de ruptura corresponde à estimativa do deslizamento  $\Delta \vec{u}$  ocorrido em cada ponto da falha. Trata-se, portanto, de um problema de inversão no qual o deslocamento teórico, obtido a partir da expressão anterior, é comparado com os dados observados, resultando daí uma estimativa dos deslizamentos ocorridos sobre a falha.

No âmbito do que acima foi referido será apresentada uma primeira abordagem do problema da caracterização dos processos de ruptura, a partir das ondas registadas em estações sísmicas, utilizando para tal modelos simplificados de fontes finitas constituídos por falhas planas de material homogéneo, sobre as quais ocorrem deslizamentos tangenciais. A título de exemplo apresentar-se-ão os resultados relativos ao sismo da Argélia de 21 de Maio de 2003.

**Palavras-chave:** Sismologia; Fonte Sísmica; Inversão do slip

<sup>1</sup>jborges@uevora.pt; <sup>2</sup>mourad@uevora.pt, <sup>3</sup>bafcc@uevora.pt

# **O SECTOR DE ESTREMOZ-BARRANCOS (ZOM): CARTOGRAFIA GEOLÓGICA E ESTRUTURAL AO LONGO DE UMA GEOTRANSVERSAL NO RIO GUADIANA**

**José Borrego** (*jose.borrego@clix.pt*)

Grupo de Tectónica do Centro de Geofísica da Universidade de Évora

## **INTRODUÇÃO**

O Sector de Estremoz-Barrancos constitui uma unidade Tectono-Estratigráfica individualizada e incluída na Zona de Ossa Morena (ZOM). Apresenta uma sequência litoestratigráfica Paleozóica compreendida entre o intervalo temporal: Câmbrico médio? – Devónico inferior, na qual afloram essencialmente unidades litológicas de natureza metapelítica e metapsamítica, representativas de fácies metamórfica de baixo e médio grau (definindo um gradiente metamórfico prógrado para NW).

Neste trabalho apresenta-se o resumo da Cartografia Geológico-Estrutural detalhada, efectuada ao longo do vale do rio Guadiana e de alguns dos seus principais afluentes (às escalas 1/12500 e 1/25000), numa área circunscrita do Sector de Estremoz-Barrancos. Os trabalhos de campo decorreram entre 2001 e 2003, pelo que neste momento a maioria dos afloramentos rochosos estudados submergiu nas águas da Barragem de Alqueva. Deste modo pretende-se contribuir para a caracterização e interpretação da Geologia da ZOM e, consequentemente, para o esclarecimento da evolução Geodinâmica do Terreno Autóctone da Cadeia Varisca Ibérica.

## **CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA DA ÁREA ESTUDADA – RESULTADOS PRELIMINARES:**

### **Litoestratigrafia**

A cartografia geológica efectuada permitiu individualizar, aferir e redefinir algumas das principais unidades litoestratigráficas do Sector de Estremoz-Barrancos. A unidade litoestratigráfica referida em trabalhos anteriores e classicamente designada por Formação de “Xistos de Barrancos” *s.l.* foi subdividida em duas unidades de natureza pelito-psamíticas: uma inferior de tonalidade predominantemente violeta, que passa progressivamente para o topo a metasedimentos com tonalidades cinzento esverdeado e esverdeados, com alguns níveis centimétricos siltíticos ricos em Icnofósseis. Estes aspectos já tinham sido anteriormente apontados na região de Barrancos, sem que no entanto tenham sido utilizados como critério cartográfico.

Na região entre Monsaraz e Mourão foi reconhecida uma unidade pelito-psamítica com aspectos similares aos descritos para a Formação de Ossa, apresenta 2 membros distintos: um conjunto inferior de natureza psamítica grauvacóide; que passando a topo a metapelitos com tonalidades essencialmente cinzento rosado ricos em níveis centimétricos de metasiltitos.

A cartografia geológica parece indicar a existência de uma equivalência lateral entre o Complexo Vulcano-Sedimentar de São Marcos do Campo e a unidade pelito-psamítica de

tonalidade esverdeada, rica em Icnofósseis, classicamente designada por “Xistos com *Phyllodocites*” e tradicionalmente englobada na Formação de “Xistos de Barrancos”.

## **Estrutura**

Foram identificadas duas fases de Deformação principais e distintas (D1 e D2), ambas atribuídas à Orogenia Varisca. A D1 (1ª fase de deformação Varisca) está representada por uma clivagem xistenta penetrativa (S1), por vezes paralela a S0 (estratificação sedimentar) e geneticamente associada a dobramentos observáveis à escala do afloramento, com eixos subhorizontais de orientação variável mas próxima de N-S a NE-SW (mais raramente NNW-SSE e NW-SE). A 2ª fase de Deformação Varisca (D2) afecta a clivagem S1, definindo dobramentos de eixos orientados predominantemente segundo NW-SE, com planos axiais subverticais observáveis a todas as escalas: desde importantes meso-estruturas hectométricas e quilométricas até à escala de crenulações microscópicas. A interacção geométrica entre estas duas fases de dobramento origina padrões de interferência dos tipos 2 e 3 definidos por Ramsay.

**Palavras-chave:** sector de Estremoz-Barrancos; Zona de Ossa Morena; Cadeia Varisca Ibérica; cartografia geológica.

# SPATRAM – SPECTROMETER PROTOTYPE FOR ATMOSPHERIC TRACERS MEASUREMENTS

## UM INSTRUMENTO PARA MEDIR OS GASES MENORES NA ATMOSFERA

Daniele Bortoli<sup>1,2</sup>, Giorgio Giovanelli<sup>2</sup> e Ana Maria Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Geofísica de Évora, Universidade de Évora, Évora, Portugal

<sup>2</sup>Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bologna, Itália

O SPATRAM é um espectrómetro que mede a radiação solar difusa ao longo de um percurso atmosférico vertical nas regiões espectrais do ultravioleta (UV) e visível (VIS), de 250 a 900 nm, a fim de permitir a aplicação da metodologia denominada espectroscopia de absorção óptica diferencial (DOAS), para a estimativa das quantidades colunares de certos constituintes atmosféricos que apresentam características de absorção suficientemente marcadas nos intervalos espectrais usados, tais como: ozono, dióxido de azoto, óxidos de bromo, cloro e enxofre.

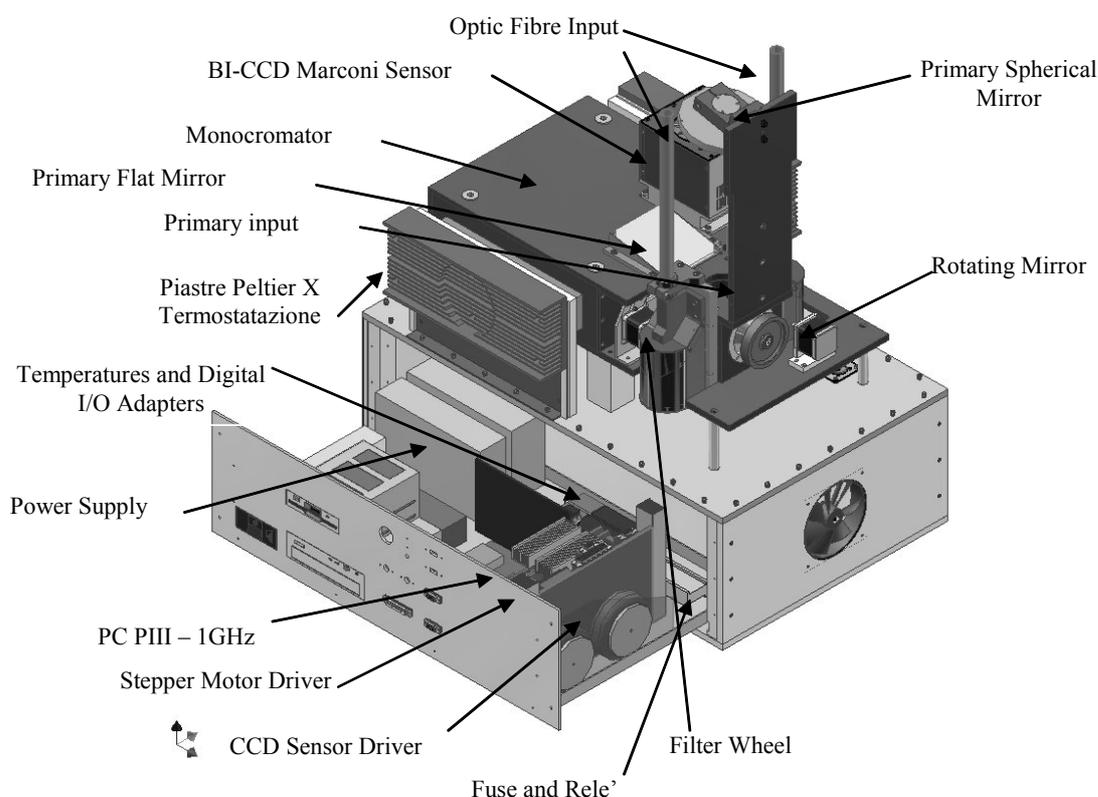


Figura 1 – Vista tridimensional do protótipo SPATRAM.

O instrumento foi projectado pelo grupo de Física da Atmosfera do Centro de Geofísica de Évora em estreita colaboração com o Instituto ISAC-CNR em Bologna (Itália). O SPATRAM será instalado brevemente no observatório do CGE efectuando continuamente medidas da radiação solar difusa, as quais serão utilizadas para determinar o conteúdo de gases na atmosfera, e sucessivo confronto e validação de resultados equivalentes obtidos de instrumentos espectrofotométricos instalados a bordo de satélites. Prevê-se ainda a comparação das medidas SPATRAM com as obtidas pelos fotómetros da rede AERONET, já que um destes instrumentos se encontra também instalado no observatório do CGE.

A Figura 1 mostra uma visão tridimensional do SPATRAM: unidade Óptica-Mecânica (OMU) e unidade Controlo Electrónica (ECU). Encontram-se também evidenciadas as componentes ópticas e electrónicas principais, que serão sumariamente descritas em seguida.

Na configuração de medidas standard, a radiação solar difusa ao longo do percurso vertical passa através da janela de quartzo que protege o input primário. O feixe é depois reflectido pelo espelho primário para a superfície reflectora secundária, a qual o envia para o espelho do grupo giratório, para ser finalmente enviado para o monocromador. Através do uso de uma fibra óptica é possível efectuar medidas radiativas em configurações geométricas diversas (Off-Axis e/ou directas). A radiação que entra através da fibra óptica é focalizada directamente no espelho do grupo giratório. No interior do monocromador o feixe luminoso é decomposto pela rede de difracção. Um espelho plano inclinado de 45° envia o feixe refractado ao sensor de imagem. A electrónica para a gestão da câmara digitaliza então o sinal analógico enviado pelo sensor e manda-o à unidade de memorização de dados (PC). Além disso, antes de executar esta tarefa, a função da gestão electrónica é a de regular, em função da radiação incidente, os tempos de abertura do “shutter” a fim de que não ocorram fenómenos de saturação do sensor.

O monocromador é o “coração” do espectrómetro onde o feixe luminoso é decomposto nos vários comprimentos de onda por uma rede de difracção esférica da Jobin-Yvon (com dispersão espectral de 2.4 nm/mm a 300 nm e resolução espectral de 0.5nm), movendo-se através do uso de um motor “stepper” que permite medir em passos sucessivos de 60nm, sendo o intervalo espectral total de 250 a 900nm.

O sensor utilizado pelo SPATRAM é do tipo CCD (Charge Coupled Device), marca Marconi. A área sensível do sensor consiste em 1024 colunas, cada uma das quais contendo 256 elementos (pixel) de dimensão 26µm x 26µm. Cada elemento pode ser lido singularmente, ou na modalidade “binning” (acumulando o sinal analógico de diversos elementos antes da conversão A/D). Um dispositivo de arrefecimento Peltier encontra-se montado no interno da unidade que contém o CCD, o qual tem a capacidade de manter a área sensível a uma temperatura muito inferior à temperatura externa (a diferença de temperatura que se cria pode ser superior a 60°C). O arrefecimento do sensor assegura uma notável redução do rumor (dark current): por exemplo uma temperatura interna de -35°C reduz a dark current de mais de 200 vezes em relação a uma temperatura ambiente. Outra técnica usada para reduzir a dark current e em geral o erro associado às medidas devido por exemplo a cargas ionizantes ou a eventos espúrios sobre a superfície do sensor é a chamada leitura “Multi-Phase Pinned” (MPP). A Marconi produz sensores do tipo Front Illuminated (FI) e Back Illuminated (BI); no espectrómetro SPATRAM foi utilizado um sensor do tipo BI que apresenta uma maior eficiência quântica.

A gestão do instrumento é assegurada por um computador (PC) ligado através de uma fibra óptica à unidade electrónica responsável pelas várias orgãos electrónicos, electromecânicos, mecânicos e ópticos (incluindo o motor “stepper”, o sensor, a unidade de termoestabilização, os espelhos e outras partes móveis); o PC tem ainda como função a memorização em suporte magnético (disco rígido) das medidas efectuadas. Um programa (software) desenvolvido exclusivamente para a gestão do instrumento, permite que se efectuem a calibração e as medidas em modo automático, segundo ciclos e tabelas definidas pelo utilizador. O computador tem uma interface ethernet, podendo assim ser ligado à rede TCP/IP. A ligação à LAN é utilizada para fazer o “download” periódico dos dados, evitando a saturação do disco rígido. A dimensão total dos ficheiros de medidas variam muito dependendo dos parâmetros seleccionados para o funcionamento do instrumento (por exemplo o eventual “binning” do sensor), além naturalmente do período diurno das medidas (pode variar de cerca de 60 minutos por evento – nascer ou pôr do Sol – até ao funcionamento continuado desde o nascer até ao pôr do Sol. A ligação à rede pode também ser utilizada para controlar o instrumento, verificando a sua funcionalidade e/ou modificando os parâmetros e tabelas das medidas.

Palavras-chave: Espectrómetro, DOAS, Ozono, CCD, Rede de Difracção

<sup>1</sup>Contacto: Centro de Geofísica de Évora, Univ. Évora, Rua Romão Ramalho 59, 7000-671 Évora  
Telef.: +351 266 745300, Fax: +351 266 702306, e-mail: db@uevora.pt

# ESTUDO DAS PROPRIEDADES ÓPTICAS DOS AEROSSÓIS. UTILIZAÇÃO DE DETECÇÃO REMOTA.

Lourdes Bugalho e Ana Maria Silva

Centro de Geofísica de Évora, Universidade de Évora, Évora, Portugal

## 1. Introdução

Os aerossóis são um dos mais importantes constituintes da atmosfera que afectam o clima directa e indirectamente, através das perturbações que introduzem no balanço radiativo e no ciclo hidrológico. O seu efeito directo no balanço radiativo da Terra resulta da difusão e absorção da radiação solar e da radiação terrestre. A retrodifusão da radiação solar pelos aerossóis reforça o albedo planetário e contribui para um arrefecimento do sistema climático. A absorção da radiação de pequeno e de grande comprimento de onda reforça o aquecimento da atmosfera, produzindo um efeito semelhante ao obtido com o reforço dos gases de estufa na atmosfera. Os efeitos indirectos dos aerossóis relacionam-se com a sua interacção com as nuvens, afectando as propriedades e a microfísica destas e portanto alterando quer o albedo planetário quer o ciclo hidrológico (Ramanathan et al., 2001).

A caracterização dos efeitos directos radiativos dos aerossóis no clima requer o conhecimento das propriedades ópticas dos aerossóis, tais como a espessura óptica espectral dos aerossóis na coluna atmosférica  $\delta_A(\lambda)$ , a função de fase dos aerossóis,  $p_A(\lambda)$ , e o single scattering albedo  $w_o(\lambda)$ , assim como a sua distribuição vertical [Haywood and Shine, 1995; Chylek and Wong, 1995; Haywood and Boucher, 2000]

Devido à impossibilidade da medição directa das características ópticas dos aerossóis em muitas ocasiões, são usados modelos fisicoquímicos para estimar estes parâmetros, (usualmente a distribuição de dimensões das partículas assumindo-se em geral uma distribuição lognormal, e o índice de refração complexo) dos vários tipos de aerossóis [Shettle and Fenn, 1979; World Meteorological Organization (WMO), 1983, 1986; d'Almeida et al., 1991; Hess et al., 1998]. Em geral, estes modelos assumem que as partículas são esféricas (Teoria de Mie) e que os vários componentes estão misturados ou combinados (misturas internas ou externas), embora em condições ambientais se admita geralmente a mistura interna.

As campanhas de observação intensiva de aerossóis são de grande importancia para a validação destes modelos e para a validação dos modelos de obtenção dos parâmetros ópticos dos aerossóis usando satélites. Têm vindo a ser desenvolvidos trabalhos no estudo das propriedades dos aerossóis quer a partir de medições na coluna atmosférica e a um dado nível na atmosfera (Campanha ACE2-CLEARCOLUMN e Veletta2002), quer a partir de medições em satélites (SeaWIFS, MISR)

## Obtenção das Propriedades Ópticas dos Aerossóis a partir de observações “*in situ* à superfície

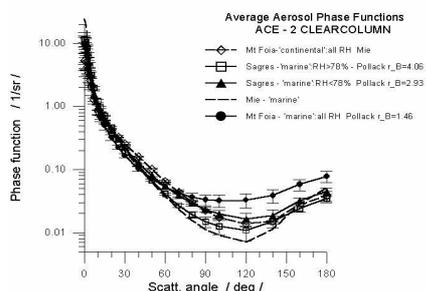


Fig 1 Função de fase dos aerossóis média típica para diferentes massas de ar

Durante a campanha ACE2 CLEARCOLUMN foram realizadas medições de espessura óptica espectral, radiancia do céu e fluxo descendente de radiação solar de banda larga em dois locais do sul de Portugal, Sagres(50 m de altitude) e Monte Foia (902m de altitude).

Com base nos parâmetros de Angstrom, coeficiente de Angstrom,  $\alpha$ , e de turvação,  $\beta$  ( $\delta_a = \beta \lambda^{-\alpha}$ ) classificou-se os tipos de aerossóis (marítimo e continental)

Aplicando o modelo CIRATRA, Coupled Inversion Radiation Transfer, realizou-se a inversão das espessuras ópticas na banda 0.35–1.1  $\mu\text{m}$  (para 10 comprimentos de onda) e da radiancia do céu na aureola solar (para 3,4,5,7,10,12,15 20 graus de angulo de difusão) medidas com um espectrorradiómetro obtendo-se a distribuição de tamanhos das partículas ópticamente equivalente na coluna da atmosfera,  $(dN(r)/d\log r)$ , e a função de fase média da coluna ( $p_A(\theta)$ ) (Fig 1) e o single scattering albedo de banda larga ( $w_o$ ) para aerossóis marítimos e continentais

A determinação do single scattering albedo para a banda toda do espectro de radiação solar é baseada na comparação do fluxo descendente de radiação solar medido com o fluxo calculado usando a espessura

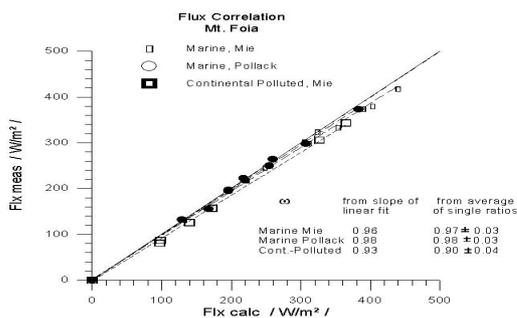


Fig.2 Single scattering albedo para os aerossóis marítimos e continentais durante a campanha ACE2

óptica espectral dos aerossóis medida e a função de fase dos aerossóis obtida do CIRATRA considerando que não há absorção (isto é,  $w_0=1$ ). O fluxo modelado é calculado usando o código IMS radiative transfer de Nakajima and Tanaka [1988]. Von Hoyningen-Huene et al [1996] mostrou que a razão entre o fluxo medido e o calculado pode ser usado para estimar o single scattering albedo para a banda de radiação de pequeno comprimento de onda.

$$\omega_o = \frac{F_{meas}(t)}{\int F_{calc}(\delta_A(\lambda), p_A(\theta), \omega_0 = 1, t, c_{vaporde\acute{a}gua}) d\lambda}$$

### 1. Obtenção das Propriedades ópticas dos aerossóis a partir de observações satélite

Nos últimos anos têm sido desenvolvidos vários métodos para a obtenção dos parâmetros ópticos dos aerossóis recorrendo às radiâncias ou (reflectâncias) medidas com os radiómetros instalados nos satélites. O método que usa a reflectância num único comprimento de onda, baseado na construção de look up tables (LUT) que relacionam a espessura óptica dos aerossóis (AOT) com a reflectância num dado c.d.o. que atinge o topo da atmosfera, em função da geometria do sol e do ponto de observação (satélite), e de um parâmetro relacionado com a absorção da radiação de pequeno c.d.o. pelos aerossóis, o single scattering albedo dos aerossóis, foi alargado de forma a ser usado com duas ou mais bandas para extrair não apenas informação da espessura óptica dos aerossóis, mas também da distribuição das dimensões dos aerossóis. Este método só apresenta bons resultados sobre superfícies de baixa reflectância onde a radiância (reflectância) medida no satélite aumenta quase linearmente com a espessura óptica dos aerossóis.

Sobre terra, onde a reflectancia da superfície é elevada e muito variável, o problema da obtenção das propriedades dos aerossóis a partir de radiancias medidas no topo da atmosfera (TOA) na posição nadir dum radiómetro multi canal, como SeaWIFS, a bordo de satélite é uma tarefa difícil.

A obtenção da espessura óptica dos aerossóis e coeficiente de Angstrom a partir da radiancia (reflectancia) medida por um radiómetro (SeaWIFS) a bordo de satélite, sobre terra, foi melhorada quando se combinou um outro radiometro (MODIS) com resolução espacial diferente, permitindo a obtenção da reflectancia da superfície para os comprimentos de onda 0.555 e 0.67µm (Tabela I)

|  | SeaWIFS  |         |              |              | (CIMEL)      |          |         |              |              |
|--|----------|---------|--------------|--------------|--------------|----------|---------|--------------|--------------|
|  | $\alpha$ | $\beta$ | AOT 443 (nm) | AOT 555 (nm) | Ref.Index    | $\alpha$ | $\beta$ | AOT 443 (nm) | AOT 555 (nm) |
| <b>Continental Poll</b><br>(13/07/2002)  | 1.08     | 0.11    | 0.26         | 0.21         | 1.60 -0.01i  | 1.35     | 0.08    | 0.24         | 0.19         |
| <b>Continental clean</b><br>(15/07/2002) | 0.99     | 0.09    | 0.13         | 0.11         | 1.52 +0.00i  | 1.04     | 0.05    | 0.13         | 0.10         |
| <b>Dust</b><br>(18/07/2002)              | 0.51     | 0.23    | 0.33         | 0.29         | 1.65 -0.005i | 0.51     | 0.23    | 0.34         | 0.30         |

### Referências

d’Almeida, G. A., P. Koepke, and E. P. Shettle, Atmospheric Aerosol: Global Climatology and Radiative Characteristics, A. Deepak, Hampton, Va., 1991.  
 Nakajima, T., Tanaka, M. (1988). Algorithms for radiative intensity calculations in moderately thick atmospheres using a truncation approximation. *J. Quant. Spectr. Rad. Trans.*, 40, 51-69.  
 Silva, A. Maria et al, (2002) Aerosol optical properties from columnar data during the second Aerosol Characterization Experiment on the South coast of Portugal *Journal of Geophysical Research*, Vol. 107, NO, D22, 4642  
 von Hoyningen-Huene, W., Freitag, M. and Burrows, J.P. (2002). Retrieval of aerosol optical thickness over land surfaces from TOA radiance. *Journal of Geophysical Research* (in press).

# **ANÁLISE DOPPLER: UM MÉTODO COMPLEMENTAR PARA A CARACTERIZAÇÃO DA RUPTURA SÍSMICA. APLICAÇÃO A CASOS**

**Bento Caldeira<sup>1</sup>, Mourad Bezzeghoud<sup>2</sup>, José Borges<sup>3</sup>**

<sup>1,2 e 3</sup> Centro de Geofísica de Évora / Departamento de Física da Universidade de Évora

Assim que um sismo é sentido as perguntas que de imediato se nos colocam são: quando aconteceu; onde aconteceu; que dimensão teve; como aconteceu. Em relação às três primeiras -quando e onde aconteceu e que dimensão teve - obtém-se hoje muito rapidamente resposta. Existem, a nível mundial várias instituições que o determinam de forma automática e divulgam em tempo quase real. A resposta à terceira pergunta -como aconteceu- é menos imediata. Requer o cálculo de um vasto conjunto de parâmetros, a partir de dados sismológicos ou de outras observações geofísicas, que na sua globalidade permitem entender os processos físicos ocorridos na fonte sísmica que por sua vez expliquem todos os efeitos produzidos: deformações, vibrações registadas etc... O estudo detalhado desses processos constitui uma área de investigação denominada fonte sísmica que é ainda uma questão não completamente resolvida. São múltiplos os factores que o determinam: dificuldade em estabelecer modelos adequados pela complexidade estrutural do fenómeno; impossibilidade de observação directa da ocorrência para aferição dos modelos ensaiados; escassez de dados qualificados; inexistência de meios de cálculo adaptados.

Nesta comunicação apresentaremos brevemente um método desenvolvido para determinar alguns parâmetros relacionados com a evolução espaço-temporal da ruptura de fontes extensas; nomeadamente a direcção e velocidade de propagação (directividade) da ruptura. O método utiliza informação obtida das ondas de volume, registadas num conjunto de estações de banda larga distribuídas azimutalmente a distâncias telesísmicas para, através de análise do Efeito Doppler, calcular os parâmetros referidos. Para o operacionalizar foi ainda desenvolvido um algoritmo de cálculo e escrito o correspondente programa -DIRDOP. Este programa para além de calcular a directividade, a velocidade de ruptura e erros associados, apresenta saídas gráficas que facilitam a interpretação dos resultados.

Para ilustrar o método apresentar-se -hão resultados da aplicação de DIRDOP a sismos recentes, nomeadamente ao da Argélia de 21 de Maio de 2003 (Mw=6.7), responsável pela forte destruição registada numa faixa de cerca 100Km junto à costa Argelina.

Palavras-chave: Sismologia; Fonte Sísmica; Directividade; Efeito Doppler.

<sup>1</sup> bafcc@uevora.pt ; <sup>2</sup> mourad@uevora.PT <sup>3</sup> jborges@uevora.pt

# INFLUÊNCIA DAS ZONAS URBANAS NA PRECIPITAÇÃO- MODELAÇÃO DO FLUXO SUPERFICIAL DE CALOR SENSÍVEL NUMA ÁREA URBANA -

M.G.D. Carraça<sup>(1) (2)</sup>, C.G. Collier<sup>(2)</sup>, A.M.Silva<sup>(1)</sup>.

<sup>(1)</sup> Departamento de Física, C.G.E., Universidade de Évora, Portugal

<sup>(2)</sup> T.I.E.S., University of Salford, Greater Manchester, U.K.

## 1. Introdução

De entre as causas atribuídas às alterações da precipitação induzidas pela urbanização (Shepherd *et al.*, 2002), a maioria dos estudos sugere que o forçamento dinâmico- desestabilização associada à ilha de calor e à rugosidade da superfície- é o mais significativo, mais do que o forçamento microfísico ou o eventual aumento da humidade.

Resultados recentes de estudos numéricos (Thielen *et al.*, 2000, e Shepherd, 2002, por exemplo) realçam a importância do impacto dos fluxos superficiais de calor sensível e da rugosidade das superfícies urbanas na precipitação convectiva.

O trabalho aqui apresentado integra-se no âmbito mais vasto do estudo do impacto da urbanização nas nuvens e na precipitação convectivas.

É interesse particular deste projecto estudar em que medida as variações espaciais da heterogeneidade da superfície nas áreas urbanas influenciam a precipitação das zonas vizinhas.

Será aqui apresentado o esquema numérico desenvolvido para derivar campos de fluxo superficial de calor sensível para uma gama de *inputs* de vento e de temperatura numa área urbana.

Implementado o modelo para a área em estudo, a fase seguinte consistirá em analisar os campos obtidos, no sentido de encontrar padrões que indiquem zonas de maior fluxo superficial de calor sensível que possam levar à iniciação de processos convectivos, com precipitação a jusante dessas zonas.

## 2. Modelo

O modelo será formulado inicialmente para uma vasta área de Manchester e Salford (24km x 24km) e as equações serão usadas numa grelha de resolução 1km x 1km, ou mais fina, onde os parâmetros do modelo são especificados como médias em cada célula da grelha. Para cada célula do domínio em estudo, o fluxo de calor sensível entre a superfície e a atmosfera é calculado usando um formalismo do tipo eléctrico:

$$Q_H = \rho c_p \frac{(T_R - T_a)}{r_h} \quad (1)$$

$$r_h = \frac{1}{k u_*} \left[ \ln \left( \frac{z_s - z_d}{z_{0m}} \right) - \Psi_M \right] + \frac{1}{k u_*} \ln \left( \frac{z_{0m}}{z_{0hR,T}} \right) \quad (2)$$

$$L = \frac{-u_*^3 \rho c_p T_a}{kg Q_H} \quad (3)$$

$$u_* = k u \left[ \ln \left( \frac{z_s - z_d}{z_{0m}} \right) - \Psi_M \right]^{-1} \quad (4)$$

onde

$r_h$   $\equiv$  resistência à transferência de calor entre a superfície, à temperatura  $T_R$ , e o nível da atmosfera à temperatura  $T_a$

$L$   $\equiv$  comprimento de Monin-Obukhov

$u_*$   $\equiv$  velocidade de fricção

$u$   $\equiv$  velocidade do vento

$z_s$   $\equiv$  nível acima da superfície onde  $u$  e  $T_a$  são medidos.

$z_d$   $\equiv$  altura do plano de referência

$z_{0m}$   $\equiv$  comprimento de rugosidade para o fluxo de momento linear

$z_d + z_{0m}$   $\equiv$  nível ao qual a velocidade do vento é extrapolada para zero,  $u=0$ , considerando o perfil logarítmico do vento

$z_{0h}$   $\equiv$  comprimento de rugosidade para o fluxo de calor sensível

$\Psi_H \left( \frac{z_s - z_d}{L} \right)$  e  $\Psi_M \left( \frac{z_s - z_d}{L} \right)$   $\equiv$  funções de

correção em função da estabilidade, para o calor sensível e o momento linear.

$\rho$   $\equiv$  massa volúmica do ar ( $=1,2 \text{ kg m}^{-3}$ )

$c_p$   $\equiv$  capacidade térmica mássica do ar, a pressão constante ( $=1004 \text{ J kg}^{-1} \text{ K}^{-1}$ )

$k$   $\equiv$  constante de von Karman's ( $=0,4$ )

$g$   $\equiv$  aceleração gravítica ( $=9,8 \text{ m s}^{-2}$ ).

As variáveis meteorológicas usadas como *inputs* do modelo são a temperatura da superfície,  $T_R$ , a temperatura do ar,  $T_a$ , e a velocidade do vento,  $u$ .  $T_a$  e  $u$  são medidas tipicamente vários metros acima da superfície, na subcamada inercial onde é válida a Teoria da Similaridade de Monin-Obukhov.

Os parâmetros de rugosidade usados como *inputs* são a altura dos edifícios,  $z_H$ , e o índice de área frontal,  $\lambda_F$ . Os parâmetros de rugosidade  $z_d$  e  $z_{0m}$  são estimados em função de  $z_H$  e de  $\lambda_F$ , usando o método de Raupach (1994), conforme descrito por Grimmond e Oke (1999).

O comprimento de rugosidade para o fluxo de calor sensível,  $z_{0h}$ , é determinado em função de  $z_{0m}$ , usando a formulação proposta por Brutsaert (1982) para superfícies de rugosidades rígidas abruptas.

As funções de correcção em função da estabilidade,  $\Psi_M$  e  $\Psi_H$ , são as funções de Paulson (1970). As equações modificadas de Dyer (1974)- Hogstrom (1988) são usadas para calcular  $\Psi_M$ , quando  $L < 0$ , e  $\Psi_H$ . A equação de Ulden e Holtslag (1985) é usado para calcular  $\Psi_M$ , quando  $L > 0$ .

$Q_H$ ,  $u^*$  e  $L$  (ou as funções de correcção) são determinadas por iteração das equações (1)- (4). É de referir que ao modelo aqui apresentado está subjacente uma abordagem muito conveniente na descrição do balanço de energia, a de considerar um "volume de controle" ou "caixa". A base é determinada ao nível de fluxo de calor nulo no solo, no período de tempo escolhido, e o topo, no nosso caso, é definido à altura das medições, na sub-camada inercial. Esta formulação considera apenas fluxos de energia através do topo.

### 3. Resultados preliminares

O modelo foi avaliado tendo presente a principal situação de interesse: condições convectivas na região de Manchester, que ocorrem durante o período diurno, tipicamente na Primavera e Verão.

Os exemplos testados foram os seguintes:

$0.01 < \lambda_F < 0.47$ , com  $z_H = 6m$ ,  $u = 1.5m/s$ ,  $T_R = 303K$ ,  $T_a = 293K$ ;

$0.5m < z_H < 12m$ , com  $\lambda_F = 0.2$ ,  $u = 1.5m/s$ ,  $T_R = 303K$ ,  $T_a = 293K$ ;

$274K < T_R < 320K$ , com  $\lambda_F = 0.2$ ,  $z_H = 6m$ ,  $u = 1.5m/s$ ,  $T_a = 293K$ ;

$280K < T_a < 303K$ , com  $\lambda_F = 0.2$ ,  $z_H = 6m$ ,  $u = 1.5m/s$ ,  $T_a = 303K$ ;

$0.5m/s < u < 12m/s$ , com  $\lambda_F = 0.2$ ,  $z_H = 6m$ ,  $T_R = 303K$ ,  $T_a = 293K$ .

Em qualquer dos casos considerou-se  $z_S = 20m$ .

Para esta gama de valores típicos usados como *inputs*, o modelo comporta-se bem em condições atmosféricas instáveis e ligeiramente estáveis mas, conforme esperado, falha para condições estáveis.

Em breve serão realizados mais testes, usando para *inputs* dados observacionais da área urbana de Manchester.

### 4. Trabalho futuro

- Implementar o modelo no sentido de obter campos de fluxo de calor sensível para uma gama de *inputs* de temperaturas e de velocidade do vento, usando dados observacionais da área urbana em estudo, Grande Manchester.

- Comparar os resultados do modelo com trabalhos anteriores e medidas de campo.

- Analisar os resultados obtidos, procurando padrões que indiquem zonas de maior fluxo de calor sensível que possam levar à iniciação de processos convectivos de desenvolvimento de nuvens e precipitação a jusante (relativamente ao vento) dessas zonas.

- Identificadas tais zonas, será necessário confirmar a ocorrência de tais fenómenos, recorrendo a dados de pluviómetros, de radar e de satélite.

Como foi referido, para implementar o model são necessários dados quer meteorológicos (temperatura da superfície, temperatura do ar, velocidade do vento, etc.) quer da morfologia da superfície (altura dos edifícios, densidade da distribuição espacial dos mesmos, etc.). Uma base de dados georeferenciada das características da superfície da área urbana de Grande Manchester está a ser elaborada a partir da análise de dados digitalizados dos elementos da superfície, de fotografias aéreas e de observações no terreno.

### Referências

- Bornstein, R.D., e Craig, K.J., 2002. In: *Fourth Symposium on the Urban Environment, Norfolk Virginia 20-24 May 2002*. Boston: Amer. Meteor. Soc..
- Brutsaert, W.H., 1982. *Evaporation into the Atmosphere*. 2nd ed., Dordrecht, Holland: D.Reidel.
- Dyer, A.J., 1974. *Bound.-Layer Meteor.*, 7, 363-372.
- Grimmond, C.S.B., e Oke, T.R., 1999a. *J. Appl. Meteor.*, 38, 1262-1292.
- Grimmond, C.S.B., e Oke, T.R., 1999b. *J. Appl. Meteor.*, 38, 922-940.
- Grimmond, C.S.B., e Oke, T.R., 2000. In: *Proceedings workshop Preparation of meteorological input data for urban site studies, Prague, Czech republic 15 Jun 2000*, COST Action 715, 87-97.
- Grimmond, C.S.B., e Oke, T.R., 2002. *J. Appl. Meteor.*, 41 (7), 792-810.
- Grimmond, C.S.B., e Souch, C., 1994. *Geocarto International*, 1, 47-59.
- Högström, U., 1988. *Bound.-Layer Meteor.*, 42, 55-78.
- Paulson, C.A., 1970. *J. Appl. Meteor.*, 9, 857-861.
- Raupach, M.R., 1994. *Bound.-Layer Meteor.*, 71, 211-216.
- Raupach, M.R., 1995. *Corrigenda. Bound.-Layer Meteor.*, 76, 303-304.
- Sabatino, S. di, Ratti, C., e Bitter, R., 2002. In: *Fourth Symposium on the Urban Environment, Norfolk Virginia 20-24 May 2002*. Boston: Amer. Meteor. Soc., 198-199.
- Shepherd, J.M., 2002. In: *Fourth Symposium on the Urban Environment, Norfolk Virginia 20-24 May 2002*. Boston: Amer. Meteor. Soc., 1-2.
- Shepherd, J.M., Pierce, H., e Negri, A.J., 2002. *J. Appl. Meteor.*, 41 (7), 689-701.
- Thielen, J., e Gadian, A., 1996. *Annales Geophysicae*, 14 (10), 1078-1087.
- Thielen, J., e Gadian, A., 1997. *Meteor. Applic.*, 4 (2), 139-149.
- Thielen, J., Wobrock, W., Gadian, A., Mestayer, P.G., e Creutin, J.-D., 2000. *Atmos. Res.*, 54, 15-39.
- van Ulden, A.P., e Holtslag, A.A.M., 1985. *J. Climate Appl. Meteor.*, 24, 1196-1207.
- Voogt, J.A., e Grimmond, C.S.B., 2000. *J. Appl. Meteor.*, 39 (10), 1679-1699.

\* Contacto: Maria da Graça Dias Carraça

E-mail: [MGC@UEVORA.PT](mailto:MGC@UEVORA.PT)

[M.G.Carraca@pgr.salford.ac.uk](mailto:M.G.Carraca@pgr.salford.ac.uk)

ou

# ASPECTOS DA RELAÇÃO ENTRE DEFORMAÇÃO E METAMORFISMO NUMA ZONA DE FRAQUEZA CRUSTAL: ZONA DE FALHA DA BOA FÉ (MACIÇO DE ÉVORA, ZONA DE OSSA-MORENA)

**M. Chichorro**

Grupo Tectónica-Centro Geofísica Évora, Universidade de Évora, Apt.94, 554-7002 Évora, Portugal

## **Resumo**

O Maciço de Évora divide-se em duas unidades tectónicas distintas por apresentarem variações no estilo e intensidade da deformação e do metamorfismo (e.g. Pereira *et al.*, 2003): (1) O Terreno de Alto Grau Metamórfico de Évora (TAME) representado por um complexo de gnaisses-migmatitos e granitóides associados, representando condições de metamorfismo de alta temperatura e baixas pressões (AT-BP, fácies anfibolítica a granulítica) e (2) a Zona de Cisalhamento de Montemor-o-Novo (ZCMN) caracterizada por importantes variações nas condições de metamorfismo (fácies dos xistos verdes a fácies anfibolítica). O TAME e a ZCMN estão separados por uma importante zona de fraqueza crustal (Zona de Falha da Boa Fé, ZFBF) que corresponde a uma faixa estreita (0.1 a 1 km de largura) onde se concentram elevados gradientes de deformação testemunhados pelas texturas miloníticas a que se sobrepõem texturas semifrágeis e frágeis. Estudos sobre a relação existente entre a deformação e o metamorfismo ao longo de uma transversal da ZFBF puseram em evidência a transição, numa distância inferior a 500 m, de milonitos na fácies dos xistos verdes (zonas da clorite e biotite) a SW, para fácies anfibolítica superior a NE (zona da silimanite - feldspato potássico - cordierite). A isógrada marcada pela paragénese biotite+andaluzite+silimanite+feldspato potássico+cordierite está associada às primeiras evidências de diferenciação de leucossomas e mesossomas e coincide igualmente com a zona de maior gradiente de deformação testemunhada por texturas miloníticas bem desenvolvidas. Estes milonitos de AT-BP (~ 2.5-3.5 kbar e 550°-750°C) apresentam uma foliação (N30°-55°W, 70°-80°SW) com uma lineação de estiramento mineral sub horizontal (10°-20° to SE) marcado pelo crescimento da silimanite + biotite e cordierite. Um aspecto particular destes tectonitos é a notória presença de partição da deformação. À escala microscópica a deformação não coaxial definida por desenvolvimento de uma simetria monoclinica, concentra-se em fabrics planares, caracterizados pela nucleação dos intercrescimentos de biotite vermelha e silimanite fibrolítica. Estes planos são afectados por planos de cisalhamento penetrativos do tipo C' de natureza extensional que indicam movimentação sinistrógrica associada à lineação de estiramento pouco inclinada para SE. Na ZFBF o ângulo entre os planos C e C' atinge o valor mais baixo (~15°-20°) como reflexo do maior gradiente de deformação ao longo deste corredor. A boudinagem dos leitos mais competentes (ex. anfibolitos) paralelamente aos planos de cisalhamento, o estiramento mineral e os planos de cisalhamento extensionais do tipo C' estão de acordo com um regime extensional com alongação finita máxima subhorizontal sugerindo um regime transtensional esquerdo. Sugere-se ainda que o basculamento e a exumação do TAME paralelamente ao orógeno e os processos de fusão parcial associada à transferência de calor a partir de núcleos magmáticos, poderão ser diacrónicos com uma tectónica transtensional. Este suposto regime essencialmente transcurrente de baixo angulo terá sido responsável pelo desenvolvimento de bacias detritico-carbonatadas com importante magmatismo associado a processos de rifting no Paleozóico inferior (Formação de Monfurado e do Carvalhal), e as bacias essencialmente flyshoides do Paleozóico superior (Formação de Pedreira de Engenharia e de Cabrela) localizadas no Maciço de Évora.

# UM ESTUDO BIOMETEOROLÓGICO EM PORTUGAL: APLICAÇÃO DE UM SISTEMA DE MONITORAMENTO SOBRE A MORBIDADE POR DOENÇAS RESPIRATÓRIAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE LISBOA

F. C. Conde<sup>1</sup>, J. Corte-Real

Centro de Geofísica de Évora (CGE), Universidade de Évora. Apartado 94, Évora, 7002-554, Portugal

Os seres vivos reagem e adaptam-se ao meio ambiente atmosférico através de mecanismos bioquímicos complexos, cuja compreensão é o objecto de um moderno e importante ramo da ciência do tempo: a biometeorologia. Se o organismo falha na tentativa de adaptação surgem indisposições e doenças que podem determinar a morte ou inclusive condicionar a extinção de uma espécie. O meio ambiente atmosférico inclui uma série de factores cuja relação com organismos deve ser feita de início em separado, ainda que, existam inter-relações que multiplicam ou reduzem os efeitos observáveis. Do mesmo modo, verificou-se que, em muitas ocasiões, tendem a aparecer epidemias ou doenças agudas com acessos quase periódicos. A uma doença generalizada, que aparece ou desaparece, condicionada pelas mudanças atmosféricas, denomina-se de doença meteorotrópica. A biometeorologia humana, frequentemente designada por meteorologia médica, é considerada uma subdisciplina da meteorologia. Ao contrário de outras subdisciplinas da meteorologia, como por exemplo, a micrometeorologia ou a meteorologia sinóptica, uma colaboração interdisciplinar com cientistas de outros campos tais como biologia e medicina é essencial para a biometeorologia humana, especialmente quando os efeitos dentro do corpo humano são observados mais de perto. O projecto de investigação proposto visa levar a efeito uma análise das consequências de variáveis ambientais, poluentes e meteorológicas sobre a variabilidade da morbilidade (entradas em hospitais) com doenças respiratórias na RML, utilizando séries temporais disponíveis. As variáveis ambientais a considerar serão as concentrações diárias dos gases SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> e CO e do material particulado com dimensão inferior a 10 µm (PM<sub>10</sub>) e, a temperatura, humidade relativa e específica do ar, radiação solar, pressão atmosférica, direcção e velocidade do vento, precipitação, incluindo índices de conforto térmico a serem elaborados. Esta análise será fundamentada através de Análise de Componentes Principais e Análise de Cluster, obtidas da variabilidade de todos os parâmetros envolvidos e de estudos de casos sinópticos específicos. Estes casos sinópticos serão extraídos ao longo da série, separando-os por grupos, sobre os quais incidirão também técnicas de taxonomia numérica. Serão utilizadas Redes Neurais e Análises de Regressão para observar as informações sobre os prognósticos (aumento/diminuição) em relação às admissões hospitalares. Em síntese, este estudo procurará desenvolver um sistema de monitoramento das condições atmosféricas (meteorológicas e da qualidade do ar) sobre a morbilidade de doenças respiratórias na RML com a finalidade da elaboração de um Índice de Risco Meteorotrópico (IRM), que permite estabelecer um sistema de avisos a centros de decisão competentes nas áreas da saúde e da protecção civil, tendo em vista a mitigação dos efeitos adversos de situações gravosas para a saúde

Palavras-chave: Biometeorologia, Doenças Respiratórias, Poluição Atmosférica, Sinótica e Estatística Multivariada.

<sup>1</sup>Contacto:fabconde@uevora.pt

# DETERMINAÇÃO DAS PROPRIEDADES DAS NUVENS E AEROSSÓIS RELEVANTES PARA ESTUDOS DE FORÇAMENTO RADIATIVO DO CLIMA A PARTIR DE MEDIDAS DE SATÉLITE

Maria João Costa<sup>1</sup>, Ana Maria Silva<sup>1</sup> e Vincenzo Levizzani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Física e Centro de Geofísica de Évora, Universidade de Évora, Évora, Portugal

<sup>2</sup>Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del Clima, Consiglio Nazionale delle Ricerche, Bologna, Itália

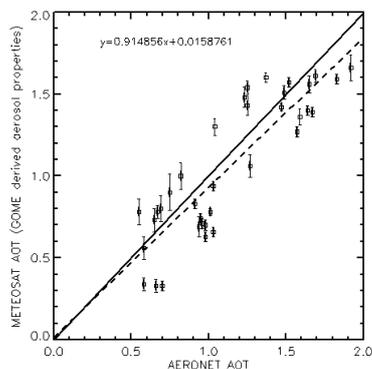
As nuvens são um dos principais factores reguladores do clima da Terra, através da difusão e absorção da radiação solar, assim como da emissão e absorção da radiação infravermelha. É neste contexto que o estudo das propriedades das nuvens se reveste de extrema importância, já que pode fornecer uma importante contribuição para estudos de alterações climáticas. Por outro lado os aerossóis podem afectar o clima quer directamente, aumentando a radiação retrodifundida e absorvendo a radiação solar e de grande comprimento de onda, ou indirectamente, modificando as propriedades físicas das nuvens e o seu tempo de residência. No entanto a falta de informação das propriedades das nuvens, particularmente quando interagem com eventos especiais de aerossóis (poeiras do deserto ou fumo de incêndios), de espessura óptica elevada, é um dos principais factores de incerteza no estudo das alterações climáticas e na construção de cenários regionais de alterações do clima. A monitorização das propriedades que caracterizam as nuvens e aerossóis, especialmente as nuvens em presença de eventos especiais de aerossóis, tem portanto uma importância crucial para estudos do clima. As principais dificuldades na determinação destes parâmetros são a sua elevada variação espacial e temporal, o que consequentemente provoca também uma grande incerteza na quantificação do forçamento radiativo. As observações feitas à superfície ou em aviões podem ser bastante precisas, dado possibilitarem a determinação das propriedades dos aerossóis, na coluna atmosférica ou os perfis, das quais as características das nuvens dependem. No entanto essas observações não asseguram as resoluções espacial e temporal necessárias para uma monitorização efectiva das mesmas. A única maneira de caracterizar as nuvens e aerossóis atmosféricos de um modo global e contínuo é através da utilização de medidas dadas por sensores a bordo de satélites, se possível combinando-as com observações feitas à superfície ou em aviões.

O trabalho apresentado tem como objectivo dedicar-se à problemática mencionada, contribuindo deste modo para a investigação do papel desempenhado por nuvens e por aerossóis no clima da Terra. Foi desenvolvido neste âmbito um método que permite a determinação dos parâmetros ópticos que caracterizam os aerossóis presentes na atmosfera, assim como da sua concentração, baseado na sinergia entre sensores com características diferentes combinados com técnicas de transferência radiativa na atmosfera (Costa et al., 2002): sensores de órbita geoestacionária - resolução espacial e temporal adequada e sensor de órbita polar GOME (Global Ozone Monitoring Experiment) - boa resolução espectral. Este método permite: 1) a determinação da espessura óptica dos aerossóis a partir da radiancia do sensor geoestacionário (canal do visível), usando a classe de aerossóis determinada das medidas GOME, melhorando assim a precisão das determinações em comparação com os métodos existentes até ao momento que utilizam classes fixas de aerossóis; 2) a monitorização de eventos de aerossóis, para o qual o sensor GOME não é adequado devido à sua baixa resolução espacial e temporal (órbita polar). O método foi aplicado a vários eventos de transporte de aerossol assim como de fumo de incêndios e validado através da comparação dos resultados obtidos com medidas independentes. O conjunto de medidas independentes é constituído por medições feitas à superfície pela rede de "sun-photometers" AERONET (AERosol Robotic NETwork) e resultados de espessura óptica dos aerossóis do algoritmo aplicado a medidas dos sensores POLDER (POLarization and Directionality of Earth Reflectances) e MODIS (MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer). A validação demonstra que os resultados obtidos se aproximam bastante das medidas independentes (ver exemplo em Figura 1). Esta é uma forte indicação de que as classes de aerossóis obtidas das medidas GOME são representativas da situação real, pelo menos sobre uma área restrita e

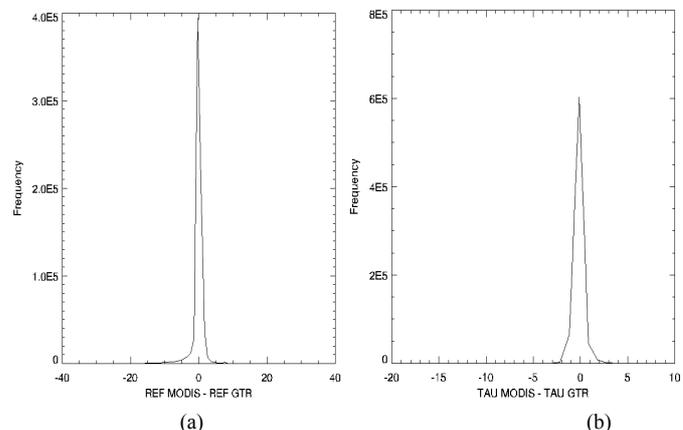
durante um certo período temporal, depois do qual se deverão actualizar as classes. Os resultados demonstram ainda que a escolha da classe que representa os aerossóis é de extrema importância para obter bons resultados, sendo que esta classe deve aproximar-se o mais possível da situação real. O método proposto constitui assim um importante instrumento para a caracterização dos aerossóis presentes na atmosfera e para a monitorização das espessuras ópticas sobre o oceano, especialmente para fortes eventos de transporte de aerossóis. O forçamento radiativo directo provocado pelos aerossóis foi estimado usando as propriedades dos aerossóis obtidas anteriormente, para vários casos de estudo (eventos de aerossóis desérticos e de fumo de incêndios) a fim de estimar qual o efeito directo destas partículas no balanço de radiação no topo da atmosfera. Foram encontrados valores médios diários que oscilam entre  $-15$  e  $-19$   $W/m^2$  para os vários eventos, o que significa que estes eventos de aerossóis alteram o balanço da radiação no topo da atmosfera aumentando a radiação retrodifundida, isto é, a radiação que é difundida para o espaço, na direcção oposta à sua propagação original, relativamente à situação de ausência dos aerossóis.

O algoritmo para a determinação das propriedades das nuvens baseia-se no uso de medidas em três regiões espectrais (visível, infravermelho próximo e infravermelho térmico) e permite obter a espessura óptica das nuvens, o raio eficaz das partículas presentes e a temperatura do topo da nuvem. O algoritmo é aplicado a medidas do sensor de órbita polar MODIS para diversas situações atmosféricas: nuvens que ainda não sofreram interacção com aerossóis e nuvens que já sofreram interacção com aerossóis, a fim de estimar as diferenças verificadas nas propriedades das nuvens devido a esta interacção (efeito indirecto dos aerossóis). São investigados eventos de aerossol de origem diversa tais como fumo de incêndios, desértico e industrial. Os resultados obtidos são comparados com medidas independentes de campanhas intensivas e do algoritmo oficial aplicado ao MODIS. A Figura 2 ilustra um exemplo da comparação entre os valores de raio eficaz e da espessura óptica das nuvens obtidos com o presente algoritmo e os resultados do algoritmo oficial do produto MODIS fornecido pela NASA.

Em conclusão, foram desenvolvidas metodologias válidas para o estudo e caracterização das propriedades das nuvens e aerossóis que permitem o estudo dos efeitos directo e indirecto de diversos tipos de aerossóis na atmosfera. A comparação dos resultados obtidos com medidas independentes permitiu a validação dos métodos, um passo essencial para futuras aplicações em diversos casos de estudo.



**Figura 1** – Comparação entre a espessura óptica dos aerossóis obtida usando o presente método e os valores medidos na estação AERONET de Dakar, durante Junho 1997. As barras de erro horizontais representam o desvio padrão das medidas AERONET durante um período de duas horas ( $\pm 1$  hora da passagem do satélite) e as horizontais a variação espacial na área de comparação ( $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  centrado nas coordenadas geográficas da estação AERONET).



**Figura 2** – Histogramas de frequência das diferenças entre os valores do raio eficaz (a) e espessura óptica (b) das nuvens estimados com o presente algoritmo e obtidos do algoritmo oficial MODIS – nuvens, fornecido pela NASA.

Costa, M. J., M. Cervino, E. Cattani, F. Torricella, V. Levizzani, A. M. Silva, and S. Melani, 2002: Aerosol characterization and optical thickness retrievals using GOME and METEOSAT satellite data. *Meteor. Atmos. Phys.*, **81**, 289-298

Palavras-chave: nuvens, aerossóis, satélite, forçamento radiativo

<sup>1</sup>Contacto: M. J. Costa, Departamento de Física, Rua Romão Ramalho 59, 7000-671 Évora  
Telef.: +351 266 745300, Fax: +351 266 702306, e-mail: mjcosta@uevora.pt

## DINÂMICA DE SOLUÇÕES PERIÓDICAS EM SISTEMAS DISCRETOS

Pedro G. Lind <sup>a,b,c,1</sup>, João Corte-Real <sup>a,b</sup>, Jason A.C. Gallas <sup>a,b,c</sup>

<sup>a</sup> Centro de Geofísica de Évora, Universidade de Évora

<sup>b</sup> Instituto de Ciência Aplicada e Tecnologia, Universidade de Lisboa

<sup>c</sup> Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil

Um dos marcos da física na segunda metade do século XX foi a descoberta de comportamentos caóticos em sistemas de baixa dimensionalidade, i.e. sistemas com poucos graus de liberdade. A condição suficiente para ocorrência de tais comportamentos reside na existência de não-linearidades no sistema. O exemplo mais famoso de um sistema nestas condições, cujo estudo foi pioneiro na teoria do caos, é a própria atmosfera. A observação destes comportamentos caóticos estendeu-se nos mais variados contextos, quer em sistemas físicos, quer químicos ou biológicos, motivando o estudo do que usualmente se denomina caos de baixa dimensionalidade.

Todavia, na maior parte dos sistemas reais a emergência de comportamentos caóticos provém não só da não-linearidade ao nível local, mas também do elevado número de graus de liberdade, devido à extensão espacial do sistema. Desta forma, o comportamento caótico de baixa-dimensionalidade aparece como uma particularização de um conceito mais abrangente, usualmente designado de caos espaço-temporal, aplicável a sistemas de alta dimensionalidade (sistemas espacialmente extensos). Exemplos de sistemas nestas condições são os sistemas hidrodinâmicos em regime de turbulência e alguns sistemas bioquímicos, como sejam os sistemas de reacção-difusão.

Usualmente, o estudo de caos espaço-temporal é feito com base em equações às derivadas parciais (EDPs) não-lineares, e.g. a equação de Ginzburg-Landau e a equação de Swift-Hohenberg. Se por um lado o conhecimento e o estudo de EDPs não-lineares tem-se desenvolvido significativamente com um sucesso de aplicação crescente, por outro, a análise qualitativa das soluções deste tipo de modelos assim como uma abordagem à luz da teoria dos Sistemas Dinâmicos nem sempre é fácil.

Uma possível alternativa é considerar espaço e tempo discretos. Aqui, um exemplo paradigmático são os automatos celulares, introduzidos nos anos 40 por Stanislaw Ulam e John von Neumann, e cujo estudo foi retomado e desenvolvido nos anos 80 por Stephen Wolfram. Os automatos celulares (ACs) têm a vantagem de reproduzir comportamentos muito ricos e complexos, baseando-se numa rede de nodos, cujo estado global é formado pela composição dos estados locais que evoluem segundo determinadas regras impostas a priori num espaço de estados discreto e finito. Todavia, embora os ACs sejam muito mais simples de tratar e numericamente exigem algoritmos menos dispendiosos que as usuais EDPs, o carácter discreto do espaço de estados impossibilita a aplicação de resultados da teoria de Sistemas Dinâmicos para análise de mudanças qualitativas de comportamentos do sistema.

Neste contexto surgem as *redes de mapas acoplados* (RMAs) que formam o objecto de estudo da presente apresentação. Enquanto modelos, as RMAs situam-se entre os ACs, por considerarem redes discretas que evoluem no tempo iterativamente, e as EDPs, por considerarem uma dinâmica local para cada nodo da rede governada por um mapa, que assume valores num espaço de estados contínuo. Assim, por um lado, a escolha de espaço e tempo discretos possibilita uma eficácia e rapidez de simulação ao nível computacional superior às EDPs e, por outro, o espaço de estados contínuo facilita a observação de mudanças de comportamento nomeadamente no que se refere à ocorrência de bifurcações na dinâmica do sistema.

Uma das aplicações mais promissoras das RMAs é o de estudar formação de padrões em fenómenos não-lineares. Aqui, propomo-nos tratar de redes unidimensionais com condições de contorno periódicas, i.e. anéis de mapas acoplados. Os padrões gerados em RMAs unidimensionais evoluem no tempo periodicamente ou aperiodicamente, dependendo das condições iniciais e dos valores dos parâmetros (local e de acoplamento), sendo classificados em cinco classes distintas. Estas classes de soluções de RMAs existem não só para o modelo “clássico” de reacção-difusão, mas também para uma sua extensão onde um termo de advecção é introduzido através da assimetria do acoplamento entre mapas. Cada classe tem uma determinada região de predominância no espaço de parâmetros.

Aqui destacamos duas das classes – as ondas viajantes positivas e as negativas – compostas por soluções correspondentes a padrões que se movem ao longo do anel. As ondas viajantes são estudadas com base na sua periodicidade e velocidade, como função dos parâmetros. Em particular, demonstramos que a velocidade dos padrões estacionários e o parâmetro advectivo relacionam-se por uma lei de potências. Em particular, numa determinada região do espaço de parâmetros, é possível identificar um regime de velocidades semelhante ao observado em fluidos gradientes. Finalmente, aplicações de RMAs no âmbito do estudo da parameterização de convecção em sistemas espacialmente extensos são também sustentadas.

#### **Leituras recomendadas:**

- *Effects of local nonlinearity and basin size in the dynamics of coupled bistable maps*, P.G. Lind, J. Corte-Real and J.A.C. Gallas, *Physica A*, no prelo, 2003.
- *Coupled bistable maps: a tool to study convection parameterization in ocean models*, P.G. Lind, S. Titz, T. Kuhlbrodt, J. Corte-Real, J. Kurths, J.A.C. Gallas and U. Feudel, *International Journal of Bifurcation and Chaos*, no prelo, 2003.
- *Using advection to control the velocity of patterns in rings of maps*, P.G. Lind, J. Corte-Real and J.A.C. Gallas, *Physica D*, **168-169**, 93-105 (2002).
- *Modeling velocity in gradient flows with coupled-map lattices with advection*, P.G. Lind, J. Corte-Real and J.A.C. Gallas, *Physical Review E*, **66**, 016219 (2002).
- *The distribution of periodic and aperiodic pattern evolutions in rings of diffusively coupled maps*, P.G. Lind, J. Corte-Real and J.A.C. Gallas, *International Journal of Bifurcation and Chaos*, **11**, 2647-2661(2001).
- *Traveling waves induced by parameter fluctuations in rings of coupled maps*, P. Lind, J. Corte-Real and J.A.C. Gallas, *Physica A*, **295**, 297-300 (2001).

**Palavras-chave:** Caos espaço-temporal; Redes Discretas; Mapas Acoplados.

<sup>1</sup>**Contacto:** <http://www.icat.fc.ul.pt/umc/plind>

## DEFORMAÇÃO TANGENCIAL NO NORDESTE DA ZONA DE OSSA – MORENA

Lúis Lopes<sup>2</sup>, José Brandão Silva<sup>3</sup>

### RESUMO

O estudo detalhado de orógenos actuais e passados tem demonstrado que o escape lateral de estruturas é uma característica quase sempre presente e que se acentua quando o andar estrutural em que ocorre a deformação é mais superficial.

Nos Domínios de Estremoz – Barrancos e Alter do Chão – Elvas, pertencentes ao segmento Nordeste da Zona de Ossa – Morena em Portugal, também se podem observar estruturas mesoscópicas, deformadas diacronicamente durante as duas principais fases de deformação da orogenia varisca segundo um modelo transpressivo/transtensivo, onde o escape lateral diferencial de sequências estratigráficas está presente.

Mais do que um modelo conceptual, a explicação para as “irregularidades” estratigráficas através deste modelo permite compreender os padrões cartográficos registados nas mais diferentes escalas de observação (desde 1:500.000 até à observação ao microscópio). Assim, estruturas tão problemáticas como o “Carreamento da Juromenha” podem ser reinterpretadas com um grau de verosimilhança mais satisfatório. Para tal é necessário compreender que as características reológicas das diferentes unidades desempenham um papel fundamental na génese, primeiro de estruturas dúcteis (dobras e cisalhamentos) e que depois, em regime de deformação frágil, influenciam diferenciadamente a progação de cisalhamentos semi-frágeis, falhas e diaclases.

A anisotropia reológica das rochas à deformação tem importância na génese de estruturas de acomodação de minérios, essencialmente metálicos mas não só, e foi a principal responsável pela formação das jazidas de Fe, Mn, Cu, Pb, Zn e Sn exploradas no passado.

A importância da geologia estrutural no aproveitamento económico de um recurso geológico pode ser testado e por vezes quantificado, no anticlinal de Estremoz. Aqui, a qualidade do mármore explorado em determinado local é controlada por corredores de deformação de direcção NW-SE a NNW-SSE, com inclinação muito acentuada e por acidentes verticais NW-SE, perpendiculares à macroestrutura anticlinal de Estremoz, que, em conjunto, provocam rejeito nas bancadas de mármore em exploração, sendo, por vezes responsáveis pelo encerramento de pedreiras.

---

<sup>2</sup> Universidade de Évora – Departamento de Geociências e Centro de Geofísica de Évora, Rua Romão Ramalho N.º59 – Apartado 94 - 7002 554 ÉVORA. lopes@uevora.pt

<sup>3</sup> Departamento de Geologia, Faculdade de Ciências, Universidade de Lisboa, Edifício C2 – 5.º Piso, 1749-016 Lisboa. jbsilva@fc.ul.pt

## MANTLE SOURCES OF MAGMAS FROM TERCEIRA ISLAND. HELIUM AND NEON ISOTOPIC EVIDENCE FOR A LOWER MANTLE CONTRIBUTION

**P. Madureira<sup>1</sup>, M. Moreira<sup>2</sup> and J. Mata<sup>3</sup>**

1- Centro de Geofísica de Évora e Dep<sup>o</sup> de Geociências da Univ. de Évora, Portugal. E-mail: [pedro@uevora.pt](mailto:pedro@uevora.pt)

2- Laboratoire de Géochimie et Cosmochimie, IPGP, France. E-mail: [moreira@ipgp.jussieu.fr](mailto:moreira@ipgp.jussieu.fr)

3- Dep<sup>o</sup> e Centro de Geologia da Universidade de Lisboa, Portugal. E-mail: [jmata@fc.ul.pt](mailto:jmata@fc.ul.pt)

The Azores archipelago, located close to the triple junction where the Eurasian, African and American plates meet, is an example of plume related magmatism.

Mantle plumes have been the locus of an intense debate. Their ultimate origin has been assigned to the D'' layer, to the bottom of transition zone and even to the asthenosphere, as the result of passive response to lithosphere cracking (e.g. Courtillot et al., 2003). He isotope geochemistry is a key tool to clear up this question given its ability to identify the incorporation of relatively undegassed lower mantle portions in plumes (with  $^4\text{He}/^3\text{He}$  ratios as low as 20.000 or  $\text{R}/\text{Ra}=32$ ) and to distinguish them from those generated in a degassed upper mantle generally accepted as the MORB source (with constant  $^4\text{He}/^3\text{He}$  ratios around 90.000 or  $\text{R}/\text{Ra}\approx 8$ ; e.g. Allègre et al., 1995). More recently, it has been demonstrated that the two mantle reservoirs expected from helium isotope systematics can be substantiated by neon data (Moreira et Allègre, 1998).

In this work we examine the He and Ne isotopic data collected from Terceira samples in order to better constrain the origin of the Azores mantle plume. The noble gases analyses were performed at IPG in Paris by crushing of olivine phenocrysts (~1g). This method is particularly useful for measuring the mantle gases released by melt inclusions trapped inside the olivine crystals.

Terceira island comprises four main strato-volcanoes (Self, 1976): Cinco Picos, Guilherme Moniz, Pico Alto and Santa Bárbara. At least the later two are considered to be active and connected by a fissure zone regarded by some authors as the Terceira rift (e.g. Udías, 1980). One of the oldest features of the island is expressed by the Cinco Picos caldera (7 km in diameter) that should be younger than 300.000 years (K/Ar data from Feraud et al., 1980). Previous studies have shown that Terceira lavas combine relatively high radiogenic lead isotopic signatures typical from HIMU basalts ( $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$  up to 20.02) and slight primitive He signatures, with 63780 as a minimum value of  $^4\text{He}/^3\text{He}$  ratio ( $\text{R}/\text{Ra}=11.3$ ; Dupré et al., 1982; Moreira *et al.*, 1999).

A lower value of 48821 ( $\text{R}/\text{Ra}=14.8$ ) was now obtained, strengthening the contribution of lower mantle to Terceira magmas. For one area, our results also suggest a stratigraphic control on the variation of He isotopic signatures, since the most primitive values are confined to the most ancient rocks. In fact, values lower than 68814 ( $\text{R}/\text{Ra}$  ratios higher than 10,5) were found in samples from the lower levels of a 20 m thick lava flow sequence exposed in the actual sea cliff near the village of Santa Bárbara (SW of Terceira). We exclude the possibility of a cosmogenic  $^3\text{He}$  contribution since this sequence is exposed in a relatively recent erosion surface. These results raise important questions concerning the evolution of the Açores plume; several interpretations seems to be plausible, as the changing with time of the source isotopic signature or the increase of mixing with a MORB. These hypothesis will be better constrained in future works.

Some of the analysed samples show higher  $^{20}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$  and  $^{21}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$  ratios than air suggesting the presence of a mantle component in the olivine melt inclusions. Moreover, in a three-Ne isotope diagram, the samples define a trend with a higher slope than the MORB line (e.g.

Sarda *et al.*, 1988). The Terceira trend is then interpreted as a mixing line between an atmospheric component and a mantle component with a solar like  $^{20}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$  ratio and with a  $^{21}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$  ratio of 0.052 (extrapolated to solar). This value is in agreement with the mantle mixing model predicted by the  $^4\text{He}/^3\text{He}$ - $^{21}\text{Ne}/^{22}\text{Ne}$  relationship (Moreira *et al.*, 2001) and is also strongly suggestive of a lower mantle contribution to Terceira magmas.

#### References:

- Schilling, J. G. (1975). Azores mantle blob: rare earth evidence. *Earth and Planetary Science Letters*, vol. 25, pp. 103-115.
- Self, S. (1976). The recent volcanology of Terceira, Azores. *J. Geol. Soc. Lond.*, vol. 132, pp. 645-666.
- Udías, A. (1980). Seismic stresses in the region Azores-Spain-Western Mediterranean. *Rock Mech.*, vol. 9, pp. 75-84.
- Dupré, B.; Lambret, B. & Allègre, C. J. (1982). Isotopic variations within a single oceanic island: The Terceira case. *Nature*, vol. 299, pp. 622.
- Sarda, P.; Staudacher, T. & Allègre, C. J. (1988). Neon isotopes in submarine basalts. *Earth Planet. Sci. Letters*, vol. 91, pp. 73-88.
- Moreira, M. & Allègre, C. J. (1998). Helium-neon systematics and the structure of the mantle. *Chemical Geology*, vol. 147, pp. 53-59.
- Moreira, M.; Doucelance, R.; Kurz, M. D. ; Dupré, B. & Allègre, C. J. (1999). Helium and lead isotope geochemistry of the Azores Archipelago. *Earth Planet. Sci. Letters*, vol. 169, pp. 189-205.
- Moreira, M.; Breddam, K.; Curtice, J. & Kurz, M. D. (2001). Solar neon in the Icelandic mantle: evidence for an undegassed lower mantle. *Earth Planet. Sci. Letters*, vol. 185, pp. 15-23.

## A RADIAÇÃO DE SINCROTRÃO NO ESTUDO DE MATERIAIS GEOLÓGICOS: O EXEMPLO DOS MINERAIS COLUMBITE E TAPIOLITE

**José Mirão & Maria Ondina Figueiredo**

Centro de Geofísica de Évora/Departamento de Geociências da Universidade de Évora;  
Instituto de Investigação Científica Tropical (ICT) & Centro de Estudos de Materiais (CENIMAT)

Considerando a natureza multi-disciplinar do Centro Geofísico de Évora, optou-se por efectuar uma apresentação onde se salientam aspectos experimentais, exemplificados num conjunto de minerais (óxidos complexos de nióbio, tântalo, manganês e ferro).

A Mineralogia moderna tem evoluído rapidamente e não pode ser confundida com a disciplina descritiva do início do século passado. A incidência nos processos e a convergência, no objecto e no método, com as ciências-base criaram novos desafios e novas oportunidades. Os investigadores em Mineralogia, em Engenharia de Materiais, em Física e em Química do Estado Sólido usam ferramentas comuns, incluindo a radiação de sincrotrão (RS), amplamente usada neste estudo de pós-graduação.

É objectivo geral desta tese de Doutoramento, contribuir para dar resposta a algumas questões de índole geoquímico e estrutural sobre um grupo de minerais de fórmula geral  $A^{2+}B^{5+}_2O_6$  (A=Fe,Mn; B=Nb,Ta). A composição destes óxidos é normalmente projectada num espaço composicional definido pelos extremos  $FeTa_2O_6$  -  $FeNb_2O_6$  -  $MnTa_2O_6$  -  $MnNb_2O_6$ . Na vizinhança do primeiro extremo, os minerais (tapiolites) assumem uma estrutura derivada do tipo estrutural do rútilo, enquanto os restantes minerais adoptam uma estrutura derivada do tipo  $\alpha$ - $PbO_2$  (columbites). Estes minerais são típicos dos pegmatitos onde ocorrem associados a quartzo, micas e feldspatos. As amostras estudadas são provenientes da Província Pegmatítica do Alto Ligonha, Zambézia, Moçambique.

No estudo mineroquímico destas amostras recorreu-se a técnicas baseadas em RS: microsonda fotónica e espectroscopia de absorção raios-X (X-ray Absorption Spectroscopy – XAS). A radiação de sincrotrão é, basicamente, um feixe de vasto espectro (dos raios ultravioleta aos raios gama) gerado pela frenagem de grupos de partículas que se movem num anel, a velocidades relativísticas. A radiação-X de sincrotrão difere da obtida em fontes convencionais na sua elevada intensidade e brilho (vária ordens de grandeza superiores), colimação natural e polarização. Esta colimação natural permite, recorrendo sistemas ópticos complexos, focar o feixe de raios-X em áreas reduzidas (da ordem dos  $\mu m$ ). Esta possibilidade é fundamental quando pretendemos estudar amostras pequenas ou quando a definição espacial é importante. A radiação emitida pelas ampolas de raios-X laboratoriais vibra em todas as direcções perpendiculares à direcção de propagação, enquanto a radiação de sincrotrões está linearmente polarizada no plano da órbita das partículas e elipticamente fora desse plano, permitindo estudar os efeitos da orientação da rede cristalina de um monocristal.

As análises químicas de microsonda fotónica foram efectuadas na linha D15, no anel DCI do LURE, em Orsay/França. Fundamentalmente, esta técnica é uma análise por fluorescência de raios-X, em que as características da RS permitem efectuar análises em áreas reduzidas, incrementando a razão pico/fundo para analisar elementos menores e vestigiais. A identificação dos elementos presentes através de riscas diagnose ( $K\alpha$  e  $L\alpha$  para elementos de peso atómico médio e elevado, respectivamente) e a desconvolução dos espectros foi efectuado com programas desenvolvidos no LURE. Depois de identificados os elementos presentes, estes programas permitem calcular um espectro teórico que se ajusta ao experimental, pelo método de mínimos quadrados (incluindo os picos-soma e os picos-fuga).

Os resultados obtidos para os minerais permitem afirmar que os elementos menores e vestigiais têm maior afinidade com as columbitas do que com as tapiolites e, que nos primeiros, estão incorporados preferencialmente nos niobatos ricos em Fe.

A espectroscopia de absorção de raios-X possibilita retirar informações sobre a estrutura electrónica de um composto analisando a absorção dos raios-X em função da energia e registando os pormenores na vizinhança das descontinuidades de absorção dos elementos constituintes.

As experiências de absorção XAS de baixa energia foram realizadas numa câmara de ultra-alto-vácuo, na linha 13.1B de BESSY (Berliner Elektronenspeicherring Gesellschaft für Synchrotronstrahlung m. b. H.), em Berlim/Alemanha. Os espectros XAS podem ser recolhidos nos modos fotónico ou foto-electrónico, excitando os átomos que se pretende estudar com energia incidente monocromática e que varia de forma contínua e linear, em pequenos passos, numa gama energética que abranja a descontinuidade de absorção. No caso das amostras de columbitas e tapiolites, as características da montagem experimental permitiram estudar a descontinuidade  $K$  do oxigénio e a descontinuidade  $L_{2,3}$  do ferro e do manganês.

Apesar dos recentes desenvolvimentos teóricos, permanece difícil a indexação de qualquer resultado experimental a uma determinada interpretação, num processo causa-efeito. Assim, é necessário simular por métodos *ab-initio* e modelizar, recorrendo a compostos modelo de estrutura conhecida, para interpretar os espectros de materiais complexos enquanto testemunhos da estrutura electrónica de um elemento, inserido numa determinada configuração espacial. Uma vez mais, a Mineralogia desempenha hoje um papel fundamental ao disponibilizar compostos modelo, de estrutura e composição bem conhecidas, para efeitos de modelização dos espectros XAS.

**Palavras-chave:** Radiação de Sincrotrão, Microsonda fotónica, Espectroscopia de absorção de raios-X, Columbite, Tapiolite

<sup>1</sup>jmirao@uevora.pt; <sup>2</sup>crysmin@clix.pt

# ASPECTOS TEXTURAIS E GEOQUÍMICOS DOS TONALITOS DOS HOSPITAIS (MACIÇO DE ÉVORA, ZONA DE OSSA-MORENA): IMPLICAÇÕES PETROGENÉTICAS

**P. Moita<sup>1</sup>, J.F. Santos<sup>2</sup>, F. Pereira<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Centro de Geofísica de Évora e Departamento de Geociências, Universidade de Évora, Portugal, pmoita@uevora.pt

<sup>2</sup> Departamento de Geociências, Universidade de Aveiro, Portugal

A origem dos magmas félsicos com baixo teor em potássio (tonalitos) está habitualmente associada a um de dois processos distintos: produto de cristalização fraccionada a partir de magmas basálticos pobres em potássio (Arth et al., 1978), ou fusão parcial de metabasitos sub-alcalinos (Barnes et al., 1996). O maciço dos Hospitais corresponde a um corpo ígneo de natureza essencialmente tonalítica, localizado em Montemor-o-Novo, nos domínios ocidentais da Zona de Ossa Morena (ZOM) sendo parte integrante do Maciço de Évora (Carvalhosa e Zbyszewski, 1994). O presente trabalho pretende fornecer dados preliminares de natureza petrográfica e geoquímica, tendo em vista a compreensão dos processos acima referidos, os quais são de extrema relevância para a interpretação geodinâmica do Maciço de Évora.

O corpo tonalítico apresenta, na área aflorante, um contorno elíptico, com cerca de 15km de comprimento e 7km de largura, encontrando-se alongado segundo NW-SE, concordante com a orientação regional do orógeno varisco na ZOM. À escala mesoscópica é geralmente observável uma foliação, paralela à estrutura regional dominante (NW-SE). Petrograficamente, este maciço, é de um modo geral, monótono, quer mineralógica quer texturalmente. A sua composição caracteriza-se pelo predomínio de plagioclase (andesina) e quartzo seguindo-se anfíbola (horneblenda frequentemente acompanhada de cumingtonite), biotite e, em muito menores proporções, as fases acessórias apatite, alanite, zircão e opacos. A textura mais comum é hipidiomórfica-granular média a grosseira.

Ao longo do maciço é possível verificar a presença de encraves máficos (centimétricos a decimétricos), de grão médio a fino e forma elíptica achatada, alinhados de acordo com a foliação do tonalito. São de natureza magmática, constituídos essencialmente por plagioclase (oligoclase-andesina), quartzo e anfíbola (horneblenda e/ou cumingtonite), apresentando como fases acessórias biotite e apatite. A existência destes encraves poderá testemunhar a ocorrência de processos de mistura de magmas.

Com o objectivo de caracterizar o maciço obtiveram-se, numa primeira fase, 14 análises químicas de tonalitos cujos resultados mostram pequenas variações composicionais relativamente aos elementos maiores; SiO<sub>2</sub> (61-67.3 %peso), Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>T</sup> (3.58-5.58 %peso), MgO (1.21-2.46 %peso), CaO (4.62-6.20 %peso), K<sub>2</sub>O (0.85-1.34 %peso). Os tonalitos estudados correspondem a rochas predominantemente metaluminosas (A/(CNK):0.96-1.01) concordante com a classificação de granitóides do tipo I (Chappel e White, 1974).

Todas as amostras são ligeiramente enriquecidas em terras raras leves relativamente às pesadas, com razões (La/Yb)<sub>N</sub> entre e 2.56 e 6.52, exibindo um paralelismo com a composição condrítica relativamente às terras raras pesadas. No diagrama de Pearce et al. (1984), as amostras projectam-se no campo dos granitóides de arco-vulcânico (Rb:21- 43ppm e Y+Nb:18 e 28 ppm). Ainda considerando os elementos em traço, verifica-se o aumento da razão Sr/Y com a diminuição de Y o que está geralmente associado a mecanismos de fusão parcial a partir de rochas básicas (Drummond e Defand, 1990) embora concentrações relativamente elevadas de Y, como as encontradas nas rochas estudadas (12-22 ppm) sejam

interpretadas por alguns autores (Selbekk et al., 1998) como indiciando um processo de cristalização fraccionada.

Deste modo, os dados geoquímicos preliminares são, por um lado, consistentes com a instalação dos tonalitos em ambiente de arco vulcânico e, por outro, sugerem que as composições destas rochas são relativamente primitivas, ou seja, próximas dos produtos de fusão parcial de crosta máfica. Contudo, os dados actuais não são conclusivos quanto à importância relativa dos vários processos que se podem considerar, a saber: fusão parcial, diferenciação por cristalização fraccionada e mistura de magmas.

**Palavras chave:** Tonalito dos Hospitais; Maciço de Évora; fusão parcial; cristalização fraccionada

### **Bibliografia**

- Arth, J., Barker, F., Peterman, Z., Friedman, I. (1978) – *J. Petrology*, 19: 289-316.  
Barnes, C., Petersen, S., Kistler, R. Murray, R. e Kays, M. (1996)- *Contrib. Mineral. Petrol*, 123: 40-60.  
Carvalhosa, A. e Zbyszewski, G. (1994)- Carta Geológica 1:50.000, folha 35-D, IGM.  
Chappel, B. e White, A. (1974) – *Pacific. Geol.*, 8: 173-174.  
Drummond, M. e Defant, M. (1990) – *J. Geophys. Res.*, 95: 21503-21521.  
Pearce, J., Harris, N. e Tindle, A. (1984) – *J. Petrol.*, 25: 956-983.  
Selbekk, R., Furnes, H., Pederson, R. & Skjerlie, K. (1998) – *Lithos*, 42: 243-268.

# SIMULAÇÃO NUMÉRICA DAS CIRCULAÇÕES LOCAIS E OS EFEITOS NA DISPERSÃO DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS EMITIDOS POR FONTE INDUSTRIAL

**Andrea M. Ramos<sup>1</sup>, J. Corte-Real**

Centro de Geofísica de Évora (CGE), Universidade de Évora. Apartado 94, Évora, 7002-554, Portugal

No decurso dos últimos anos e na maioria dos países industrializados, a protecção do ambiente tem adquirido uma importância crescente. O aperfeiçoamento da tecnologia e o crescimento da população ocasionaram um aumento gradual do consumo de energia e da produção industrial, proporcionando mudanças bruscas no meio ambiente, devido à emissão contínua de substâncias para a atmosfera. Esta circunstância levou a comunidade científica, nas últimas décadas, a procurar conhecer a dispersão de poluentes na atmosfera e os efeitos de altas concentrações no homem e no ambiente, contribuindo para definir estratégias que possibilitem, aos níveis urbanos, regional e global, reduzir os efeitos negativos no equilíbrio dos ecossistemas. Os modelos de dispersão podem ser considerados como ferramentas importantes na avaliação e controle da qualidade do ar. Quando uma fonte fixa emite uma determinada quantidade de poluente, é muitas vezes necessário determinar qual a concentração que esse poluente terá a uma determinada distância da fonte e a partir das informações sobre a fonte emissora, quantidades emitidas e condições meteorológicas, pode obter-se um diagnóstico das concentrações dos poluentes na área adjacente à fonte. O objectivo deste trabalho é o estudo da dispersão de poluentes originados de uma chaminé industrial localizada no Barreiro (9.05°W; 38.67°N), na margem esquerda do rio Tejo, na freguesia do Lavradio, a cerca de 40 km de distância da cidade de Lisboa. Para estudar a circulação atmosférica na região de Barreiro bem como a dispersão de poluentes, será utilizado o modelo RAMS (Regional Atmospheric Modeling System), desenvolvido na Universidade do Estado do Colorado (EUA) para produzir simulações diagnósticos e prognósticos do estado da atmosfera, juntamente com o modelo HYPACT (HYbrid Particle And Concentration Transport) que simula a dispersão de poluentes sob influência de campos de vento, bidimensionais ou tridimensionais, incluindo movimentos turbulentos, provenientes do RAMS. *A componente Lagrangiana habilita a representação de fontes de qualquer tamanho, mantendo a pluma estreita e sua expansão durante a dispersão.* Serão apresentados resultados demonstrando a importância das forçantes topográficas para a circulação atmosférica na região com dados fornecidos pelo dados do NCAR/Reanalises que serão comparados com dados colectados in situ, assim como os resultados da dispersão de poluentes obtidos através de simulações com o RAMS/HYPACT.

Palavras-chave: turbulência atmosférica, fonte pontual, condições meteorológicas, orografia.

<sup>1</sup>Contacto: andreara@uevora.pt

# RECONSTITUIÇÃO DO CAMPO DE TENSÕES, MECÂNICA DA FRACTURAÇÃO E ORIGEM DO CHERTE DO CARIXIANO DO SECTOR MAIS OCIDENTAL DA BACIA ALGARVIA

**Carlos Ribeiro<sup>1</sup>; Pedro Terrinha<sup>2</sup>**

Centro Geofísico de Évora/Departamento de Geociências da Universidade de Évora;  
Laboratório de Tectonofísica e Tectónica Experimental/Departamento de Geologia da  
Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

A evolução do Carixiano (Jurássico Inferior) do SW da Bacia Algarvia é condicionada pela abertura do Atlântico Norte a leste e pelo desenvolvimento do mar de Tethys, nomeadamente a actual fronteira de placas Açores-Gibraltar, a sul. Essa evolução é marcada por uma tendência genérica extensional (comum a todo o Mesozóico), na qual se intercala um breve episódio de inversão, responsável pela reactivação das estruturas em regime compressivo.

O desenvolvimento de falhas normais coevas da sedimentação é bem evidente em alguns afloramentos carixianos da zona de Sagres onde é possível observar estruturas seladas intra-carixianas e falhas que controlam a sedimentação.

O Carixiano, nesta zona, caracteriza-se pela alternância de bancadas decimétricas de calcários e calcários dolomíticos intercalados com camadas centimétricas de cherte. Nas camadas de calcários e calcários dolomíticos encontram-se abundantes nódulos e diques de cherte.

O estudo das estruturas siliciosas (nódulos e diques de cherte) do Carixiano do SW da Bacia Algarvia, resultantes da substituição de precursores carbonatados, permitiu evidenciar que:

- i. Os diques e nódulos de cherte ocorrem de uma forma espacialmente organizada com a distribuição das suas direcções centrada em torno da direcção N100°, com um máximo secundário centrado na direcção N0°-N20°, o que corresponde a estruturas paralelas às direcções das falhas normais sin-sedimentares que afectam o Carixiano;
- ii. A direcção de diaclasamento mais antiga observada nos sedimentos corresponde a diaclases com direcções em torno de N100°;
- iii. Os diques, nódulos e camadas de cherte, correspondem a estruturas de substituição de litologias calciclásticas e/ou bioclásticas por fluidos siliciosos;
- iv. As superfícies de estratificação das camadas de cherte são irregulares com morfologias em cuspide nas superfícies do topo e em forma de pseudo-nódulos nas superfícies basais de estratificação;
- v. Estas irregularidades encontram-se alinhadas com nódulos e/ou diques nas camadas carbonatadas suprajacentes (no caso das cúspides) e subjacentes (no caso dos pseudo-nódulos).

A partir deste conjunto de evidências é possível reconstituir a evolução dos corpos siliciosos do Carixiano como sendo marcada:

1. Pela sedimentação de uma sequência carbonatada na qual se encontravam intercaladas litologias mais permeáveis de natureza calciclástica e/ou bioclástica;

2. Esta sedimentação é controlada pelo jogo de falhas normais de direcção N100°;
3. A litificação dos sedimentos é diferencial permanecendo as litologias mais permeáveis (com uma maior percentagem de água na sua constituição) não litificadas enquanto as outras litologias litificam, gradualmente;
4. Associado aos impulsos que promoveram a movimentação das falhas sin-sedimentares, as camadas já litificadas (ou semi-litificadas) fracturam dando origem a diaclases sub-verticais;
5. Quando a propagação dessas diaclases faz com que atinjam as camadas não-litificadas, saturadas em água, os sedimentos fluidizam e injectam-se pelas diaclases, dando origem a diques e nódulos calciclásticos que, posteriormente, sofrerão substituição dando origem aos actuais diques e nódulos de cherte.

Segundo os modelos andersonianos de fracturação, apenas uma direcção de diaclasamento se deverá desenvolver durante um evento de fracturação, com as diaclases de direcção paralela às falhas normais e sub-verticais, o que não se verifica nas estruturas frágeis precoces do Carixiano, desenvolvidas em duas direcções sub-perpendiculares.

O facto de estas estruturas precoces se desenvolverem preferencialmente ao longo de duas direcções poderá estar relacionado:

- a. Com a escala temporal da observação do processo de extensão que afecta estas rochas que seria, primordialmente, NNE-SSW, mas esporadicamente WNW-ESE, dando origem a uma predominância de estruturas frágeis N100° com uma abundância digna de registo de estruturas N10°-N20°. A integração de fases extensionais, geradas sequencialmente, em regimes de tensão não co-axiais daria origem a um conjunto de estruturas sincrónicas, quando todo o intervalo temporal do Carixiano é tomado em consideração.
- b. Ou pela singularidade mecânica do processo de fracturação do Jurássico Inferior na área, condicionada por um regime de tensão (mais ou menos constante para o todo o Carixiano) com  $\sigma_2$  e  $\sigma_3$  de valor aproximado associado a elevada pressão local de fluidos.

**Palavras-chave:** Deformação sin-sedimentar, regimes de tensão, Jurássico Inferior.

<sup>1</sup>cribeiro@uevora.pt; <sup>2</sup>pagt@fc.ul.pt

## IMPACTO DA IRRIGAÇÃO NA PRECIPITAÇÃO.

**Rui Salgado**

Departamento de Física e Centro de Geofísica de Évora

Estudos recentes têm concluído que as alterações no uso dos solos podem induzir alterações no clima de magnitude comparável às induzidas pelas emissões antropogénicas de gases com efeito de estufa (e.g. Pielke *et al.*, 2002). A implementação de grandes projectos de rega constitui uma das fontes de alterações no uso dos solos que, pela sua dimensão, podem induzir alterações no clima, desde a escala local à escala global.

No entanto, o seu impacto é fonte de alguma incerteza e controvérsia, apesar de diversos estudos numéricos e observacionais apontarem para a existência de impactos regionais (escala que será considerada neste trabalho) na estrutura da camada limite planetária, nas circulações de mesoscala e na precipitação (e.g. Anthes 1984; Pielke *et al.*, 1999). De entre estes as maiores incertezas prendem-se com os impactos na precipitação, existindo estudos com resultados contraditórios não só quanto à magnitude, mas mesmo quanto ao sinal desse impacto.

O plano de rega associado ao empreendimento de Alqueva, a ser concretizado, tem uma dimensão susceptível de induzir alterações numa escala regional. Neste estudo utilizam-se os resultados de um conjunto de simulações numéricas com um modelo atmosférico não hidrostático (o MesoNH, Lafore *et al.*, 1998), para discutir estas possíveis alterações, focando a atenção nos eventuais impactos na precipitação.

Nesse sentido serão apresentados resultados de simulações de casos reais em períodos em que ocorreu precipitação convectiva. Os impactos são avaliados comparando estas simulações com outras em que se impõem as mesmas condições iniciais e o mesmo forçamento atmosférico, mas em que se aumenta o conteúdo em água no solo e se modifica as características da superfície de acordo com as alterações no uso dos solos previstas no projecto de Alqueva.

Os resultados mostram que o impacto na precipitação será reduzido e dependente da situação sinóptica de larga escala. No entanto e a existir, o sinal será, em geral, positivo, i.e. a precipitação convectiva na Primavera/Verão poderá sofrer um ligeiro aumento.

# ANÁLISE DA HOMOGENEIDADE TEMPORAL DE SÉRIES DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO EM PORTUGAL CONTINENTAL<sup>4</sup>

A. I. Serrano, P. S. Lucio, A. M. Silva

Centro de Geofísica de Évora, R. Romão Ramalho 59, 700-554 Évora

A Climatologia trata da dinâmica da atmosfera por um longo período de tempo, e suas interações com o Homem e o Meio Ambiente. Mas esta interação é recíproca, ou seja, o homem nas suas actividades, principalmente após a revolução industrial, afecta o clima quer localmente quer a nível global, como é o caso da emissão de componentes "estranhos" à composição da atmosfera, difundidos pela circulação geral da atmosfera. O clima afecta o homem nas suas decisões. Desde o vestuário à alimentação, o homem baseia-se no comportamento médio e sazonal da atmosfera para planificar as suas actividades. Ao que concerne este trabalho, as regiões agrícolas de Portugal são altamente vulneráveis à variabilidade climática ficando à mercê de situações anómalas ou extremas (excesso/falta de chuvas, geadas, granizo) que podem afectar de forma determinante as culturas.

A análise da variabilidade regional dos parâmetros climáticos tem sido objecto de estudo nos últimos anos. Nesta área de investigação a aplicação de técnicas estatísticas tem um papel importante na exploração preliminar da variabilidade climática.

Contudo, para se estudar a variabilidade climática são necessárias séries temporais de "boa qualidade". Uma das medidas de boa qualidade das séries refere-se à homogeneidade temporal e espacial das mesmas quanto à média, mediana e variância, bem como um número reduzido de falhas nas observações e uma boa cobertura temporal (séries longas) espacial da região sob estudo.

Todavia, nas séries meteorológicas longas há alterações nos equipamentos meteorológicos, na localização das estações, nas horas de observação, etc., as quais podem facilmente causar roturas na homogeneidade das séries da mesma ordem de grandeza que as variações climáticas de longo prazo (Alexandersson, 1995).

Neste trabalho foram seleccionadas sete estações meteorológicas clássicas do Instituto de Meteorologia de Portugal (Montalegre, Porto – Serra do Pilar, Guarda, Lisboa – Geofísico, Évora, Beja e Faro) que supostamente cobrem as várias regiões climáticas de Portugal Continental (Fig.1). O período em análise é o século XX (1901 – 2000) e as variáveis em estudo são a temperatura absoluta máxima e mínima e a precipitação acumulada. As flutuações inter-anuais são um factor preponderante na determinação de tendências lineares de "séries temporais curtas" pelo que é de todo o interesse estudar o comportamento das "séries temporais longas", uma vez que estas são necessárias para identificar e analisar as variações climáticas e os impactos de extremos.

Numa primeira fase é estudada a homogeneidade temporal das séries de temperatura quanto à mediana e quanto à variância. O teste proposto para estudar a homogeneidade da mediana é o teste de *Kruskal-Wallis*, em que as hipóteses nulas e alternativas neste teste são:

$H_0$ : as medianas das várias "sub séries" são todas iguais,

$H_1$ : as medianas das várias "sub séries" não são todas iguais.

Para estudar a homogeneidade da variância utiliza-se uma análise da variância (ANOVA) e recorre-se ao teste de *Bartlett* (pressupõe uma distribuição normal) e ao teste de *Levene* (pressupõe uma distribuição contínua qualquer) em que as hipóteses nulas e alternativas são respectivamente:

$H_0$ : as variâncias das várias séries são todas iguais,

---

<sup>4</sup> Este trabalho faz parte da etapa preliminar do projecto de investigação intitulado: "Caracterização espaço-temporal da climatologia de Portugal Continental".

$H_1$ : as variâncias das várias séries não são todas iguais.

Numa fase seguinte, efectuou-se a análise de regressão das séries anuais e sazonais da temperatura máxima e mínima absolutas com o objectivo de detectar tendências e derivas. Neste caso aplicou-se o teste de *Durbin–Watson* para verificar se os resíduos apresentam alguma estrutura de autocorrelação de primeira ordem.

Relativamente aos dados da precipitação acumulada foi aplicado o teste de *Wald–Wolfowitz* para analisar a correlação da série. Quando a série não apresenta correlação a quantidade estatística tem uma distribuição normal. Para detectar a existência de uma tendência recorre-se ao cálculo dos coeficientes de *Spearman* ou de *Kendall- $\tau$* , que permitem verificar se a série apresenta ou não uma tendência; e, em caso afirmativo verificar a partir de quando é que essa tendência se manifesta significativamente.

Após a determinação do grau de qualidade dos dados, o objectivo seguinte deste trabalho é fazer a reconstituição espaço-temporal de séries que apresentam falhas em escala global. Neste processo de reconstrução deve-se recorrer à estatística espacial, criando regiões de influência em torno das estações dimensionando uma rede de sistemas dinâmicos que interagem-se. Nessa abordagem teremos em linha de conta alguns factores ponderadores, como por exemplo: altitude, orografia e proximidade versus interioridade ao oceano.

#### Referências Bibliográficas:

Alexandersson, H., Homogeneity testing, multiple breaks and trends, 6th Internacional Meeting on Statistical Climatology. Galway – Ireland, pp. 439 1995.

Capilla, C., R. Capilla, Spatial modeling of temperature data, Journal of Geophysical Research, **107**, pp.9-1, 19??.

Cressie, N.A.C., Statistics for special data, rev. ed., John Wiley, NewYork, 1993.

Sneyers, R., Sur l'analyse statistique des séries d'observations, Organisation météorologique mondiale. Note Technique n°143, 1975.

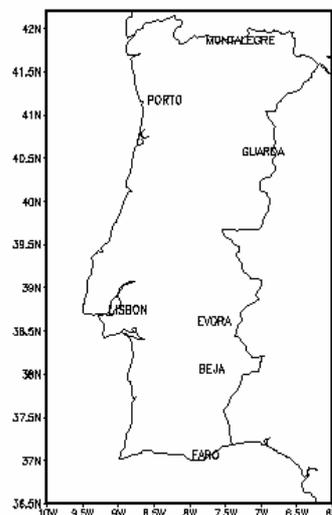


Fig.1: Mapa de Portugal Continental com a localização das sete estações meteorológicas (IM), que supostamente cobrem a variabilidade climatológica do território.

## **RELAÇÃO DO CAMPO ELÉCTRICO ATMOSFÉRICO COM A METEOROLOGIA LOCAL NA REGIÃO DE LISBOA**

**Cláudia Serrano**

Estudante de doutoramento, Centro de Geofísica de Évora, R. Romão Ramalho, 59, 7000-761 Évora

Estudos realizados nas últimas décadas indicam que quase todos os fenómenos meteorológicos afectam e são afectados pelo campo eléctrico atmosférico. O campo eléctrico atmosférico é extremamente sensível a certos fenómenos meteorológicos, por exemplo à passagem de nuvens ou de aerossóis. Os nevoeiros e a turbulência atmosférica podem fazer variar por várias ordens de grandeza o valor do campo eléctrico atmosférico. Estudos recentes (por exemplo, *van der Hage and de Bruin*, 1999) sugerem que o campo eléctrico atmosférico pode ser usado como preditor de nevoeiros.

No trabalho que estamos a desenvolver procuramos estabelecer o clima eléctrico da região de Lisboa, no período de 1955 a 1990, através da obtenção da Curva de Carnegie local (para o que se usam os registos horários em situação de bom tempo) e separar as influências locais da componente planetária global. Procuramos, também, correlações entre a componente do campo eléctrico atmosférico ao nível do solo devida às influências locais e à humidade relativa, tipo de nuvens e deposição seca de aerossóis. Tentar-se-á identificar um padrão característico da variação do campo eléctrico no período precedente ao aparecimento de nevoeiros.



## **Resumos de Posters**

## AS PROPRIEDADES ÓPTICAS DOS AEROSSÓIS E SUA CARACTERIZAÇÃO NA REGIÃO DE ÉVORA, ASSOCIADA AO ESTUDO DAS MASSAS DE AR

Nuno Belo<sup>1</sup>, Paola Formenti<sup>2</sup>, Thierry Elias<sup>1</sup>, Ana Maria Silva<sup>1</sup>

(1) Centro Geofísico de Évora, Departamento de Física, Universidade de Évora –  
Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora, Portugal

E-mail: nunobelo@uevora.pt

(2) Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques (LISA)  
Faculté des Sciences et Technologie, 61 avenue du Général de Gaulle,  
94010 CRÉTEIL Cedex, France

A contribuição dos aerossóis nos processos de transferência radiativa, nomeadamente a sua acção no forçamento radiativo e as respectivas interacções com o clima – i) de forma directa através quer da difusão da radiação solar, que contribui negativamente para o balanço energético quer da absorção da radiação solar, no domínio do infra-vermelho, e que leva ao aumento da temperatura; ii) de forma indirecta através da alteração das propriedades microfísicas das nuvens – dá ao estudo dos aerossóis uma relevante importância no estudo da atmosfera. Devido à especificidade dos aerossóis, cujas fontes e tempo de permanência na atmosfera são muito variáveis, interessa obter o maior número de dados possíveis tanto em longos períodos de tempo como em diversas partes do globo. Dentro deste ponto podemos enquadrar o estudo dos aerossóis na região de Évora, trabalho que é realizado pela primeira vez em Portugal, durante um período de observações suficientemente longo. Apresenta-se aqui o estudo das propriedades ópticas dos aerossóis ao qual se associa o cálculo de retrotrajectórias de massas de ar, para obter informação sobre a localização das fontes que originam os aerossóis em estudo nesta região.

Durante o período de observações de Abril a Setembro do ano de 2002 foram realizadas medições *in situ*, no observatório do Centro Geofísico de Évora (38.5N, 7.9W, 300m) das propriedades ópticas locais dos aerossóis, nomeadamente o coeficiente de difusão e o coeficiente de Angström, através de um Nefelómetro (Modelo TSI 3563 *Integrating Nephelometer*, TSI Inc., St.Paul MN). Das propriedades ópticas observadas analisou-se em detalhe o coeficiente de difusão, nos 550nm, e calculou-se o coeficiente de Angström, a partir dos coeficientes de difusão nos comprimentos de onda de 450 e 700nm.

Com a finalidade de interpretar os valores obtidos conjugaram-se estes dados com o estudo das massas de ar e das situações sinópticas associadas. Assim foram calculadas retrotrajectórias de massas de ar com o modelo HYSPLIT\_4 (Hybrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model\_ versão 4) para cada dia do período de observações e com a duração de 72 horas, tendo como ponto de origem a localização do observatório do C.G.E. em Évora. Estas retrotrajectórias permitem determinar a origem e o percurso das massas de ar e assim interpretar, de forma mais segura, os valores observados das propriedades ópticas dos aerossóis, a partir das quais é possível obter indicações do tipo de aerossóis em causa para cada uma das situações.

Foi desta forma possível estabelecer, para o período de observação, um valor típico do coeficiente de difusão para a situação de “background” que no comprimento de onda de 550nm apresenta o valor  $\sigma_{\text{dif}} = 45,7 \text{ Mm}^{-1}$  e um desvio padrão de **29,1**; para o coeficiente de Angström encontrou-se um valor típico de  $\hat{a}_{\sigma} = 1.51$  com um desvio padrão de **0.31**. São ainda referenciados alguns eventos onde se consegue estabelecer diferentes tipos de aerossóis – nomeadamente aerossóis do deserto (com valor típico de coeficiente de difusão  $\sigma_{\text{dif}} = 109,1 \pm 23,2 \text{ Mm}^{-1}$  nos 550nm, e de coeficiente de Angström  $\hat{a}_{\sigma} = 1.35 \pm 0,01$ ), marinhos ( $\sigma_{\text{dif}} = 19,2 \pm 2,1 \text{ Mm}^{-1}$  e  $\hat{a}_{\sigma} = 0,70 \pm 0,21$ ) e fuligem (decorrentes dos incêndios e da poluição industrial, cujos valores são  $\sigma_{\text{dif}} = 130,5 \pm 13,1 \text{ Mm}^{-1}$  e  $\hat{a}_{\sigma} = 1,83 \pm 0,11$ ). É de referir que

durante este período de observação as situações de “background” e de “eventos” têm aproximadamente o mesmo “peso” em termos de frequência de ocorrência, sendo de registrar cerca de 50% de casos para cada uma destas duas situações. Recorreu-se ainda à informação meteorológica respeitante a cada um destes períodos para melhor avaliar, do ponto de vista sinóptico, as situações em causa. Sendo de assinalar que as trajetórias são oriundas maioritariamente de norte-noroeste – cerca de 75% dos casos –; apenas cerca de 6% vindas do quadrante sul e as restantes vêm de leste, onde se incluem as de origem local / regional com cerca de 15% dos casos. Às situações mais frequentes está associada a situação sinóptica típica de Verão, na qual a Península Ibérica é influenciada pelo anticiclone dos Açores, localizado neste arquipélago e que se estende em crista até ao continente.

#### BIBLIOGRAFIA

Benito, R.V., *Propiedades ópticas de los aerosoles atmosféricos. Caracterización del area del Golfo de Cádiz*, Universidad Valladolid, 2001

Formenti P., *Measurements of aerosol properties in the troposphere*, Universal Press, 186pp,2000

Seinfeld, J.H., and S.N. Pandis, *Atmospheric chemistry and physics: From air pollution to climate change*. John Wiley, New York, 1360pp, 1997.

# MODELO DE MONITORIZAÇÃO E SIMULAÇÃO DE UMA CALDEIRA PARA A OPTIMIZAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DE EMISSÕES POLUENTES

**Paulo Canhoto<sup>1</sup>**

Universidade de Évora, Dept. de Física / Centro de Geofísica de Évora

Neste trabalho apresenta-se um modelo da caldeira de uma central termoelétrica utilizando diferentes combustíveis, e que pode ser utilizado como programa de monitorização, estimando os valores de alguns parâmetros de operação, ou como programa de simulação da caldeira. Alguns aspectos do funcionamento deste género de instalação, como por exemplo a eficiência energética e a emissão de gases poluentes e de efeito de estufa, têm particular importância. O modelo foi aplicado a um dos grupos geradores da Central do Carregado no âmbito do projecto OREMA, e descreve os principais componentes da caldeira dividindo-a em duas áreas distintas, uma onde a transferência de calor é predominantemente por radiação e outra onde o principal mecanismo é a convecção. A troca de calor por radiação é calculada por um método com três zonas, incluindo as paredes da fornalha e os painéis dos sobreaquecedores. A zona de convecção da caldeira é constituída por duas passagens paralelas, sendo consideradas nove superfícies de transferência de calor. Os cálculos para esta zona baseiam-se na solução pelo método de Newton-Raphson de um sistema de equações não lineares que descreve os balanços de energia e massa e os processos de transferência de calor envolvidos. O objectivo do modelo é o de poder simular o funcionamento da caldeira em condições reais, sendo para isso utilizados parâmetros calculados a partir da função de monitorização. Apresentam-se resultados da monitorização em diversas condições de funcionamento e com dois tipos de combustível, gás natural e fuel. São ainda apresentadas simulações de alterações de parâmetros de operação para várias condições típicas, incluindo o teor de oxigénio nos produtos de combustão, o caudal de recirculação de gases e a variação da carga. Os resultados das simulações são comparados com valores medidos na instalação referentes ao mesmo tipo de variações. Finalmente é discutida a utilização dos resultados do modelo na construção de uma ferramenta de optimização do processo no que se refere à eficiência energética e emissão de gases poluentes.

Palavras-chave: Eficiência energética, transferência de calor, emissões poluentes

<sup>1</sup> Universidade de Évora, Dept. de Física / CGE, Rua Romão Ramalho 59, 7000 Évora, canhoto@uevora.pt

## **OPERACIONALIZAÇÃO E MONITORIZAÇÃO DA PREVISÃO DO TEMPO PARA PORTUGAL CONTINENTAL UTILIZANDO O MODELO RAMS**

**Fábio C. Conde, Andrea M. Ramos, Gonçalo Marrafa, J. Corte-Real**

Centro de Geofísica de Évora (CGE), Universidade de Évora. Apartado 94, Évora, 7002-554, Portugal

O aperfeiçoamento da precisão de previsões do tempo, com base em modelos numéricos vem, nos últimos anos, melhorando principalmente devido ao desenvolvimento contínuo de novos esquemas numéricos com relativa economia computacional. Os modelos numéricos globais são muitas vezes complementados por modelos numéricos regionais e de área limitada, possibilitando a utilização de uma física mais detalhada que é permitida exactamente devido ao relativo baixo custo operacional dos modelos regionais. Para um bom desempenho dos modelos de previsão, tanto os globais quanto os regionais, é importante que as condições iniciais representem de forma adequada o comportamento da atmosfera naquele dado instante. Este trabalho tem por objectivo apresentar o modelo de Mesoescala RAMS (Regional Atmospheric Modeling System), desenvolvido na Universidade do Estado do Colorado (EUA) operando em modo de previsão meteorológica para Portugal Continental. No RAMS é possível activar e desactivar as diversas opções e parametrizações contidas em seu código, além de um conjunto de condições de contorno, conforme o interesse do trabalho a ser desenvolvido. É possível caracterizar áreas de interesse a partir de limites em coordenadas geográficas, controlar a dimensão da grade e os correspondentes números de nós ou pontos de rede, além disso, a possibilidade de utilização de grades aninhadas, permite a transferência de informações de uma escala para outra dentro do domínio da grade de menor resolução. As equações usadas no modelo são as referentes a uma atmosfera não hidrostática e, portanto capaz de descrever os processos físicos nos quais a velocidade e a aceleração verticais são intensas. Os processos de interacção da atmosfera com a superfície são representados numericamente de forma bem detalhada e bem como os associados à difusão turbulenta, radiação solar, formação e interacção de nuvens, convecção de cumulus, trocas de calor sensível e latente entre a superfície e atmosfera (incluindo o papel da vegetação) e transporte de calor no solo. O modelo é inicializado com dados das 00, 06 e 12 UTC, com condições iniciais e de contorno provenientes do AVN/NCEP, com previsões para até 48 horas com saídas de 3 em 3 horas, utilizando duas grades aninhadas, a primeira com resolução de 32 km centrada em 39.12°N; 9.28°W e a segunda de 8 km centrada em 38.85°N; 8.95°W. Serão disponibilizados em uma home page, a topografia gerada pela resolução de 8Km, ao nível da superfície, os campos da pressão, temperatura, vento, humidade relativa e convergência de humidade, além da evolução temporal das principais cidades de Portugal.

Palavras-chave: campos meteorológicos, previsão do tempo, modelo RAMS.

<sup>1</sup>Contacto: fabconde@uevora.pt; andreara@uevora.pt, jmcr@uevora.pt

# DIAGNÓSTICO DE EXTREMOS ESPAÇO-TEMPORAL PARA DETECÇÃO DE ILHA DE CALOR EM REGIÕES URBANAS: APLICAÇÃO À REGIÃO DA “GRANDE LISBOA”

Extreme space-time diagnostic for detection of urban heat island phenomenon in urban areas: Case study Lisboa

Deus, R.<sup>1</sup>, Lucio, P.S.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Meteorologia, Rua C, Aeroporto, 1749-077 – Portugal

<sup>2</sup>Centro de Geofísica de Évora - Universidade de Évora, 7000-554 Évora – Portugal

## INTRODUÇÃO

Grande parte da população mundial vive nos espaços citadinos. Esta aglomeração de população está directamente associada, e de alguma forma sustenta-se, através de processos de consumo intensivo de energia em função do tipo de industrialização e de criação de infra-estruturas associadas às diferentes necessidades da população citadina. Este modo de vida, urbano, provoca uma interacção com os recursos naturais que por vezes geram profundos impactos de caris ambiental.



Fig.1 –Disposição esquemática das estações meteorológicas/climatológicas, das quais foram utilizados os registos na 1ª parte do trabalho

Este estudo debruçar-se-á sobre a cidade de Lisboa, leia-se a área da “Grande Lisboa” [aproximadamente 50x50Km], que apresenta cerca de 2 milhões de habitantes. Utilizar-se-á, numa 1ª parte do estudo, as séries de dados geradas através dos registos diários da temperatura do ar máxima e mínima entre 1941 e 2001 obtidos nas estações meteorológicas/climatológicas da rede clássica (Fig.1), efectuando-se um estudo de avaliação das derivas e das tendências associadas a essas mesmas séries de dados. O estudo da tendência servirá de indicador do comportamento da série de dados, neste sentido torna-se interessante analisar as séries de dados da temperatura do ar e verificar se existe relação com o crescimento

da cidade e com o fenómeno de “ilha da calor urbana”. Na 2ª parte do estudo, serão utilizadas as séries de dados resultantes dos registos, integrados em períodos de 10 minutos, da temperatura do ar obtidos nas estações meteorológicas automáticas instaladas na região de Lisboa, que em função de uma boa resolução temporal permitirão a observação do fenómeno em estudo, “ilha de calor urbano”.

## 1 PARTE

A primeira parte deste estudo é dividida em duas etapas, a primeira será realizada uma análise dos dados de temperatura do ar máxima e mínima diária registada nas estações meteorológicas da rede clássica [Fig.1], nomeadamente Torres Novas - Dois Portos, Salvaterra de Magos, Colares - Sarrazola, Sintra, Cabo da Roca, Sintra- Pena, Paiã - Escola Agrícola, Cabo Ruivo, Sacavém, Sassoeiros, Lisboa - Tapada da Ajuda, Lavradio, Sintra - Granja, Montijo - Base Aérea, Lisboa, Lisboa - Portela, Alverca - Base Aérea, Ota - Base Aérea, Lisboa – Geofísico, Lisboa – Gago Coutinho, dados estes registados através de instrumentos clássicos nomeadamente termómetro de mínima e de máxima. A análise inicial envolve a utilização de métodos estatísticos, nomeadamente funções de distribuição, funções de autocorrelação, modelo ARIMA e um algoritmo baseado num sistema linear que envolve algumas

parametrizações [neste caso da altitude, distância entre estações] que em conjunto “reconstruíram” as séries de dados em estudo.

*A etapa seguinte será a análise das séries de dados diários resultantes, nomeadamente a série de dados da temperatura máxima do ar, gerando a partir destas séries de dados mensais, isto é, valor máximo mensal, valor mínimo mensal, média dos valores máximos mensais, o mesmo método foi aplicado para a série de dados da temperatura mínima do ar. A análise estatística das várias séries de dados mensais geradas, envolve a homogeneização local das séries, verificação da sua consistência, e análise da tendência (Fig.2).*

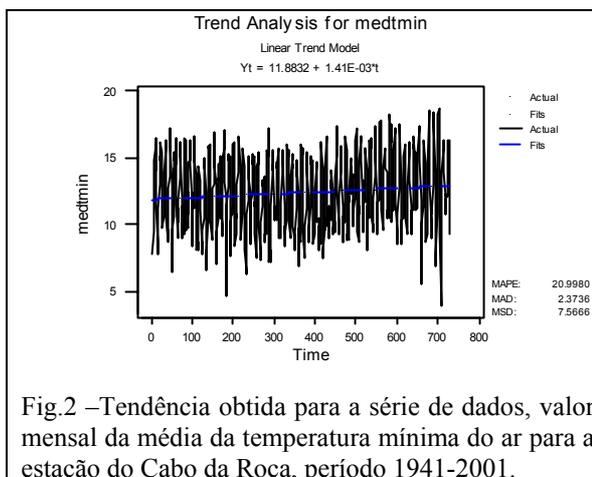


Fig.2 –Tendência obtida para a série de dados, valor mensal da média da temperatura mínima do ar para a estação do Cabo da Roca, período 1941-2001.

## 2 PARTE

*A segunda parte do trabalho utilizou os dados meteorológicos, das estações meteorológicas automáticas instaladas na região de Lisboa, com a integração em períodos de 10 minutos. Estes dados (mais concretamente da temperatura do ar) apresentam uma excelente resolução temporal e espacial permitindo a observação do fenómeno em estudo, “ilha de calor urbano”. Será realizada uma avaliação do comportamento do fenómeno nos níveis espaço-temporal e a sua interacção com outros parâmetros meteorológicos, designadamente a sua interacção com o campo do vento (intensidade e direcção).*

### References

- Antunes, S. (1998). 'Caracterização da Variabilidade Climática Interanual em Portugal Continental', Tese de Mestrado, FCUL.145 pp.  
M. Brunetti; et al. 'Urban heat island bias in average northern and central-southern Italian air temperature series', ICUCPO2.19.  
W. N. Venables, B. D. Ripley. 'Modern Applied Statistic with S', fourth edition.  
Richard S. Masika, 'Data Quality Control Methods', KMD

### Acknowledgements

The authors wish to thank the contributions of the Depts. of Net Observations and Climatology of the Portuguese Meteorological Institute.

## FORÇAMENTO RADIATIVO LOCAL DOS AEROSSÓIS EM ÉVORA

**Figueira, M. J.\*\*\*, Elias, T.\*\*, Silva, A. M.\***

\* Centro de Geofísica de Évora e Departamento de Física da Universidade de Évora

\*\*Centro de Geofísica de Évora

\*\*\* Aluna do Mestrado em “Clima e Ambiente Atmosférico” da Universidade de Évora

Desde o início da revolução industrial que têm sido introduzidas pelo homem quantidades significativas de gases e partículas na atmosfera que têm provocado alterações significativas na sua composição.

Os processos que dão origem a estes compostos são variados, e encontram-se em grande medida ligados à combustão de compostos orgânicos, sejam eles combustíveis fósseis ou biomassa. No primeiro caso pode referir-se a produção energética associada à actividade industrial, bem como a circulação automóvel; no segundo caso são de especial importância as queimadas praticadas de forma intensiva, em variados locais do globo.

Também a movimentação de terras, a desflorestação e a utilização intensiva dos terrenos provoca uma exposição dos mesmos aos agentes erosivos e como consequência a entrada de poeiras minerais na atmosfera.

Das regiões desérticas do Norte de África ou da região Arábica, e independentemente da intervenção humana, originam-se episódios de aerossóis, essencialmente constituídos por poeiras minerais, designados por aerossóis do deserto, cuja quantidade, à escala global, é muito significativa quando comparada com a quantidade global de partículas presentes na atmosfera..

Uma das principais grandezas que permitem quantificar o efeito das actividades humanas sobre o clima terrestre é o forçamento radiativo dos aerossóis (forçamento radiativo devido ao aumento dos aerossóis na atmosfera), normalmente determinado no topo da atmosfera (TOA) ou à superfície da Globo.

As partículas em suspensão na atmosfera, designadas por aerossóis têm um efeito, cuja magnitude é ainda fonte de grande incerteza, sobre o balanço radiativo da Terra, o qual mede a quantidade de energia radiante que fica retida à superfície do Globo, ou no topo da atmosfera. Em particular, o forçamento radiativo dos aerossóis assume um papel importante no que se refere à variação da energia radiante de pequeno comprimento de onda e não a todo o espectro radiante, podendo ser positivo ou negativo.

É importante salientar que a concentração de partículas é muito pequena quando comparada com a composição total da atmosfera.

Apesar disso, o seu efeito sobre o forçamento radiativo pode assumir uma grande magnitude e a alteração da sua concentração pode induzir alterações significativas no forçamento radiativo uma vez que o tamanho das partículas é da mesma ordem de grandeza do comprimento de onda no máximo da radiação solar (situada na região do visível) e a radiação solar é a única fonte de energia do nosso planeta. Qualquer perturbação aplicada a esta fonte pode provocar um efeito importante no balanço energético do planeta.

O forçamento radiativo,  $\Delta F$ , a nível local pode ser directamente obtido a partir de medidas de radiância, encontrando-se instalado no observatório do CGE – Centro de Geofísica de Évora, desde 2002, um radiómetro CIMEL que efectua medidas de radiância espectral (i.e. para comprimentos de onda predefinidos, 440nm, 670 nm, 870 nm e 1020 nm) automaticamente.

Um software já implementado no CGE permite obter dois parâmetros da equação de transferência radiativa, característicos dos aerossóis e climaticamente significativos, o “single scattering albedo” -  $\omega_0$ , e o “coeficiente de assimetria” -  $g$  - sem que seja necessário efectuar hipóteses sobre as propriedades microfísicas dos aerossóis. Relativamente ao primeiro parâmetro, tem sido efectuada uma caracterização dos valores de  $\omega_0$  a partir das medições de radiância efectuadas em Pietersburg (África do Sul), durante o ano de 2000 e em Évora (Portugal) no decurso do ano de 2002. Neste trabalho são apresentados alguns dos resultados já obtidos.

Uma outra grandeza desconhecida para o cálculo do forçamento radiativo é a reflectância da superfície -  $\rho_{\text{surf}}$  - que também é objecto de estudo no CGE. Este trabalho tem também como objectivo a análise do comportamento do parâmetro  $\omega_0$  com a variação da reflectância da superfície, sendo também apresentada a análise já efectuada para o caso de Pieterburg.

O conjunto de valores de  $\omega_0$  e de  $\rho_{\text{surf}}$  previamente calculados a partir das observações, permitem estimar os fluxos espectrais solares que atingem a superfície do Globo, recorrendo a modelos de transferência radiativa. Os valores de fluxo assim obtidos poderão ser validados com as medidas de fluxo espectral (medidos para o mesmo conjunto de comprimentos de onda acima referidos) efectuadas, para o mesmo período, com o radiómetro espectral “SHADOWBAND”, também instalado no CGE.

#### Bibliografia:

- Holben, B.N. *et al*, AERONET – A federated instrument network and data archive for aerosol characterisation, *Remote Sens. Environ.*, 66, 1-16, 1988
- Liou, Kuo-nan, *An introduction to Atmospheric Radiation*, Academic press, Inc, London, 1980
- Lenoble, Jaqueline, *Atmospheric Radiative transfer*, A. Deepak Publishing, Hampton, 1933

# CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS SINÓPTICAS E DE MESOSCALA DURANTE EPISÓDIOS DE POLUIÇÃO NA ÁREA DA GRANDE LISBOA

Clara Cristina Moita Lebre de Freitas

**Orientadores:** Prof. João Corte Real

Universidade de Évora

**Prof.** Francisco Ferreira

Universidade Nova de Lisboa (FCT)

## **Abstract**

Este trabalho tem como objectivo verificar se determinados episódios de concentração de partículas (PM 10 e PM 2.5) à superfície se poderão associar a situações meteorológicas típicas.

Foram analisados dados horários de concentrações de partículas à superfície -PM10 e PM2.5 - medidos nas estações da rede de qualidade do ar da Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo e que incluem estações pertencentes à aglomeração da área metropolitana Norte, à aglomeração da área metropolitana Sul, à aglomeração de Setúbal e à zona de Vale do Tejo e Oeste, no período de 1998-2002. As estações são classificadas de acordo com a directiva nº 1999/30/CE, do Conselho, de 22 de Abril, em estações de tráfego e de fundo (urbano ou regional).

Os valores de concentrações obtidos foram analisados com os valores limite legislados (D.L. nº 111/2002, de 16 de Abril). Neste período de 5 anos, foram identificados dias em que as concentrações excederam os valores limite, e destes seleccionou-se dias seguidos de poluição (episódios de poluição). Considerou-se episódio de poluição a persistência de mais de 2 dias com concentrações superiores ao valor limite em pelo menos 3 estações da rede de qualidade do ar.

Pretende-se associar os episódios de poluição às situações sinópticas/meteorológicas respectivas, com base em cartas sinópticas obtidas por reanálises do modelo global do Centro Europeu (ECMWF) e de um modelo de mesoscala (ALADIN ou RAMS), análise de trajetórias e observações meteorológicas locais .

## DEFORMAÇÃO VARISCA PROGRESSIVA NO SECTOR DE ADASSIL (ALTO ATLAS OCIDENTAL, MARROCOS)

**Mohamed Hadani**

O sector de estudo situa-se no domínio ocidental do Maciço Antigo do Alto Atlas. Localiza-se entre a Zona Axial e a Zona Subatlásica Setentrional. Estas duas zonas são delimitadas pela importante falha de El Medinat. Mais a norte, o acidente de Amizmiz separa a Zona Subatlásica Setentrional da planície aluvial de Haouz.

Os terrenos paleozóicos aflorantes no sector de estudo são intruídos por um maciço granítico de duas micas, hiper-aluminoso, com uma forma alongada segundo uma direcção próxima de NW-SE, sendo localmente subparalelo ao acidente de Adassil que constitui o prolongamento ocidental de El Medinat. A falha de Adassil materializa o contacto nordeste com o encaixante, cuja idade é atribuída ao Ordovícico. O granito de Tawirt é observado a oeste da intrusão de Medinat, ao longo de uma flexura longitudinal, entre os terrenos atribuídos ao Câmbrico inferior, Câmbrico médio provável e aos terrenos ordovícicos.

Do ponto de vista estratigráfico, o sector de estudo é dominado por uma fácies atribuída ao Câmbrico inferior, que é constituída por rochas vulcano-detríticas. Sobre esta fácies, a sudoeste do maciço intrusivo, assentam os xistos acetinados com intercalações gresosas, cuja datação provável aponta para o Câmbrico médio. Os terrenos ordovícicos são formados por xistos e grauvaques que se situam essencialmente a norte da falha de Adassil.

O estudo estrutural efectuado no sector de Adassil permite distinguir duas fases de deformação repartidas pela seguinte ordem cronológica:

⇒ A primeira fase de deformação,  $D_1$ , é sin-xistosa e progressiva. Ocorre repartida em dois episódios sucessivos no tempo:

◇ O episódio  $D_{1a}$ , precoce e correspondente ao dobramento maior, é expresso na zona estudada pelas dobras  $P_1$ , vergentes para NW, sin-xistosas e com amplitudes métricas, acompanhadas por uma xistosidade de fluxo, paralela ao plano axial, com direcção  $N40^\circ$ - $N50^\circ$  e inclinação próxima de  $50^\circ$  para SE. A lineação de estiramento é subparalela ao eixo do dobramento. Estas estruturas podem ser observadas nos afloramentos existentes na zona sul do sector de estudo. Estas dobras desenham à escala do Alto Atlas ocidental virgações próximas das zonas de cisalhamento  $N60^\circ$ - $70^\circ$  direitas.

◇ O segundo episódio de deformação  $D_{1b}$ , é tardio e consiste numa deformação menos dúctil que a anterior. Vai reactivar estruturas anteriores precoces. À escala do sector de estudo, manifesta-se pelo jogo de uma “megazona” de cisalhamento com direcção  $N120^\circ$ - $140^\circ$ , em regime transpressivo esquerdo e com partição da deformação ao nível da zona de cisalhamento de Adassil (ZCA). A deformação acentua-se de sul para norte, nas proximidades da ZCA e principalmente no encaixante sudoeste do maciço de Tawirt. Esta direcção é subparalela às estruturas cartográficas regionais.

⇒ Durante a segunda fase de deformação,  $D_2$ , assiste-se ao funcionamento esquerdo das zonas de cisalhamento  $N60^\circ$ - $70^\circ$ . No sector estudado esta deformação é a responsável pela separação cartográfica de estruturas como o maciço granítico de Tawirt e provavelmente a ZCA. No encaixante, em ambos os lados da falha de Adassil, a forma sigmóide da xistosidade corresponde a um indício da componente esquerda nas zonas de cisalhamento  $N60^\circ$ - $70^\circ$ . Esta deformação poderá corresponder à transição frágil-dúctil.

A deformação atlásica (alpina), é a responsável pela reactivação de algumas estruturas anteriores variscas. No sector estudado, a zona de cisalhamento de Adassil vai ser retomada pela falha de Adassil que materializa o prolongamento da falha de El Medinat para oeste. Esta última terá sido reactivada como falha inversa para norte. Assim e neste contexto o bordo nordeste do granito vai rejogar como falha inversa.

O estudo da relação metamorfismo–deformação indica que a instalação do granito de Tawrirt é sin a tardi cinemática por comparação com a fase sin-xistosa tardia  $D_{1b}$ .

**RELATION DU MAGMATISME, DÉFORMATION ET MINÉRALISATIONS AU  
SECTEUR D'AZEGOUR  
(HAUT ATLAS OCCIDENTAL – MAROC)**

**Youssef Hendaq**

O granito de Azegour é um granito hiperaluminoso que intrui as formações do Câmbrio inferior a médio no sector norte-central do Alto Atlas ocidental ao longo de cisalhamentos direitos Hercínicos com orientação N70.

O Sistema de Informação Geográfica baseado na colheita de dados de campo e a projeção no diagrama de Patterson da distribuição das mineralizações, demonstram que estas encontram-se alinhadas ao longo de duas direcções preferenciais. A primeira família, que já encontrava-se descrita na bibliografia, têm direcção principal N-S, enquanto que a segunda família ENE é associada aos cisalhamentos N70, e é descrita no presente trabalho. Este resultado pode indicar a localização de mineralizações ainda não descobertas no Alto Atlas ocidental e nas regiões vizinhas.

# VALIDAÇÃO DAS SIMULAÇÕES DO MODELO DE CIRCULAÇÃO GERAL MUGCM POR COMPARAÇÃO COM DADOS DAS “REANALYSIS” DO NCEP/NCAR

**Carlos Marques<sup>1</sup>, Alfredo Rocha<sup>2</sup> e João Corte-Real<sup>3</sup>**

<sup>1 e 2</sup> Departamento de Física, Universidade de Aveiro

<sup>3</sup> Centro de Geofísica, Universidade de Évora.

Pretende-se aplicar um método de "downscaling" dinâmico das simulações do modelo de circulação geral da Universidade de Melbourne (MUGCM) com o sistema *RAMS*, para simular a precipitação e a temperatura à superfície em Portugal Continental. Antes da aplicação do método de “downscaling”, é necessário, ou é pelo menos sensível e aconselhável, uma avaliação da capacidade do modelo de circulação geral (MUGCM) em simular o clima global. Assim, chega-se ao conceito de validação das simulações do modelo MUGCM, sendo esta efectuada através da confrontação dos resultados do modelo com os dados das “reanalysis” do NCEP/NCAR. Nesta validação são usados métodos simples, como comparações visuais entre mapas de isolinhas de determinadas variáveis (precipitação, temperatura, geopotencial, etc.), e métodos estatísticos, como por exemplo, análise em componentes principais (PCA) e análise em factores (FA). Será apresentado um resumo dos principais resultados desta validação.

Palavras-chave: MUGCM, Reanalysis, Validação, PCA, FA.

<sup>1</sup> cfernandes@fis.ua.pt, <sup>2</sup> arocha@fis.ua.pt, <sup>3</sup> jmcr@uevora.pt

# EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO SIMULADOS PELO MODELO REGIONAL *HIRHAM4* PARA A EUROPA CENTRAL E MEDITERRÂNEO NO VERÃO (JAS) DO HEMISFÉRIO NORTE

S. M. Mendes <sup>1</sup>

Centro de Geofísica de Évora, Departamento de Física, Universidade de Évora smendes@uevora.pt

Cheias e inundações de grande dimensão tendo como consequência elevados danos materiais e perdas de vida podem ser o resultado de importantes eventos extremos de precipitação. Por esta razão é relevante determinar a variação do carácter deste eventos extremos em relação a uma alteração climática induzida por um aumento da concentração de gases com efeito de estufa. Investigou-se o impacto desta alteração climática na intensidade e duração dos eventos de precipitação intensa através de um modelo regional de clima (RCM), de alta-resolução (50 km) designado por *HIRHAM4* numa área que cobre todo o continente europeu. As duas simulações realizadas pelo modelo atrás referido, ambas para um período de 30 anos, são: a simulação de controlo (1961-1990) e a simulação transiente (2071-2100), ambas conduzidas por condições fronteira provenientes do modelo de circulação global atmosférico de larga escala *HadAM3H* do Hadley Centre. Os resultados desta investigação mostraram que, apesar de se verificar um decréscimo da precipitação média no Verão (Julho, Agosto, Setembro - JAS) numa região europeia relativamente grande em ambos os cenários, existe um aumento da quantidade de precipitação que excede o percentil 95, na maioria dos casos excedendo inclusive o percentil 99, em quase toda a região objecto de estudo. Quanto mais elevado for o percentil da precipitação diária, maior é o aumento da quantidade de precipitação, tendo uma incidência mais relevante no cenário futuro, mais quente e mais seco.

*Palavras-chave:* clima, modelo regional, extremos, precipitação

<sup>1</sup> Trabalho realizado no âmbito do Projecto Europeu PRUDENCE – Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects – sob a orientação do Dr. Jens Hesselberg Christensen – Danish Meteorological Institute – DMI e do Professor João A. Corte-Real, Universidade de Évora.

**ESTUDO DA CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA DE VERÃO SOBRE A REGIÃO DE LISBOA**  
**INTERACÇÃO ENTRE A BRISA DE MAR, OS EFEITOS DE ILHA URBANA, A OROGRAFIA E A PRESENÇA DO ESTUÁRIO.**

**Jorge Neto, Rui Salgado, Heitor Reis**

Pretende-se com este estudo simular a evolução da atmosfera sob diferentes tipos de superfície de modo a identificar diferentes contribuições (estuário, cidade, orografia) na circulação local/regional de verão sobre Lisboa.

Escolheu-se para o efeito um dia quente de verão associado a uma situação sinóptica correspondente a um anticiclone e de calma à superfície, de modo a melhor isolar os fenómenos de mesoscala.

O método de trabalho baseia-se na realização de um conjunto de simulações numéricas com o modelo atmosférico de mesoscala Meso-NH. Numa primeira fase, para validação do modelo do modelo, lançaram-se simulações com uma resolução de 9 Km cobrindo uma área de 288 por 288 Km e com os parâmetros de superfície determinados a partir da base de dados ecoclimap, que pretende apresentar a situação real. Os resultados da simulação foram comparados com os dados de sondagens aerológicas e de observações meteorológicas de superfície com o intuito de afinar as parametrizações do modelo.

Numa segunda fase ao modelo com a configuração anterior é aninhado (nested) um modelo com uma resolução mais fina que apresenta uma cobertura de 96 por 96 Km de área (resolução de 3 Km) o que permite explorar melhor a zona da Cidade de Lisboa.

Seguidamente, efectuam-se simulações com o mesmo forçamento atmosférico e diferentes superfícies: sem a presença do estuário, sem a presença de orografia e sem a presença da cidade.

Por último, analisam-se os resultados procurando identificar o efeito de cada um na circulação local/regional de Lisboa.

## ESTUDO DA DINÂMICA DA PRECIPITAÇÃO EM SÃO TOMÉ E PRÍNCIPE

**Manuel Penhor<sup>1</sup>, Luiz Carlos Molion, Paulo Sérgio Lucio**

Departamento de Física, Universidade de Évora. Rua Romão Ramalho, 59. 7000-671.

A precipitação é a variável climática mais importante nas regiões tropicais. Sua variabilidade interanual, com eventos de precipitações extremas ou de secas severas, afectam a vida das populações em todas as atividades sociais e econômicas bem como em sua segurança. O objectivo deste trabalho é o estudo da dinâmica da precipitação na Ilha de São Tomé e dos factores que contribuem para a sua variabilidade. Existem poucos estudos efectuados sobre precipitação no continente africano, em particular para a África Ocidental e Oriental. Porém, para a região São Tomé e Príncipe – o Golfo da Guiné não foi encontrado nenhum estudo dessa natureza. A localização geográfica de São Tomé e Príncipe, ilhas do Golfo da Guiné localizadas entre as coordenadas 0–1°N e 6–7°E, pressupõe a existência de um clima húmido com precipitação durante todo o ano. Observações sugerem que em São Tomé e Príncipe existem dois períodos bem definidos, um correspondente a nove meses (Outubro a Maio), caracterizado por precipitação e temperatura elevadas, e outro de três meses (Junho a Agosto) correspondente à estação seca. Anomalias ou desvios da precipitação relativamente ao comportamento médio são notórias. Na apresentação, será feita uma análise do regime de precipitação, com base nos dados observados e disponibilizados pelo Instituto de Meteorologia de São Tomé e Príncipe, em cinco estações meteorológicas: Aeroporto (0° 23'N; 6° 43'E), Morro da Trindade (0° 18'N; 6° 41'E), Boa Nova (0° 20'N; 6° 39'E), Agostinho Neto (0° 22'N; 6° 39'E) e Lagoa Amélia (0° 17'N; 6° 36'E); para determinar sua climatologia e as possíveis causas de sua variabilidade interanual. A análise dos factores de variabilidade anual e anomalias provocadas pela precipitação, tomará como referência os dados observados da estação do Aeroporto para o período de 50 anos (1951-2000), além de dados das reanálises do National Centers for Environmental Prediction (NCEP), com o domínio de 10°S-10°N e 10W-20E, utilizando precipitação, temperatura da superfície do mar (TSM), pressão ao nível do mar e fluxo de radiação de ondas longas (ROL). Serão apresentados resultados utilizando métodos estatísticos adequados através do software MINITAB™, versão 13 além do software de visualização gráfica Grid Analysis and Display System (GrADS™), do Center for Ocean-Land-Atmosphere Interaction (COLA). Na análise exploratória, foram efectuadas análises comparativas das séries dos valores médios anuais de precipitação para as diferentes estações e para verificar a existência da relação directa entre a precipitação e a localização (altitude) das estações (Fig. 1 e 2); o forçamento orográfico parece ser um factor determinante nessa variação. Com os dados de reanálise do NCEP, será verificada a possível relação existente entre a variabilidade interanual da precipitação e a TSM dos Oceanos Atlântico e do Pacífico, em particular com relação aos fenómenos El Niño e La Niña.

**Palavras-chave:** precipitação, sistemas produtores de chuva, ROL.

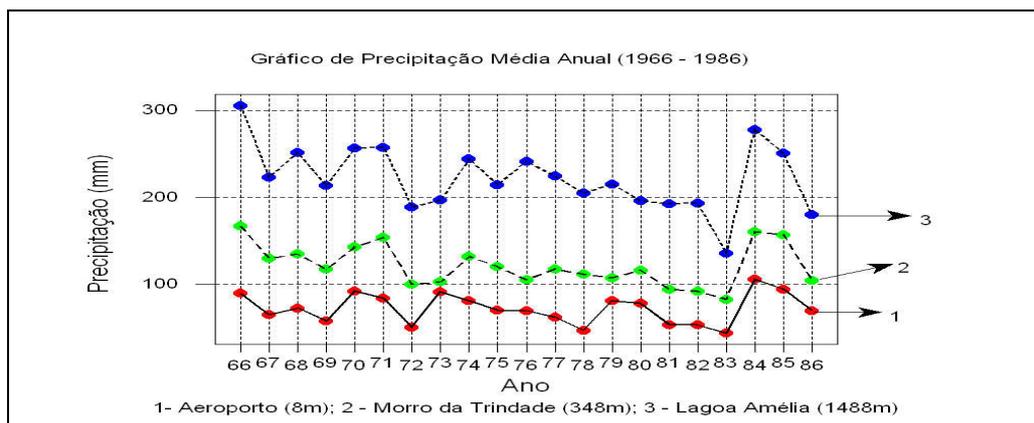


Fig. 1 – Precipitação média anual de três estações localizadas em diferentes altitudes

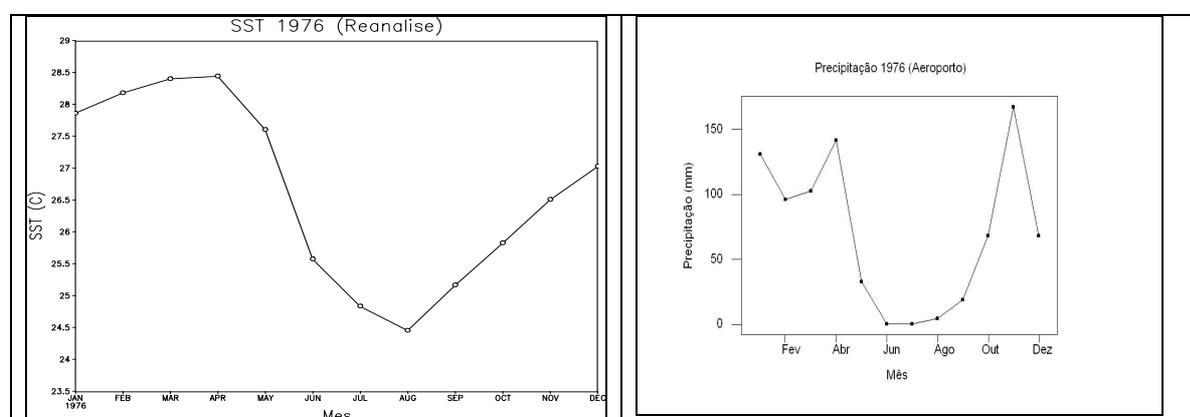


Fig. 2 – Precipitação média mensal para 1976: a) Reanalise (1°N; 6°E) b) Observados (Aeroporto)

<sup>1</sup>Contacto: manuelpenhor@hotmail.com

## MEDIÇÃO DE ESPESSURAS ÓPTICAS ESPECTRAIS EM ÉVORA COM UM RADIÓMETRO MFRSR-7

Sérgio Pereira<sup>1</sup>, Paola Formenti<sup>2</sup>, Ana Maria Silva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro de Geofísica de Évora, Departamento de Física, Universidade de Évora –  
Rua Romão Ramalho, 59, 7000-671 Évora, Portugal  
e-mail: pereirasergio@sapo.pt

<sup>2</sup>Laboratoire Interuniversitaire des Systèmes Atmosphériques (LISA)  
Faculté des Sciences et Technologie, 61 avenue du Général de Gaulle,  
94010 Créteil Cedex, France

Os aerossóis são partículas em suspensão (no estado sólido, líquido ou gasoso) na atmosfera, e podem ter origem natural - se pensarmos em cinzas vulcânicas, tempestades de areia ou sais marítimos - ou antropogénica, isto é, derivada da acção humana. É aceite que a influência dos aerossóis no balanço radiativo, e assim no clima, deriva fundamentalmente das suas propriedades de interacção com a radiação solar e na alteração de propriedades das nuvens ao poderem actuar como núcleos de condensação.

Évora, cidade com cerca de 60.000 habitantes, fica situada numa zona predominantemente agrícola e de baixa densidade populacional a cerca de 140 km a sudeste de Lisboa. A sua localização permite que fique frequentemente sujeita a aerossóis de origem continental (rural ou poluição urbana), e que fique sob influência periódica de poeiras minerais vindas do Norte de África e esporadicamente sob a influência de poluição vinda do Norte da Europa ou devido a incêndios. Neste trabalho apresentam-se as medições de espessuras ópticas espectrais de aerossóis,  $\tau_a(\lambda)$ , realizadas em Évora (38°34'N; 7°54'W ) desde Fevereiro de 2002 até Fevereiro de 2003 bem como o coeficiente de Angstrom, calculados a partir das espessuras ópticas observadas. Estas grandezas permitem fazer uma primeira caracterização física dos aerossóis que atingem esta região, nomeadamente no que se refere à sua natureza e origem.

As medições são efectuadas com um radiómetro *Multifilter Rotating Shadowband Radiometer* (MFRSR-7, Yankee Environmental Systems, Turner Falls) instalado no observatório do Centro de Geofísica de Évora (altitude ~ 300 m). O MFR mede as componentes difusa e total da radiação solar espectral e calcula a componente solar directa espectral por diferença (pesada com o coseno do ângulo zenital) das anteriores. O instrumento dispõe de 7 canais espectrais: 415, 500, 613, 670, 867 e 940nm ( 10nm FWHM ) e um *broadband* (300-1100 nm), não sendo este último utilizado no cálculo das espessuras ópticas. As medições são efectuadas cada 15s e são armazenadas médias de 1 min.

A medição das espessuras ópticas espectrais é precedida por uma calibração Langley, com a finalidade de obter a irradiância espectral extraterrestre  $I_0(\lambda)$ , isto é, extrapolada para o topo da atmosfera ( $Wm^{-2}nm^{-1}$ ). Este processo requer ausência de nuvens e condições atmosféricas estáveis como garantia de poder obter espessuras ópticas constantes. Os valores de  $I_0(\lambda)$  por nós obtidos são comparados com os correspondentes valores fornecidos por *The Neckel and Labs, 1984* ([HTTP://RREDC.NREL.GOV/SOLAR/PUBS/SPECTRAL/MODEL/T2-1.HTML](http://rredc.nrel.gov/solar/pubs/spectral/model/t2-1.html)). Os desvios padrões de  $I_0(\lambda)$  por nós obtidos variaram entre 3% para 867 nm e 5% para 415 nm, sendo portanto considerados aceitáveis e permitindo-nos considerar que o instrumento está em condições de nos poder fornecer os valores das espessuras ópticas espectrais dos aerossóis. Os dados disponíveis para o período em análise sugerem a existência de diversas situações resumidas no quadro seguinte alusivo às espessuras ópticas de aerossóis para 500 nm, 867 nm e ao coeficiente de Angstrom,  $\alpha$ .

| situação             | $\tau_a(500)$ | $\tau_a(867)$ | $\alpha$ |
|----------------------|---------------|---------------|----------|
| limpo                | <0.06         | <0.04         |          |
| background           | 0.07-0.13     | 0.05-0.06     | 0.8-1.7  |
| Continental/poluição | >0.13         |               | >1.0     |
| poeira do deserto    | >0.13         |               | <1.0     |

No conjunto do período estudado existe um predomínio de situações entre a atmosfera limpa e a situação de background, sendo que cerca de um terço dos dias se apresentaram com espessuras ópticas médias acima de 0.13 (para 500 nm) sendo assim considerados como contendo aerossóis.

#### Bibliografia

- Harrison, L. C., Michalsky, J. J. and Berndt, J. 1994. *Automatic multifilter rotating shadow-band radiometer: an instrument for optical depth and radiation measurements*. Appl. Opt. 33, 5118-5125
- Paola Formenti. 2000. *Measurements of aerosol properties in the troposphere*. (PhD. Thesis)

Agradecimentos: Agradece-se ao Prof. Dr. Guenter Helas (Max Planck Institute for Chemistry, Mainz, Germany) a cedência do MFRSR-7, sem o qual não seria possível a realização deste trabalho.

Palavras chave: radiometria, aerossóis, espessura óptica, calibração de Langley

# **CARTOGRAFIA DE GRANITÓIDES: ANÁLISE DA ORIENTAÇÃO PREFERENCIAL DE FELDSPATOS NA INTERPRETAÇÃO DE MECANISMOS DE FLUXO MAGMÁTICO (GRANITÓIDE GROSSEIRO PORFIRÓIDE DE ÉVORA)**

**Cristina Ribeiro**

Aluna do Mestrado em Cartografia Geológica, Dep.Geociências, Univ. Évora, cris\_imr@sapo.pt

A área em estudo, localizada no maciço de Évora (Carvalhosa, 1983), fazendo parte dos domínios ocidentais da Zona de Ossa Morena, na cidade de Évora (Alto de São Bento), inclui afloramentos de granitóides (~300 Ma - biotite, F. Mendes 1968) de granularidade média, de grão fino e de grão grosseiro porfiróides, com encraves, que são cortados por uma rede de filões pegmatíticos e aplíticos de natureza granítica (e.g. Barros et al. 1969 - Carta Geológica de Portugal 1:50 000, folha 40-A Évora). Estes granitóides são intrusivos em terrenos de alto grau metamórfico do maciço de Évora (e.g. Pereira et al. 2003) e estão afectados por um sistema de falhas com comportamento frágil.

Considerando em particular os granitóides grosseiros porfiróides (GGP), que afloram junto aos moinhos e nas pedreiras do Alto de São Bento, verificamos que ocorrem como corpos estratiformes sub-horizontais intruídos em granitóides de granularidade média (GGM), com contactos geralmente bruscos, bem definidos, e com espessuras superiores a 1,5 – 3 m. Observa-se nestas rochas ígneas uma textura caracterizada pela presença de fenocristais de feldspatos (6,0-1,0 cm) numa matriz de feldspato+quartzo+biotite±anfíbola±mica de granularidade mais fina (0,5-0,1 cm).

Com o objectivo de se estudar e verificar qual o significado possível da orientação preferencial das formas (SPO-“Shape preferred orientation”) e distribuição do tamanho (CSD-Crystal-size distribution”) dos fenocristais de feldspato foi realizada cartografia de detalhe à escala do afloramento em áreas pré-seleccionadas, segundo dois sistemas de três planos perpendiculares entre si (um horizontal e dois verticais): N300-N30 e N270-N360. Nestas superfícies definiram-se linhas amostrais horizontais e verticais ao longo das quais foram medidos o comprimento e largura dos fenocristais, o ângulo entre o comprimento do fenocristal e a linha sub-horizontal que materializa das margens do corpo de GGP (nas superfícies verticais) e o ângulo do comprimento do fenocristal e a linha sub-horizontal que resulta da intersecção da superfície vertical onde se observa uma anisotropia bem marcada. Procedeu-se também à cartografia da geometria de filões pegmatíticos e aplíticos que cortam os GGP, considerando o registo das variações de orientação e espessura e finalmente, mediram-se a dimensão e a orientação de encraves de natureza ígnea.

Relativamente aos dados dos feldspatos procedemos a uma exploração estatística preliminar, através da uma aplicação da técnica  $R_f / \Phi$  que se utiliza para caracterização da deformação finita, através de grãos em rochas deformadas, com o objectivo de se avaliar a existência de padrões de distribuição espacial dos fenocristais por dimensões e por concentrações. Os resultados são aplicados à definição de modelos geométricos 2-D que servem de indicadores para a interpretação do mecanismo que contribuiu para o alinhamento mecânico de cristais inequidimensionais de feldspato (sedimentação, compacção e fluxo laminar) e que caracterizam o fluxo magmático nestas rochas ígneas.

## **CARTOGRAFIA DAS UNIDADES DO JURÁSSICO INFERIOR DO ANTICLINAL DE CABEÇA GORDA (SOURE).**

**Rodrigo Camargo Rocha**

Este trabalho é baseado numa cartografia à escala 1:5.000 em suporte de Sistema de Informação Geográfica do anticlinal de Cabeça Gorda, situado a oriente do diapiro de Soure.

Os novos conhecimentos da estratigrafia regional do Jurássico inferior, permitiram evidenciar estruturas inéditas que por sua vez, possibilitaram uma análise cinemática indicando a ocorrência de duas fases de deformação:

Fase 1 - Ocorre provavelmente no Caloviano tendo como possível causa a instalação de uma almofada de sal.

Fase 2 - Deformação Miocénica mais intensa que a anterior, responsável pela actual disposição das litologias no anticlinal de Cabeça Gorda.

A fase 2 ocorre de acordo com um regime transpressivo esquerdo, observando-se uma rotação de 30° no sentido horário do campo de tensões Bético.

É realizado um estudo teórico detalhado sobre deformação finita de amonóides, com desenvolvimento de uma técnica inédita através do uso do programa Japhy 1.0. A aplicação desta técnica em exemplares colhidos na região, sugere a inexistência de deformação intra blocos, sendo esta concentrada ao longo das falhas.

Também é apresentado um perfil com o intuito da futura realização de uma biostratigrafia fina para verificar se existe sincronismo temporal de algumas unidades com relação às existentes na região.

# VARIABILIDADE CLIMÁTICA DA PRECIPITAÇÃO NA REGIÃO DE GUINÉ-BISSAU – A SITUAÇÃO SINÓPTICA E A INFLUÊNCIA DOS SISTEMAS CONVECTIVOS

**Fernando Baial Sambú<sup>1</sup>, Iracema Fonseca de Albuquerque Cavalcanti**

Departamento de Física, Universidade de Évora. Rua Romão Ramalho, 59. 7000-671. Évora, Portugal

A precipitação é uma das variáveis meteorológicas mais importantes nas regiões Tropicais e que mais afecta as actividades humanas; por este motivo, é importante realizar um estudo detalhado dos processos que influenciam o comportamento da mesma, evidenciando os sistemas ou situações atmosféricas responsáveis pelo excesso de chuva ou secas. A Guiné-Bissau é um País situado na Costa da África Ocidental nas Latitudes de 10°N-12,3°N e Longitudes de 13,3°W-16,8°W. É caracterizada por um clima tropical húmido, com duas estações anuais bem definidas: período seco (Dezembro a Maio) e chuvoso (Junho a Novembro). Observa-se que o regime de precipitação na região e a variabilidade interanual estão associados à dinâmica da Zona de Convergência Inter tropical (ZCIT) cujo deslocamento latitudinal e intensidade são funções da estação do ano e da Temperatura da Superfície do Mar (TSM), respectivamente. Normalmente a ZCIT migra sazonalmente da sua posição mais ao norte, aproximadamente 12°N, em Agosto-Setembro para posições mais ao Sul, aproximadamente 4°S, em Março-Abril. Outros factores determinantes do regime da precipitação na Guiné-Bissau, são os principais centros de acção regionais semi-permanentes, tais como os Anticiclones dos Açores e de Santa Helena, situados no Oceano Atlântico, respectivamente, a Norte e a Sul do Equador, e uma Baixa Térmica que se instala sobre o Sahara nesta época do ano, além das circulações das monções. O objectivo deste trabalho é fazer uma análise da variabilidade de precipitação em Guiné – Bissau, destacando os meses de chuva acima da média durante a estação chuvosa, e identificando os períodos de grande actividade convectiva na região para estudar a contribuição de distúrbios convectivos nessa variabilidade interanual. Os dados utilizados são valores médios mensais da precipitação observada para um período de 23 anos (1980-2002) em cinco estações meteorológicas da Guiné-Bissau: Gabu (14°14'W;12°17'N), Bissau Observatório (15°36'W 11° 51'N), Bissorã (15° 27'W 12° 13'N), Buba (15° 00'W 11° 36'N) e Canchungo (16° 02'W 12° 04'N), além de radiação de grande comprimento de onda (OLR), da NOAA, reanálises do NCEP/NCAR e imagens de satélite para a região do Atlântico Tropical. Para alcançar os objectivos deste trabalho, primeiramente analisou-se o regime de precipitação da Guiné-Bissau, assim como suas anomalias, utilizando o software MINITAB. Em seguida, foram seleccionados os meses com precipitação acima da média na região e criados gráficos de anomalias diárias de OLR, utilizando o software de visualização gráfica GrADS (Grid Analysis and Display System).

Resultados preliminares indicam que os regimes de precipitação em todas as estações analisadas têm ciclos anuais (Fig. 1) bem marcados, com a precipitação concentrada nos meses de Verão do Hemisfério Norte, que é o período de maior convecção, sendo os meses mais chuvosos Julho, Agosto e Setembro. Os dados das séries temporais das anomalias da OLR diárias para esse período mais chuvoso indicam os dias com valores extremos negativos que estão associados ao aumento da convecção e da precipitação na região. Os dias seleccionados são analisados através dos campos atmosféricos, que descrevem a situação sinóptica correspondente, e também através de imagens de satélite para identificar os distúrbios convectivos.

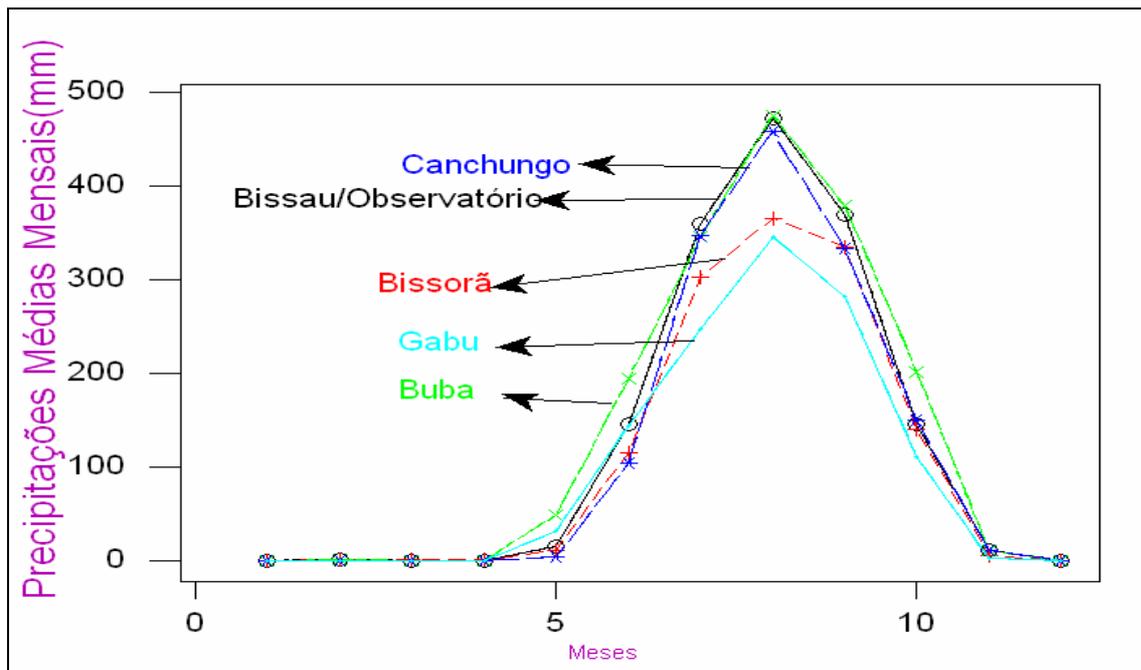


Figura 1 – Precipitação média mensal durante os anos de 1980 a 2002

*Palavras-chave: anomalia, variabilidade, precipitação, situações sinópticas.*

<sup>1</sup> Contacto: ferbas2000@hotmail.com

## **Resumos dos Workshops**

## **Workshop 1.1:**

### **VIAJANDO PELO INTERIOR DA TERRA**

Mourad Bezzeghoud; Rosa Duque, Bento Caldeira, António Correia, José Borges  
Centro de Geofísica de Évora / Departamento de Física da Universidade de Évora

A Terra o nosso planeta, embora o mais antigo laboratório simultaneamente palco e objecto de fascinantes produtos do labor científico, continua a ser o fértil campo de trabalho de uma das áreas de investigação mais activas e mais actuais: As Ciências da Terra. Dentro destas ciências, a Geofísica Interna procura conhecer a estrutura e evolução do interior planeta, através do estudo das suas manifestações registadas à superfície ou muito perto dela.

Como qualquer objecto material, a Terra é fonte de um campo gravítico : Como varia esse campo? Quais são as interacções gravitacionais com os outros corpos do sistema solar? Qual a relação entre estas interacções, o seu campo, e a forma da Terra?

Os sismos e os vulcões recordam-nos que a Terra é um planeta activo : qual é o motor deste actividade? Quais são as leis desta actividade? Qual é a intensidade das forças mecânicas no interior da Terra?

A Terra é um planeta que possui um campo magnético próprio, comportando-se como um magnete gigante com pólos bem determinados: qual é a origem deste campo? Este campo deixa marcas nos materiais da superfície terrestre? Qual é a sua história? O que o influencia?

A produção de calor pelo planeta é provada pelo aumento da temperatura com a profundidade: como funciona a máquina térmica terrestre? Qual o percurso do calor interno até chegar à superfície? Que se passa com a quantidade de calor recebida pelo Sol? A Terra sólida aquece ou arrefece no seu conjunto?

A aposta na investigação destas questões, mais do que um exercício ao gosto pelo conhecimento, é um desafio à sobrevivência. A continuação do nível de conforto que hoje usufruímos só é viável mediante um modelo de utilização inteligente dos recursos do planeta. Este aproveitamento terá, forçosamente, que ser feito sem prejuízo do equilíbrio natural.

## **Workshop 2.1**

### **DINÂMICA NÃO-LINEAR EM FÍSICA, GEOFÍSICA E CIÊNCIAS BIOFÍSICAS**

**David Berry**

Dep.de Física da Univ. Évora /CGE

A dinâmica não-linear tem actualmente grande impacto numa variedade de aplicações desde o estudo do comportamento atmosférico até à análise de fenómenos biológicos e económicos. Despertou a imaginação do público sob o nome de caos. Este workshop tem por objectivo apresentar algumas técnicas usados para estudar sistemas caóticos em física, na geofísica e nas ciências biofísicas.

## **Workshop 1.2**

### **O CICLO DA ENERGÉTICA DA CIRCULAÇÃO GERAL DA ATMOSFERA. DUAS PERSPECTIVAS**

João Corte-Real, A. Heitor Reis

Tema 1: São introduzidas as diferentes formas de energia presentes na atmosfera e discutidas as transformações energéticas e mecanismos físicos associados, em condições gerais e de equilíbrio hidrostático. Em seguida, são apresentados diferentes ciclos da energética à escala planetária, bem como as estimativas observacionais das diferentes formas de energia e de taxas de conversão. Finalmente, é discutido o mecanismo da circulação geral da atmosfera.

*João Corte-Real*

Tema 2: *Teoria Constructal da circulação geral e do clima.* O Princípio Constructal (A. Bejan) estabelece que todos os sistemas de fluidos desenvolvem arquitecturas de circulação dos fluidos que minimizam a resistência à circulação, no quadro dos constrangimentos de cada sistema. Este princípio é aplicado à circulação latitudinal da atmosfera de período longo e permite definir as células de convecção (Hadley, Ferrel e Polar) além de outras variáveis climatológicas de interesse (temperaturas médias, coeficientes de transporte, velocidade do vento, etc.). O mesmo princípio é aplicado à circulação diurna entre o hemisfério iluminado e o não iluminado, usando o Número de Ekman como parâmetro de optimização. A optimização indica uma diferença de 7K entre as temperaturas dos dois hemisférios e valores de variáveis climatológicas consistentes com as obtidas na análise de longo período e com os valores observados.

*A. Heitor Reis*

## Workshop 2.2

### MÉTODOS DE ANÁLISE DE ROCHAS DEFORMADAS.

Manuel Francisco Pereira<sup>(a)</sup>, Rui Dias<sup>(a)</sup>, António Alexandre Araújo<sup>(a)</sup>

<sup>(a)</sup>Grupo de Tectónica / Centro de Geofísica de Évora, Departamento de Geociências, Universidade de Évora

#### *Tema 1*

### **TÉCNICAS DE ANÁLISE DA DEFORMAÇÃO EM ROCHAS DE ALTO GRAU METAMÓRFICO: GNAISSES, MIGMATITOS E ROCHAS IGNEAS ASSOCIADAS (TERRENOS DE ALTO-GRAU METAMÓRFICO DE ÉVORA)**

M. Francisco Pereira

A cartografia estrutural em terrenos de alto-grau metamórfico, que é potencialmente complexa, tem como objectivo principal a definição da geometria e das relações de idade entre diferentes rochas (gnaisses, migmatitos e granitóides associados) de modo a compreender a relação existente entre a deformação, o metamorfismo e as intrusões ígneas e interpretar os mecanismos que actuam nestes níveis da litosfera.

De modo a ser possível decifrar os padrões estruturais compósitos destes terrenos de alto-grau metamórfico é necessário recorrer a técnicas de cartografia de detalhe à escala do afloramento de modo a produzir mapas de pormenor fundamentais para a recolha de dados representativos desta realidade tão complexa. Nestes terrenos as características estratigráficas (estruturas primárias) estão praticamente obliteradas pelo desenvolvimento de estruturas secundárias associadas à deformação, à diferenciação metamórfica com fusão parcial e à génese e instalação de magmas anatóticos, cuja complexidade do padrão estrutural das relações é ampliado substancialmente se estivermos localizados numa zona de cisalhamento. Nestas zonas onde se concentra a deformação observa-se a sobreposição de estruturas secundárias com desenvolvimento de dobramento heterogéneo, estiramento, fracturação, fabrics planares, figuras rotacionais, fendas de dilatação, em processos que são contínuos no tempo ao acompanhar o fluxo dos materiais rochosos envolvidos neste sistema.

A cartografia estrutural de pormenor revela-se de extrema importância se aplicada a áreas onde os afloramentos apresentam excelente exposição como é o caso do escolhido para este estudo, localizado no rio Almansor em Montemor-o-Novo. Fazendo parte dos terrenos de alto-grau metamórfico de Évora este afloramento expõe de forma clara, ao longo de 120 m uma transição entre metatexitos e diatexitos no contacto com granitóides do maciço de Hospitais.

Na margem sul deste rio foi seleccionada uma banda de 3-4 m de largura por 105 m de comprimento, onde se desenhou uma rede de amostragem com o objectivo de medir a frequência, orientação e tipo de elementos observados (bandas de melanossoma, bandas de leucossoma, filões máficos, filões ácidos, zonas de cisalhamento, enclaves, angulo de rotação dos enclaves, dobras, angulo de simetria das dobras, etc).

Os dados colhidos foram alvo de: (1) tratamento digital e gráfico; (2) técnicas exploratórias de estatística com o objectivo de observar tendências e de constatar o tipo de relações entre os diferentes elementos observados; (3) estudo para interpretação do papel do desenvolvimento das estruturas secundárias numa zona de cisalhamento, na instalação de rochas ígneas associadas aos processos de fusão.

*Tema 2*  
**O RELEVO E A TECTÓNICA RECENTE**  
António Alexandre Araújo

As formas de relevo ao longo da Superfície Terrestre resultam da interacção entre os agentes da Geodinâmica Externa (rios, pluviosidade, clima, correntes marinhas, dinâmica litoral, ventos, etc.) e da Geodinâmica Interna (Tectónica).

Existem várias regiões do Globo em que a relação entre a Geodinâmica Interna e a morfologia da crosta terrestre é evidente. Estas regiões, com um relevo geralmente muito acidentado, correspondem a zonas de intensa actividade tectónica (fronteiras de placas), que se traduz por forte actividade sísmica, frequentemente acompanhada por vulcanismo. Por outro lado, existem também vastas regiões (cratões) em que a actividade tectónica é praticamente nula. Nestes casos é a Geodinâmica Externa que assume o papel principal na modelação do relevo, tornando-o progressivamente mais aplanado.

Apesar da proximidade a uma fronteira de placas, a actividade tectónica em Portugal Continental, pode considerar-se fraca a moderada. Nestas circunstâncias as interferências entre os agentes da Geodinâmica Interna e Externa acentuam-se, a análise do relevo torna-se mais complexa e é mais difícil separar as formas de relevo resultantes da actividade tectónica recente, de outras, herdadas de uma tectónica antiga.

Apresentam-se algumas metodologias a usar na análise do relevo para a identificação de acidentes topográficos potencialmente relacionados com a tectónica recente, referem-se alguns recursos actualmente disponíveis na Internet para este tipo de estudos, bem como algumas das metodologias de estudo complementares (geológicas e geofísicas), importantes para a confirmação ou negação dos resultados obtidos pela análise do relevo.

*Tema 3*  
**FRACTURAÇÃO TARDI-VARISCA; UMA RESPOSTA A MUDANÇAS  
REOLÓGICAS DA LITOSFERA**  
R. Dias

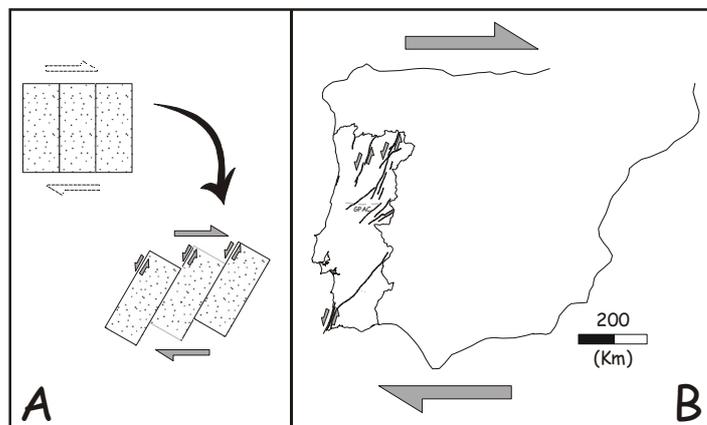
A principal fase de deformação responsável pela génese da Cadeia Varisca conduziu à formação do super-continente Pangeia. Os dados estruturais de ordem geométrica, cinemática e dinâmica, bem como a generalidade das reconstituições paleogeográficas evidenciam uma colisão oblíqua direita entre a Laurásia e as placas mais a sul, Gondwana e Huno.

Devido à formação do Arco Ibero-Armoricano, a deformação na Península Ibérica faz-se então essencialmente sob um regime transpressivo esquerdo dúctil, activo desde o Devónico, nas zonas mais internas, até ao Carbónico superior, nas zonas mais externas.

Ao mesmo tempo, a existência de grandes anisotropias E-W a ENE-WSW no sector de Marrocos condicionam fortemente a deformação. Os blocos entre os acidentes evidenciam um regime essencialmente compressivo dúctil, enquanto que estes apresentam uma cinemática predominantemente direita. À semelhança do que acontecia na Península Ibérica, também aqui a idade da deformação principal varia desde o Devónico, nas zonas internas até ao Carbónico superior, nas zonas mais externas.

No que diz respeito à deformação existente na transição Carbónico-Pérmico, assiste-se a uma mudança significativa nos regimes de deformação actuante. O espessamento crustal associado à formação da Cadeia Varisca já tinha sido significativamente reduzido pela erosão seguida de recuperação isostática; os últimos incrementos do processo de colisão entre as placas é então

conseguido de uma forma essencialmente frágil. No entanto, a falta de marcadores estratigráficos tem dificultado a interpretação cinemática das estruturas activas durante aquilo que se convencionou chamar deformação tardi-varisca. Com efeito, nem sempre é fácil de separar aquilo que são movimentações paleozóicas do rejogo dos acidentes durante o Alpino. Estudos recentes, realizados em sectores escolhidos da Costa Vicentina (Portugal) e Alto Atlas ocidental (Marrocos) permitiram caracterizar a cinemática das estruturas tardi-variscas aí existentes, que se traduz em ambos os casos, pelo predomínio dos desligamentos esquerdos NNE-SSW a NE-SW. A combinação destes dados com o que se conhece de outros sectores do orógeno Varisco em Portugal e Marrocos, permitem avançar com um modelo para a deformação tardi-Varisca. O regime então actuante pode ser explicado por uma situação de rotação rígida direita de blocos, condicionada pela actuação das grandes zonas de cisalhamento direitas E-W, em regime frágil a dúctil-frágil.



Estas estruturas tardi-variscas, tanto as falhas NNE-SSW como as E-W, desempenharam um papel crucial durante o processo de abertura do Atlântico.



Notas:

---

---

---

---

---

---

---









