

# 6º ENCONTRO DE ASTRÓNOMOS AMADORES (LISBOA, 22 DE ABRIL DE 2006)

Pedro Ré e Guilherme de Almeida

Decorreu no dia 22 de Abril de 2006, nas instalações do Colégio Militar (CM), em Lisboa, o 6º Encontro de Astrónomos Amadores (6.º EAA) organizado pela Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores (APAA). O referido encontro surge na sequência de quatro anteriores, realizados em 1999 (Faro, Parque Natural da Ria Formosa, 20/21 de Março), 2001 (Sta. Maria da Feira, Visionarium, 24/25 de Março), 2003 (Avis, Auditório Municipal, 26/27 de Abril) e 2005 (Colégio Militar, Lisboa, 30 de Abril). Todos os encontros foram subordinados ao mesmo tema unificador "Astronomia de Amadores em Portugal".

Pretendeu-se reunir os astrónomos amadores portugueses e promover o intercâmbio de ideias e a troca de experiências acumuladas. Para melhor alcançar as finalidades pretendidas o formato seguido durante o 6.º EAA foi distinto do utilizado nos encontros anteriores. Esta edição do evento foi constituída por comunicações sobre astronomia de amadores com uma duração de 30 min e por "workshops" relativos aos mesmos temas. A realização de "workshops" subordinados aos temas das diversas palestras permitiu que se passasse da teoria à prática, o que se revelou bastante eficaz.

As comunicações decorreram sem alterações ao programa e a participação foi elevada. As diversas pausas para café e o almoço, que também decorreu nas instalações do Colégio Militar, permitiram uma ampla troca de impressões entre os participantes. Apesar de o tempo não ter colaborado (choveu copiosamente no dia do encontro em Lisboa) foi possível demonstrar o funcionamento de algum equipamento de observação solar, nomeadamente: filtros solares, prismas de Herschel, filtros H-alfa e PST (Personal Solar Telescope). Um dos "workshops" mais concorridos foi animado pelo nosso colega Alcaria Rego que demonstrou ao vivo o funcionamento de um telescópio PST por ele modificado: o APST (Alcaria's Personal Solar Telescope), <http://clientes.netvisao.pt/joaqreggo/APST.html>). As sessões de trabalho foram igualmente muito participadas: colimação, webcams e superfícies planetárias, asteróides, imagens CCD do céu profundo (ver caixa com o programa do encontro).

Durante o 6.º EAA estiveram representadas no local três firmas revendedoras de material de observação astronómica (telescópios e acessórios), que expuseram o seu material e prestaram esclarecimentos sobre o mesmo. Foram igualmente realizadas sessões de demonstração de material utilizado pelos astrónomos amadores (e.g. instrumentos de observação, equipamento, software, etc). Como conclusão podemos afirmar que o 6.º EAA foi um sucesso. Participaram no encontro cerca de 75 astrónomos amadores e o evento foi inteiramente gravado em vídeo digital pelo nosso colega Nicolas Cuvillier.

## PROGRAMA DO 6º ENCONTRO DE ASTRÓNOMOS AMADORES

9:00/10:00h – recepção dos participantes

10:00h – Sessão de Abertura

### Palestras

10:30h -11:00h – Observação e fotografia solar - Pedro Ré

11:00h -11:30h – Equilíbrio aperfeiçoado de montagens equatoriais - Guilherme de Almeida.

*Pause Café* 11:30h – 12:00h

### Palestras

12:00h - 12:30h – Superfícies planetárias e webcams - Paulo Casquinha

12:30h - 13:00h – Fotometria CCD de asteróides - Rui Gonçalves.

*Almoço* 13:00h - 15:00h (refeitório CM)

### Palestras

15:00h - 15:30 – Astrofotografia CCD do céu profundo - Luís Ramalho

*Pausa Café* 15:30- 14:00h

*Workshops* a funcionar (em simultâneo)

(14:00 – 19:00h)

(W1) Observação e fotografia solar – Pedro Ré e Alcaria Rego

(W2) Superfícies planetárias e webcams – Paulo Casquinha, Ricardo Nunes e Paulo Coelho

(W3) Fotometria CCD de asteróides– Rui Gonçalves

(W4) Astrofotografia CCD do céu profundo – Luís Ramalho, Pedro Ré

(W5) Colimação – Guilherme de Almeida



## Agradecimento

A Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores agradece à Direcção do CM por nos ter acolhido mais uma vez nas suas instalações. Agradece igualmente ao Sr. Leonel Tomás (no anfiteatro) e ao Sr. Mário Couzinho (pelo almoço servido com requinte aos participantes no evento). Já com 203 anos de existência, o Colégio Militar localiza-se no Largo da Luz, em Lisboa (telefone 217 142 171), e fornece um ensino de elevada qualidade do 5.º ao 12.º ano de escolaridade, em regime de internato. Contrariamente ao que muitas pessoas supõem, o CM, tutelado pelo Ministério da Defesa, não se destina apenas a filhos de militares (que são menos de 1/3 da sua população escolar) nem os seus alunos têm de seguir uma carreira militar (só uma escassa minoria segue esse propósito).

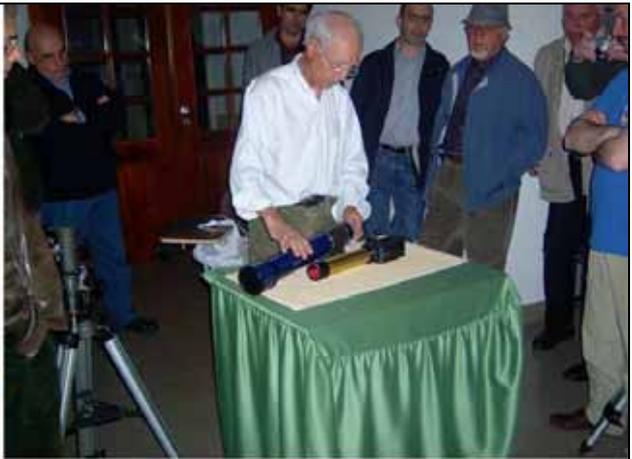


*Fotografias do 6.º Encontro de Astrónomos Amadores.*

- 1- Mesa da sessão de abertura, onde estão presentes, da esquerda para a direita, Pedro Ré, presidente da APAA, Ernesto Gomes, (professor Decano do CM) e Guilherme de Almeida, professor do CM e membro da APAA;
- 2- Aspecto da assistência do 6EAA;
- 3- Palestra de Pedro Ré (Observar e Fotografar o Sol);
- 4- Palestra de Guilherme de Almeida (Equilíbrio aperfeiçoado de montagens equatoriais);
- 5- Palestra de Paulo Casquinha (Superfícies planetárias e webcams);
- 6- Palestra de Rui Gonçalves (Fotometria CCD de asteróides). Fotografias de Luís Ramalho.



Revendedores de Equipamento astronómico presentes no 6.º EAA: Astrofoto – <http://www.astrofotoportugal.com>;  
Perseu – <http://www.perseu.pt>; Galáctica – <http://www.gem51.com>. Fotografias de Raimundo Ferreira e Luís Ramalho.



"Workshops" sobre observação e fotografia solar (por Alcaria Rego), colimação (por Guilherme de Almeida) e processamento de imagens astronómicas (por Paulo Casquinha, Ricardo Nunes e Paulo Coelho). Fotografias de Raimundo Ferreira e Luís Ramalho.

# A INTERACÇÃO OLHO-OCULAR: O AFASTAMENTO DA PUPILA DE SAÍDA E A POSIÇÃO DE OBSERVAÇÃO

Guilherme de Almeida  
[g.almeida@vizzavi.pt](mailto:g.almeida@vizzavi.pt)

Neste artigo abordam-se alguns dados úteis sobre o conceito de *afastamento da pupila de saída* (ou relevo ocular) e apresentam-se algumas conclusões eventualmente inesperadas sobre a prática deste mesmo conceito. Na primeira parte definirei o conceito de pupila de saída; na segunda parte procurarei apresentar termos consagrados e utilizáveis em alternativa a nomes menos felizes que por vezes se utilizam; na terceira parte apresentarei conclusões sobre um facto pouco conhecido mas de consequências interessantes na observação visual da Lua e dos planetas.

## 1. A pupila de saída

Em qualquer telescópio, usado para observação visual, há sempre uma *objectiva* (espelho, lente ou sistema misto de lentes e espelhos). A objectiva produz, do objecto observado, uma imagem muito nítida (imagem primária) que o olho do observador vai examinar, auxiliado pela *ocular*. Esta ocular actua como uma lupa de elevada qualidade e é constituída por várias lentes. Mas a ocular também forma uma pequena imagem da objectiva (Fig. 1), situando-se tal imagem um pouco atrás da última das lentes que constituem a ocular. Essa imagem da objectiva, *produzida pela ocular* é a *pupila de saída*. Na realidade, é pela pupila de saída que passa toda a luz que o telescópio admitiu. E é na pupila de saída que o feixe luminoso que emerge da ocular apresenta a secção transversal mínima.

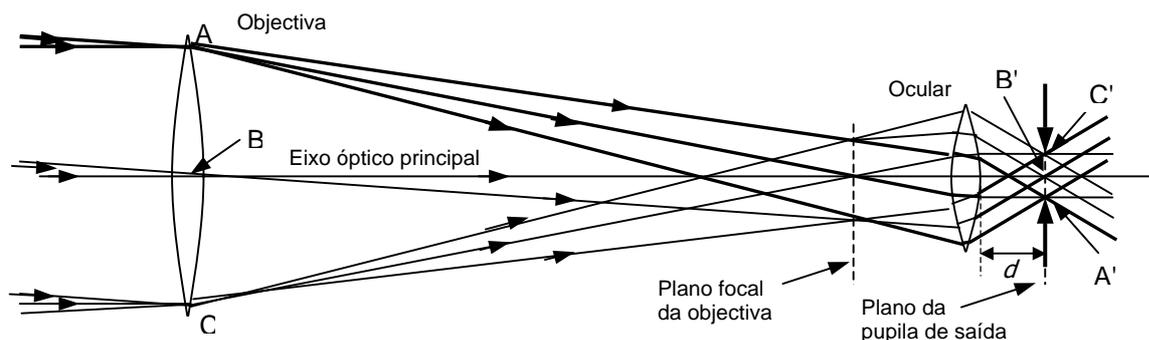


Fig. 1. Formação da pupila de saída. Os pontos A', B' e C' (na pupila de saída) são as imagens dos pontos A, B e C da objectiva. A objectiva e a ocular foram representadas como lentes simples e  $d$  é o afastamento da pupila de saída. Os raios luminosos vindos do ponto A foram evidenciados. Guilherme de Almeida (2006).

CONVÉM RECORDAR QUE O DIÂMETRO DA PUPILA DE SAÍDA ( $d_s$ ) PODE SER DADO POR UMA DAS SEGUINTE EQUAÇÕES:

$$d_s = \frac{D}{A} \quad \text{ou} \quad d_s = \frac{f_{oc}}{(f_{ob}/D)},$$

ONDE  $D$  É A ABERTURA DO TELESCÓPIO,  $A$  É A AMPLIFICAÇÃO,  $f_{oc}$  REPRESENTA A DISTÂNCIA FOCAL DA OCULAR E  $f_{ob}$  É A DISTÂNCIA FOCAL DA OBJECTIVA DO TELESCÓPIO. O FACTOR  $(f_{ob}/D)$  É, PORTANTO, A RAZÃO FOCAL DO TELESCÓPIO.

## 2. O afastamento da pupila de saída

O "afastamento da pupila de saída" é um termo que designa a distância entre a pupila de saída de um telescópio e a última superfície óptica da ocular [a distância  $d$  na Fig. 2(a)], entendendo-se como "última superfície óptica" aquela que se encontra mais próxima do olho do observador. O afastamento da pupila de saída depende do tipo de ocular, da sua distância focal e, em menor grau, depende ainda da distância focal da objectiva do telescópio.

Na língua inglesa o termo é conhecido como *eye relief* e tem a vantagem de só utilizar 2 palavras, ao passo que "afastamento da pupila de saída", embora seja uma designação perfeitamente adequada, peca por ser demasiado longa. Na língua francesa os termos mais utilizados são: *relief d'oeil* (idêntico ao nosso "relevo ocular", *distance d'oeil* e ainda *tirage d'anneau oculaire*, designação igualmente clara pois "tirage", em francês, sugere uma distância).

Há outra designação usada em português, "relevo ocular", que é particularmente feliz e só usa 2 palavras. Os dois termos que acabo de referir serão, em português, os mais convenientes: descrevem a grandeza referida, com clareza,

independentemente de serem mais ou menos longos. Na língua portuguesa há quem utilize a designação "alívio de olho" ou alívio do olho", que parecem ser pouco apropriados pois sugerem algo que alivia, ou atenua dores ou sintomas, um pouco como um medicamento que tira, alivia ou acalma alguma dor ou incómodo...

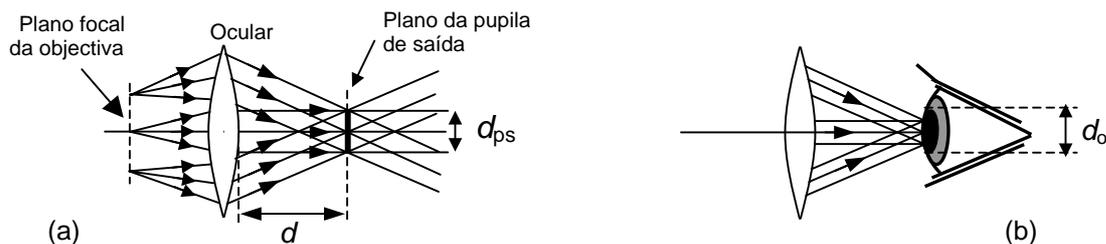


Fig. 2. Pormenor do lado direito da figura 1 e caracterização de alguns elementos referidos no texto. Note-se que os raios luminosos vindos de cada ponto observado (no plano focal da objectiva) emergem da ocular e chegam ao olho como feixes de raios paralelos de largura aproximadamente igual à da pupila de saída. Guilherme de Almeida (2006).

### 3. A pupila do olho e as observações exigentes

É sabido que a pupila do olho humano (pupila ocular) regula automaticamente o seu diâmetro de acordo com a luz que recebe e que esse diâmetro varia aproximadamente entre 2 mm e 7 mm. No entanto, as regiões marginais do sistema óptico do olho (principalmente as da córnea) são opticamente menos perfeitas do que as regiões centrais. É também nas regiões periféricas da córnea que o astigmatismo (se existir) é mais notório.

Pelas razões apontadas, o olho só se pode considerar praticamente perfeito (do ponto de vista óptico), quando a sua pupila mede menos do que 1 mm de diâmetro. Se for maior, as aberrações do sistema óptico do nosso órgão visual serão mais evidentes e o desempenho óptico do olho será inferior. Por isso, nas observações exigentes da Lua e dos planetas devem utilizar-se pupilas saída de 0,6 mm ... 1 mm. Nestas condições, ainda que a pupila do olho tenha mais de 1 mm de diâmetro, a parte utilizada da pupila do olho terá menos de 1 mm de diâmetro, devido à pequena pupila de saída. As observações do céu profundo constituem um caso diferente, que permite o uso de maiores pupilas de saída, pois o poder separador do olho é inferior devido ao uso da visão nocturna (visão escotópica): as suas imperfeições ópticas passam despercebidas nesse "modo de utilização".

### 4. Até que distância da ocular se pode colocar o olho do observador?

Há uma particularidade curiosa sobre o relevo ocular. Se o campo aparente da ocular não for muito grande e se, nas condições de uso, o diâmetro da pupila do olho for maior do que o diâmetro da pupila de saída, na verdade o observador pode ver todo o campo aparente que a ocular disponibiliza, sem necessidade de aproximar o olho à distância correspondente ao afastamento da pupila de saída".

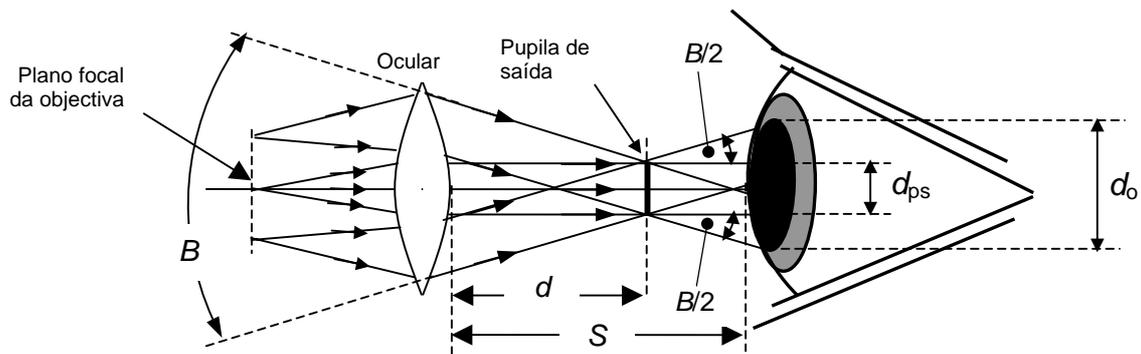
Sejam (Fig. 3):

- $B$  — campo aparente da ocular;
- $d$  — afastamento da pupila de saída;
- $r_o$  — medida do raio da pupila do olho, nas condições em que observa;
- $d_o$  — diâmetro da pupila do olho, nas condições em que observa;
- $r_{ps}$  — medida do raio da pupila de saída do telescópio, com essa ocular;
- $d_{ps}$  — diâmetro da pupila de saída do telescópio, com essa ocular;
- $S$  — distância máxima da última superfície óptica da ocular até à córnea do olho do observador, de modo que a totalidade do campo dessa ocular ainda seja visível.

Como se pode ver na Fig. 3, o olho do observador ainda capta a totalidade dos raios luminosos úteis (vindos do campo da ocular) quando está à distância máxima  $S$ , medida entre a última superfície óptica da ocular e a córnea do olho, dada por

$$S = d + \frac{(r_o - r_{ps})}{\tan(B/2)} \quad \text{ou seja, como } r_o = d_o/2 \text{ e } r_{ps} = d_{ps}/2, \quad S = d + \frac{(d_o - d_{ps})}{2 \tan(B/2)} \quad [\text{Equação (1)}]$$

Nestas condições, o observador poderá ainda ver todo o campo que a ocular oferece.



**Fig. 3.** Ilustração explicativa da equação 1, nas condições da Fig. 2 (b). Para maior clareza, o diâmetro da pupila de saída foi exagerado. Veja-se que a distância  $S-d = (r_o - r_{ps}) / \tan(B/2)$ . Guilherme de Almeida (2006).

Por exemplo, se a pupila de saída tiver 1 mm de diâmetro (situação normal numa observação planetária), com  $B/2=22^\circ$  (caso de uma ocular ortoscópica típica, que tem  $B=44^\circ$ ) sendo o afastamento da pupila de saída de 4 mm (admitindo um caso severo) e considerando que o diâmetro da pupila do olho mede 4,4 mm, teremos

$$S = 4 + \frac{(4,4 - 1,0)}{2 \tan(22^\circ)} = 8,2 \text{ mm.}$$

Se diâmetro da pupila de saída fosse  $d_{ps}=0,8$  mm, com  $d_o=4,9$  mm, a equação (1) determinaria uma distância  $S$  ainda maior, de 9,1 mm. Como se pode ver, a distância  $S$  é nestes casos bastante superior a  $d$ . De facto, depois da pupila de saída, o feixe emergente da ocular volta a "abrir" (Fig. 3), mas o olho ainda captará todos os raios luminosos a uma distância superior, dentro de certos limites, se a pupila do olho for maior do que a pupila de saída, como sucede nestes casos. Na observação nocturna, é fácil a pupila do olho ser maior do que a pupila de saída do telescópio e medir 4,4 mm de diâmetro quando se observa um planeta. Na observação da Lua o olho recebe mais luz e a pupila fecha mais. Refazendo o exemplo anterior para a pupila do olho com 2,2 mm de diâmetro, já teremos:

$$S = 4 + \frac{2,2 - 1,0}{2 \tan(22^\circ)} = 5,5 \text{ mm.}$$

Mesmo assim, é bastante mais do que os 4 mm do afastamento da pupila de saída suposto para essa ocular. Como a equação (1) mostra, o acréscimo  $S-d$  é mais vantajoso (maior) quando a ocular tem pouco campo aparente e quando o olho (nas condições em que observa) apresenta uma pupila bastante maior do que a pupila de saída do telescópio. Vejamos, por exemplo, o caso (desvantajoso) de uma ocular com  $60^\circ$  de campo aparente e os mesmos 4 mm de relevo ocular, com  $d_{ps}=1,6$  mm,  $d_o=2,0$  mm:

$$S = 4 + \frac{2,0 - 1,6}{2 \tan(30^\circ)} = 4,3 \text{ mm.}$$

Como era de esperar, desta vez pouco se ganhou. Pelas razões apontadas, nas observações nocturnas (e nas condições favoráveis), a distância do olho à ocular pode ser bastante maior do que o valor estipulado para o afastamento da pupila de saída da ocular utilizada, continuando o observador a poder ver todo o campo da ocular. Essa distância poderá ser ainda maior se o observador não precisar de ver todo o campo aparente da ocular, como sucede na observação de planetas.

Poder-se-á argumentar que nas condições referidas na Fig. 3a pupila o olho está a ser utilizada em toda a sua abertura, diminuindo as capacidades visuais (pelas razões invocadas na secção 3 deste artigo). Na verdade esse argumento não é válido pois, embora toda a pupila receba luz, a imagem de *cada ponto observado* é obtida utilizando uma pequena parte da pupila cujo diâmetro é igual ao da pupila de saída. Por razões de clareza, o diâmetro da pupila de saída foi muito exagerado na referida Fig. 3.

**Referências:**

Guilherme de Almeida — *Telescópios*, Plátano Editora, Lisboa, 2004.

# COMO PODEMOS MELHORAR UM PST

Alcaria Rego

Quando este pequeno/grande telescópio solar apareceu no mercado, fiquei com a esperança de que, se algum dia viesse a adquirir um exemplar, talvez fosse possível fazer alguma alteração para *tirar maior partido* do filtro  $<1 \text{ \AA}$  deste equipamento, de 40 mm de abertura. De facto, a primeira coisa que salta à vista é que o filtro *EtaLON* não está à entrada, junto à objectiva, tal como nos modelos *SolarMax*, já existentes. Na entrada, tudo levava a acreditar que apenas estaria a objectiva. Contudo, havia algumas considerações a ter em conta, uma vez que se tratava de um telescópio solar. Como poderia ser afectada a banda passante do ETALON no caso de uma troca de objectiva, pura e simples? Seria esta uma objectiva com características muito especiais?

Por outro lado, nem tudo é mau numa pequena abertura de 40 mm, pois a turbulência será muito menos sentida do que com aberturas superiores.

Mas o desejo (natural) de poder observar melhor os pormenores, leva-nos sempre a desejar maiores aberturas, ainda que isso signifique menos dias bons de observação, como já sabemos.

Por isso, decidi ir em frente com a tentativa de modificar o meu PST.

Quando se lê a informação disponível da Coronado sobre o equipamento, fica-se com a ideia de que é constituído por três partes distintas: a: objectiva; b: filtro Etalon; c: filtro de rejeição (ERF).

Mas na realidade, se retirarmos o ERF, a banda passante deixa de ser  $<1 \text{ \AA}$ , como foi constatado não apenas por mim, mas também por outros que tiveram a mesma ideia de experimentar alterar o PST, o que nos leva a crer que a banda estreita é conseguida à custa dos dois filtros: Etalon e ERF.

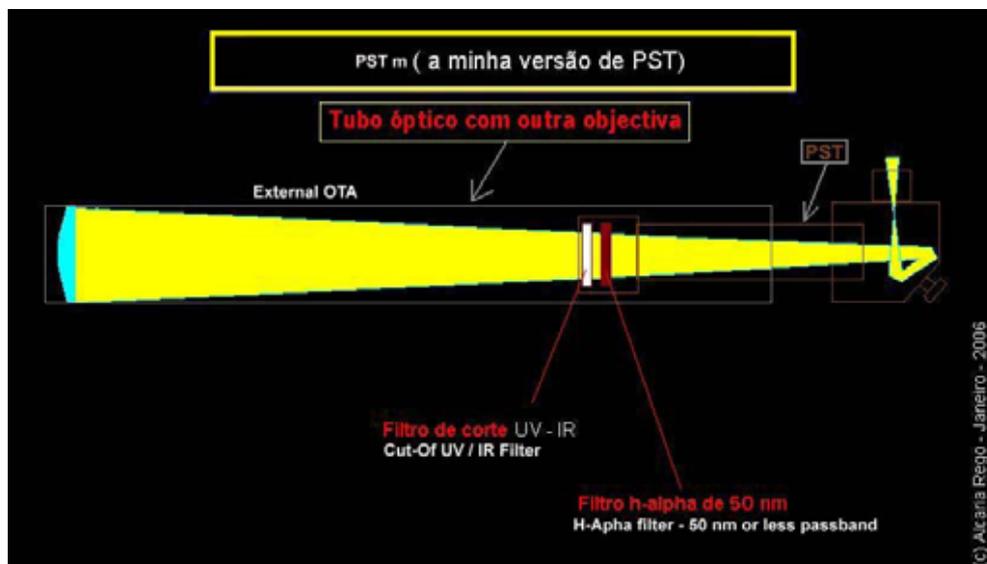
Logo, este conjunto não poderia ser alterado, o que apenas nos deixava a troca da objectiva, e neste ponto, a dúvida era como seria o comportamento do Etalon/ERF com outra objectiva.

E nestas coisas, nada melhor do que experimentar (digo eu).

Para começar, precisamos garantir a continuidade não só da integridade dos filtros, como também a segurança da observação directa. Da análise feita à objectiva original, concluí que esta apenas *deixa passar* luz fria e apenas a faixa visível na zona H-Alpha. Mesmo sem ter podido confirmar, acredito que também devem estar *bloqueados* os UV. Para que estas condições se mantenham, terão de se instalar no lugar da objectiva, dois filtros:

- 1- Filtro de corte UV/IR;
- 2- Filtro *passa-banda* H-Alpha de 50 nm ou menos.

No entanto, é bem possível que um simples filtro vermelho, dos usados em fotografia possa ter um desempenho aceitável. É também fundamental ter em conta a relação F/D da objectiva original:  $F = 10$  (40/400). Pequenas variações para um "F" superior ( $F=10,5$  a  $F=11$ ) não afectam a qualidade da imagem. Variações para um "F" inferior a 10 não são aconselháveis e devem ser evitadas. As razões pelas quais não devemos afastar muito do relação f/d original, têm a ver com o ângulo de incidência do feixe luminoso no ETALON, e para o qual este foi *otimizado*. Assim, construí duas versões: A - 70/700 mm ( $F=10$ ) com uma objectiva acromática vulgar. B - 115/1200 mm ( $F \sim 10,5$ ) com a minha objectiva de lente simples do Solaris 1. A troca de um conjunto para outro é feita em poucos minutos, bem assim como a *reposição* da objectiva original, de modo a que seja sempre possível dispor do PST na *versão de origem*. Devo ainda referir que esta minha versão **não** transforma um PST num SolarMax. Continua, como é obvio, a ser um equipamento particularmente vocacionado para a observação de proeminências e outros fenómenos que ocorrem no limbo solar, e não são observáveis em luz integral. Mas a troca da objectiva original por outra de maiores abertura e distância focal, traduz-se numa melhoria sensível em termos de resolução de detalhes, permitindo assim um bem melhor aproveitamento dos filtros do PST.





Chave artesanal para  
desmontagem da objectiva

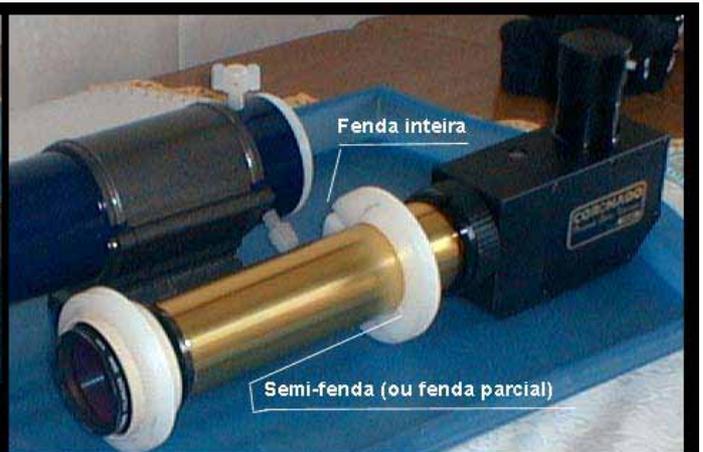


(c) Alcária Rego - Janeiro 06



Conjunto pronto a instalar num outro tubo óptico

(c) Alcária Rego - Janeiro 06



O alinhamento óptico do conjunto, é garantido por dois anéis em Nylon com dimensões interiores justas ao tubo do PST e dimensões exteriores justas ao interior do OTA externo. O anel frontal é inteiro e o anel trazeiro é fendido (depois de pronto) de um lado e semi-fendido do lado oposto para poder entrar no tubo do PST sem precisar de retirar o bloco da objectiva. (tem um efeito de dobradiça) Os três parafusos em Nylon (ou teflon) colocados a 120 graus, servem para fixar o PST, garantindo a posição e segurança. Nota : os anéis mostrados nesta imagem pertencem à versão 115/1200 mm .

(c) Alcária Rego - Janeiro 2006

PSTm 70\_700 mm (Janeiro - 2006) (c) Alcaria Rego



PSTm 115\_1200 mm  
(c) Alcaria Rego

Janeiro - 2006

# UM MÉTODO SIMPLES DE AQUISIÇÃO E PROCESSAMENTO DE UM MOSAICO DE 9X9 ELEMENTOS DA NEBULOSA ROSETA (NGC 2244)

António Peres Gomes & Pedro Ré

No presente artigo descrevemos de um modo sucinto os métodos utilizados na aquisição e processamento de um mosaico com 9 x 9 imagens da nebulosa Roseta (NGC 2244). A aquisição das imagens foi feita com o Programa MaximDL/CCD. A difícil tarefa de calibração e alinhamento dos diversos elementos do mosaico foi efectuada com o programa RegiStar 1.0, sem recorrer a qualquer outra ferramenta. Os ajustes finais do mosaico foram levados a cabo utilizando o filtro DDP do MaximDL, duas *Curves* do Photoshop CS2 e o removedor de grão do programa NeatImage.

## 1. Equipamento utilizado:

|                          |                                       |
|--------------------------|---------------------------------------|
| OTA                      | Takahashi FS102 f/8                   |
| Montagem                 | Paramount ME                          |
| Câmara                   | SBIG ST-10XM, roda de filtros CWF8A   |
| Filtros                  | Astronomik Halpha 13 nm + RGB Type II |
| Focador                  | JMI Smart Focus (auto-focagem)        |
| Aquecimento da Objectiva | Kendrick Premier Power Controller     |
| Ecran iluminado          | Adirondack – 13" Flat fielder         |

## 2. Software utilizado:

|   |   |
|---|---|
| Planetário/controlo da montagem<br>Paramount ME | TheSky 6 + TPoint v 6.0.0.40                        |
| Aquisição de Imagem                             | MaximDL/CCD v 4.53                                  |
| Focagem   | FocusMax v 3.3.6                                    |
| Controlador de Temperatura                      | Kendrick software                                   |
| Processamento de Imagem                         | RegiStar 1.0 v 1.07                                 |
|   | Adobe Photoshop CS2 v 9.0                           |
|   | Debloomer Plugin para MaximDL v 1.2.7 (Ron Wodaski) |

## 3. Preparação inicial no TheSky 6.

|     |                   |   |
|-----|-------------------|---|
| 3.1 | Posicionar Cursor | Posicionar o cursor na nebulosa NGC 2244 fazendo click sobre o objecto.   |
| 3.2 | Marcar mosaico    | <i>Tools/Mosaic</i><br><br>Marcar no TheSky6 um mosaico 3 linhas por 3 colunas com sobreposição de 10% e centrado na nebulosa NGC 2244 com as seguintes opções:<br><br><i>Visible ON</i><br><i>Rows 3</i><br><i>Columns 3</i><br><i>Percent Overlap 10.0</i><br><i>Get From Virtual Sky</i><br><i>Get Geometry From My FOVI</i> |

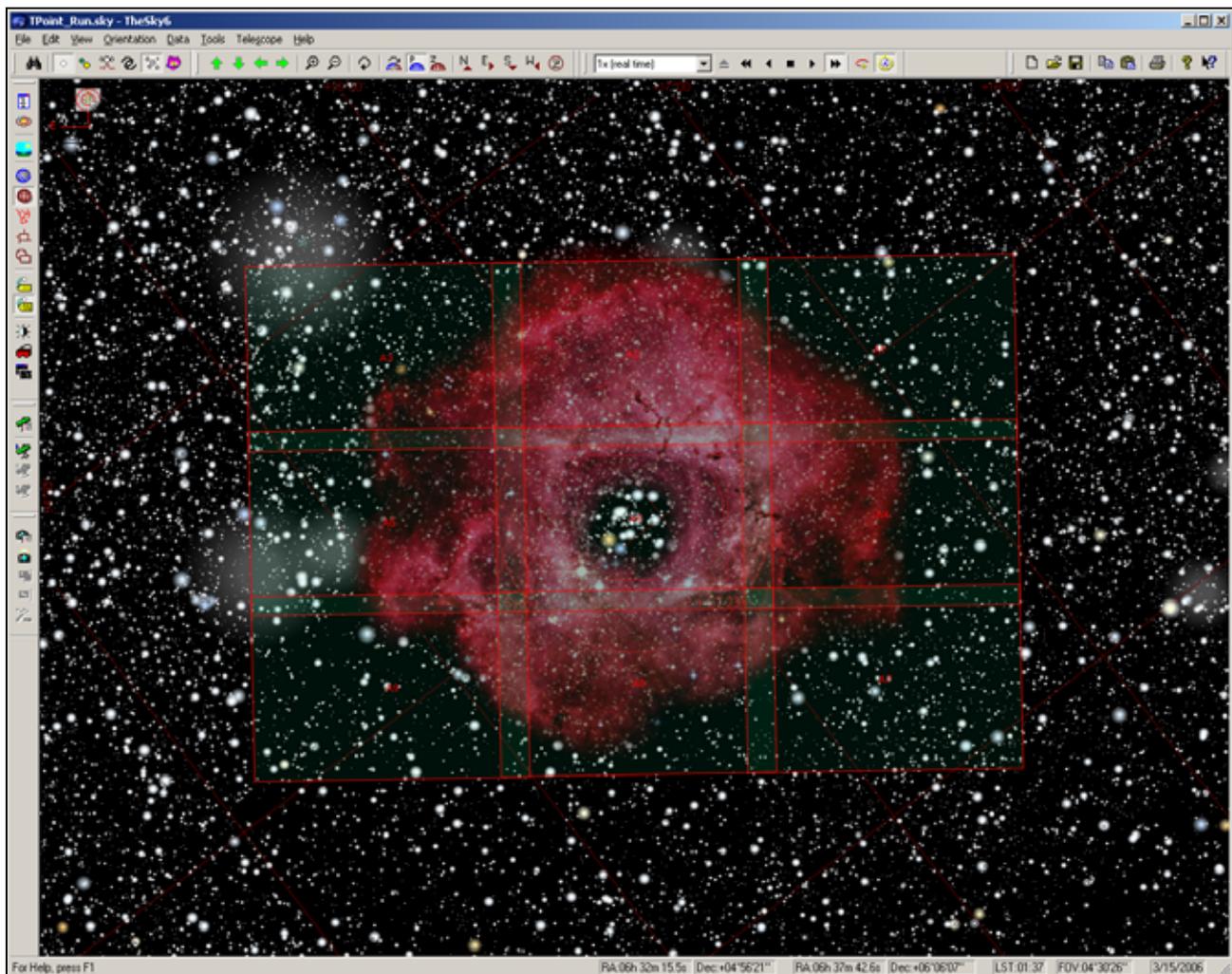


Figura 1 - Aspecto do ecrã do TheSky 6 com o mosaico de 9 painéis numerados de A1 a A9.

#### 4. Parameterização do MaximDL/CCD.

|     |                        |   |
|-----|------------------------|---|
| 4.1 | Activar Telescópio     | <p><i>View / Telescope Control Window / Telescope Tab / botão Connect</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preenchimento automático dos campos de coordenadas do centro de cada imagem no cabeçalho dos ficheiros FIT de cada imagem CCD.</li> <li>2. Re-utilização automática da calibração de auto-guiagem com os outros painéis desde que se active a função "Use Scope Dec" nas opções de auto-guiagem.</li> </ol>   |
| 4.2 | Opções de auto-Guiagem | <p><i>View / CCD Control Window / Guide Tab / botão Options</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Opções para auto-guiagem: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Use Scope Dec</li> <li>• Watch Star</li> <li>• Simple Auto-Dark</li> <li>• Aggressiveness <math>X = Y = 7</math></li> </ul> </li> </ol> <p>Quando o telescópio se encontra ligado (<i>i.e. Connect</i>), o campo <i>Declination</i> fica indisponível e é preenchido automaticamente com o valor correcto da declinação.</p> <p>A opção <i>Simple Auto-Dark</i> para auto-guiagem implica a realização de uma nova <i>Integração</i> todas as vezes que se muda o tempo de exposição para que a <i>dark frame</i> utilizada no processo de auto-guiagem seja refeita.</p> <p>O nível de <i>Aggressiveness</i> de 7 a 8 é adequado para o valor de declinação desta zona do céu. Por vezes, nos casos de declinações mais perto do pólo a <i>Aggressiveness</i> é reduzida o que resulta num comportamento mais estável</p> |

|     |  |  |
|-----|--|--|
|     |  | <p>durante a auto-guiagem.</p> <p>Calibrar a guiagem escolhendo a opção <i>Expose e Start</i> seguida da opção <i>Calibrate e Start</i>. Este procedimento deve ser executado uma vez e após ter-se ajustado as opções avançadas descritas em 4.3 e 4.4 e é válido para os restantes painéis.</p>  |
| 4.3 | Opções avançadas de auto-guiagem<br><i>parte 1</i> | <p><b>View / CCD Control Window / Guide Tab / botão Options / Guider Settings/ Settings TAB</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Utilizou-se <i>binning 2x2</i> no CCD de auto-guiagem o que corresponde a 3.74"/pixel para a distância focal utilizada (820 mm).</li> </ol>  |
| 4.4 | Opções avançadas de auto-guiagem<br><i>parte 2</i> | <p><b>View / CCD Control Window / Guide Tab / botão Options / Guider Settings/ Advanced TAB</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Estabeleceu-se um erro máximo sem correcção de 1.7" pico-a-pico, <i>i.e.</i> igual a um pixel do CCD principal e um erro máximo de pelo menos 15" para permitir a recuperação fácil e rápida dos movimentos de <i>dithering</i>.</li> </ol> <p><i>Minimum Move = 0.113 s</i><br/><i>Maximum Move = 2.0 s</i></p>   |
| 4.5 | OPÇÕES DE CALIBRAÇÃO                               | <p><b>Process / Set Calibration...</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparou-se a calibração das imagens a partir de 10 integrações BIAS, 10 integrações FLAT com o filtro Halfa e 10 integrações DARK de 300 segundos.</li> <li>2. A partir destas integrações geraram-se as imagens MASTERS - <i>Auto-generate</i>.</li> <li>3. Os MASTERS foram gerados recorrendo a uma Soma Mediana (<i>Median</i>).</li> <li>4. Num dos grupos de calibração (DARK 1) escolheu-se a opção <i>Auto-Scale para Dark Frame Scaling</i> o que permite corrigir integrações com outra duração além dos 300 s.</li> </ol> |
| 4.6 | Opções de Exposição<br><i>parte 1</i>              | <p><b>View / CCD Control Window / Sequence Tab / botão Options</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Opções escolhidas: <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Dither Images via Mount</i></li> <li>• <i>Full Frame</i></li> <li>• <i>Overwrite Files</i></li> </ul> </li> <li>2. A utilização de <i>dithering</i> contribui para minimizar o efeito de <i>pixéis</i> defeituosos e raios cósmicos nas imagens finais.</li> <li>3. Opção <i>Maximum Dither Deviation ...</i> é ajustada a 4 <i>pixéis</i>.</li> </ol>   |
| 4.7 | Opções de Exposição<br><i>parte 2</i>              | <p><b>View / CCD Control Window / Sequence Tab / botão Options / Setup Sequence</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cada painel do mosaico é formado por 6 sub-integrações de 600 s.</li> <li>2. Determinou-se 30 s de <i>Delay</i> entre cada integração para permitir a estabilização da auto-guiagem após o <i>dithering</i> entre integrações. Este intervalo de tempo depende do tempo de exposição utilizado para a auto-guiagem e do tempo de reacção da montagem aos comandos emitidos pela rotina de auto-guiagem.</li> </ol>   |
| 4.8 | Focagem  | <p><b>Activar o programa FocusMax (auto-focagem) no início de cada sequência</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O programa FocusMax deve ser activado pelo menos no início de cada sequência.</li> </ol> <p>Caso a temperatura ambiente varie mais de 2° C e se se estiver a meio da sequência, deve-se interrompê-la e correr o FocusMax, retomando-a de seguida. O valor de 2° C foi empiricamente determinado para o OTA Takahashi FS102 tomando em consideração a sua CFZ (<i>Critical Focus Zone</i>). Outros sistemas ópticos podem ter uma sensibilidade diferente às variações de temperatura.</p>  |

|     |              |  |
|-----|--------------|--|
| 4.9 | Bibliografia | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Cálculo do erro máximo permitido sem correcção durante o processo auto-guiagem:<br/><a href="http://www.ccdware.com/resources/autoguidercalcv4.cfm">http://www.ccdware.com/resources/autoguidercalcv4.cfm</a></li> <li>2. Sugestão para a determinação empírica da duração e número de sub-integrações a utilizar com filtros de banda estreita:<br/><a href="http://www.starizona.com/ccd/advimnarrow3.htm">http://www.starizona.com/ccd/advimnarrow3.htm</a></li> <li>3. Cálculo da duração de integrações de acordo com o "time to overwhelm readout noise <math>t_{ORN}</math>":<br/><a href="http://home.earthlink.net/~stanleymm/eXtreme.htm">http://home.earthlink.net/~stanleymm/eXtreme.htm</a><br/><a href="http://www.hiddenloft.com/notes/SubExposures.pdf">http://www.hiddenloft.com/notes/SubExposures.pdf</a></li> <li>4. Considerações relacionadas com a focagem<br/><a href="http://www.hiddenloft.com/notes/CCDAP04.pdf">http://www.hiddenloft.com/notes/CCDAP04.pdf</a><br/><a href="http://users.bsdwebsolutions.com/~larryweber/ITSPaper.htm">http://users.bsdwebsolutions.com/~larryweber/ITSPaper.htm</a></li> <li>5. Análise de métodos de combinação de sub-integrações e utilização da função dithering:<br/><a href="http://www.starizona.com/ccd/advtheoryexp.htm">http://www.starizona.com/ccd/advtheoryexp.htm</a><br/><a href="http://www.hiddenloft.com/notes/dithering.htm">http://www.hiddenloft.com/notes/dithering.htm</a><br/><a href="http://www.hiddenloft.com/notes/dithering1.htm">http://www.hiddenloft.com/notes/dithering1.htm</a></li> <li>6. Considerações sobre os programas utilizados<br/><a href="http://www.starizona.com/ccd/software/maxim_selfguide.htm">http://www.starizona.com/ccd/software/maxim_selfguide.htm</a><br/><a href="http://www.aajonahfish.com/autoguiding.htm">http://www.aajonahfish.com/autoguiding.htm</a></li> </ol> |
|-----|--------------|--|

#### 4. Processamento das sub-integrações de cada painel no programa MaximDL/CCD.

|     |                      |   |
|-----|----------------------|---|
| 5.1 | Sequência de painéis | <p>Adoptou-se a seguinte sequência de painéis para as integrações:</p> <p><b>A5, A2, A8, A4, A1, A7, A6, A3 e A9.</b></p>   |
| 5.2 | Correcção deblooming | <p><b>Plug-in/ New Astro Debloomer</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O conjunto de integrações correspondentes a cada mosaico foi corrigido com o plug-in Debloomer utilizando-se os parâmetros por defeito deste módulo.</li> </ol>  |
| 5.3 | Calibração           | <b>Process/ Calibrate All</b>   |
| 5.4 | Combinação           | <p><b>Process/Combine</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A imagem final de cada painel foi gerada combinando as diversas integrações já calibradas.</li> <li>2. Opções: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Para alinhar <i>Auto-star matching</i></li> <li>• <i>Bicubic resampling</i></li> <li>• Para combinar <i>Sigma-Clip</i></li> </ul> </li> </ol>               |
| 5.5 | Crop                 | <p><b>Edit / Crop</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Opções a utilizar:<br/><i>Width = 2164</i><br/><i>Height = 1452</i><br/><i>X Offset = Y Offset = 10</i></li> </ol> <p>A imagem resultante foi <i>cropped</i> a fim de eliminar 10 pixéis de cada um dos lados que correspondem a zonas defeituosas causadas pelo <i>dithering</i> utilizado durante as integrações.</p> |
| 5.6 | Guardar imagem       | <p><b>File/Save as</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A imagem resultante foi guardada em formato FIT IEEE com o nome:<br/>APG_ngc2244_A?_6x600s_1x1_Ha.fit (em que o? corresponde ao número do painel do mosaico).</li> </ol>   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  |  | <p>2. Lista de imagens após processamento de todos os painéis:</p> <p>APG_ngc2244_A1_6x600s_1x1_Ha.fit<br/> APG_ngc2244_A2_6x600s_1x1_Ha.fit<br/> APG_ngc2244_A3_6x600s_1x1_Ha.fit<br/> APG_ngc2244_A4_6x600s_1x1_Ha.fit<br/> APG_ngc2244_A5_6x600s_1x1_Ha.fit<br/> APG_ngc2244_A6_6x600s_1x1_Ha.fit<br/> APG_ngc2244_A7_6x600s_1x1_Ha.fit<br/> APG_ngc2244_A8_6x600s_1x1_Ha.fit</p> |
|--|--|--|

## 6. Junção e calibração das imagens com o programa Registrar 1.0.

|      |                             |   |
|------|-----------------------------|---|
| 6.1  | Definir referência          | <p><i>File/Open</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Adoptar a imagem do painel central (A5) como referência no processo de montagem do painel final;</li> <li>Abrir painel A5, ie. ficheiro APG_ngc2244_A5_6x600s_1x1_Ha.fit;</li> </ol>   |
| 6.2  | Abrir painel A2             | <p><i>File/Open</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Abrir painel A2 - ficheiro APG_ngc2244_A2_6x600s_1x1_Ha.fit;</li> </ol>  |
| 6.3  | Registrar painel A2         | <p><i>Operations/Register</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Selecionar imagem A2.</li> <li>Registrar A2 relativamente a A5.</li> </ol>   |
| 6.4  | Guardar Imagem              | <p><i>File/Save as</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Guardar imagem registada com o nome R2:</li> </ol>  |
| 6.5  | Combinar painéis A2 e A5    | <p><i>Operations/Combine</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Selecionar imagem R2 ie imagem A2 já <i>registada e calibrada</i>.</li> <li>Combiná-la com imagem A5 – com as seguintes opções:<br/> Selecionar ambas as imagens<br/> <i>Average</i><br/> <i>Relative</i><br/> <i>Union</i></li> </ol>    |
| 6.6  | Fechar todas as imagens     | <p><i>Fechar todas as imagens excepto a resultante da combinação de A5+A2 janela <b>Combine 1</b></i></p>   |
| 6.7  | Abrir painel A8             | <p>Abrir imagem do próximo painel adjacente, <b>A8</b> e repetir passos 6.3, 6.4, 6.5 e 6.6 ficando aberta a janela resultante da combinação de A5+A2+A8, janela <b>Combine 2</b>. No passo 6.4 guarda-se cada imagem <i>registada</i> com o nome R<sub>x</sub>.FIT em que x corresponde à posição do painel.</p> |
| 6.8  | Repetir passos              | <p>Repetir passos acima descritos para os restantes painéis progredindo da fila do meio para a fila de cima e para a fila de baixo, ie seguindo a seguinte sequência A8,A6,A4,A1,A3,A7,A9.</p>  |
| 6.9  | Guardar imagem final        | <p><i>File/Save as</i></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Guardar ficheiro final com o nome APG_COMBINE8.FIT em formato FIT com a seguinte opção:<br/> <i>Top Left Corner ON</i></li> </ol>   |
| 6.10 | Calibrar imagens registadas | <p>Ao olhar para a imagem APG_COMBINE8.FIT, verificamos que o painel A6 é o mais escuro, assim escolhe-se esta imagem para ser a referência inicial e segue-se a seguinte sequência R6, R9, R8, R7, R4, R1, R2, R3 e A5 – por outras palavras, faz-se a periferia e por fim o centro.</p>                         |

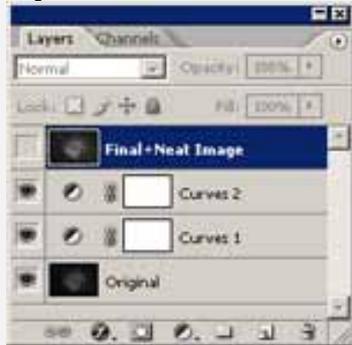
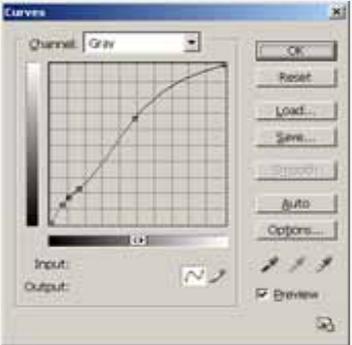
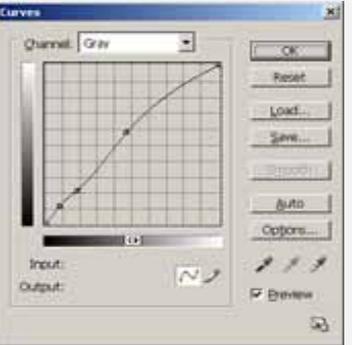
|      |                               |   |
|------|-------------------------------|---|
| 6.11 | Abrir ficheiros já registados | Fecham-se todas as janelas e abre-se o ficheiro R6.FIT que vai servir de referência inicial no processo de calibração e ficheiro o R9.Fit.  |
| 6.12 | Calibrar R9                   | <i>Operations/Calibrate</i><br><br>1. Seleccionar imagem R9.<br>2. Aplicar calibração com opção <i>Close original image(s) after calibration</i> ;<br>3. Guardar imagem calibrada com o nome A9.FIT;<br>4. Guardar imagem R6 com o nome A6.FIT;   |
| 6.13 | Combinar imagens A6 e A9      | <i>Operations/Combine</i><br><br>1. Seleccionar imagem A9.<br>2. Combiná-la com imagem A6 – com as seguintes opções:<br><i>Average</i><br><i>Relative</i><br><i>Union</i>   |
| 6.14 | Fechar todas as imagens       | <i>Fechar todas as imagens excepto a resultante da combinação de R6+R9 janela <b>Combine 9</b></i>  |
| 6.15 | Abrir imagem R8               | Abrir imagem a próxima imagem da sequência, <b>R8</b> e repetir passos 6.12, 6.13 e 6.14 ficando aberta a janela resultante da combinação de R6+R9+R8, janela <b>Combine10</b> . No passo 6.12 guarda-se cada imagem <i>calibrada</i> com o nome Ax.FIT em que x corresponde à posição do painel.                       |
| 6.16 | Guardar imagem final          | <i>File/Save as</i><br><br>1. Guardar ficheiro final com o nome APG_COMBINE16.FIT em formato FIT com a seguinte opção:<br><i>Top Left Corner ON</i>   |
| 6.17 | Notas adicionais              | 1. Todo o processo deve-ser feito de seguida sem fechar o programa Registrar. Não existe um ficheiro R5.FIT que corresponde ao painel central, visto que ele foi adoptado como referência. Assim utiliza-se o ficheiro APG_ngc2244_A5_6x600s_1x1_Ha.fit quando se calibra o painel central na parte final da sequência. |

## 7. Processamento adicional da Imagem APG\_COMBINE16.FIT no programa MaximDL/CCD.

|     |              |  |
|-----|--------------|--|
| 7.1 | Abrir imagem | <i>File/Open</i><br><br>1. Abrir imagem APG_COMBINE16.FIT  |
| 7.2 | Aplicar DDP  | <i>Filter/Digital Development Processing</i><br><br>1. Opções a utilizar:<br><i>Kernel – User Filter</i><br><i>Background 180</i><br><i>Mid-level 500</i><br><br>Utilizar o <i>User Filter</i> com um <i>Kernel Size 3x3</i> preenchido a zeros com excepção da célula central com 1 (botão <i>Set User Filter...</i> ). Desta forma o filtro não afecta nem a <i>sharpness</i> nem o <i>blur</i> da imagem, mas reequilibra as intensidades relativas entre as diversas partes da imagem, realçando as menos intensas e diminuindo as mais intensas.<br><br>O valor utilizado para <i>background</i> é inferior ao sugerido pela opção <i>auto</i> (truncado à centena) e o valor utilizado para <i>mid-level</i> é um pouco superior ao sugerido pelo opção <i>auto</i> (arredondado à próxima centena). Esta abordagem produz um histograma com um <i>black-point</i> mais baixo e um <i>white-point</i> mais elevado que facilita os ajustes a serem feitos no Photoshop CS. |

|     |               |   |
|-----|---------------|---|
| 7.3 | Gravar imagem | <p><i>File/Save as</i></p> <p>1 A imagem assim obtida é guardada em formato TIFF de 16 bits para processamento final em Photoshop com as opções:<br/> <i>Size Format 16 bits</i><br/> <i>Compression Type uncompressed</i><br/> <i>Auto Stretch off</i></p> |
|-----|---------------|---|

**8. Processamento final da Imagem APG\_COMBINE16.TIF no programa Photoshop CS2.**

|     |                                       |   |
|-----|---------------------------------------|---|
| 8.1 | Abrir ficheiro                        | <p><i>File/Open</i></p> <p>1. Abrir ficheiro APG_COMBINE16.tiff</p>   |
| 8.2 | Crop da imagem                        | <p>Fazendo uso da ferramenta de <i>crop</i> desenha-se uma região rectangular à volta da nebulosa de forma a excluir as bordas que não contem informação e prime-se a tecla <i>Enter</i>.</p>   |
| 8.3 | Ajustar <i>Levels</i> e <i>Curves</i> | <p>Ajustar os <i>Levels</i> e as <i>Curves</i> a nosso gosto de forma a contrastar melhor a nebulosa. Os únicos ajustes utilizados encontram-se ilustrados nas imagens seguintes:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: flex-start;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>Layers</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Curve 1</b></p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Curve 2</b></p>  </div> </div> |
| 8.4 | Remoção de grão                       | <p>Como passo final do processamento aplica-se um removedor de grão (eg. <i>NeatImage</i>, <i>Grain Surgery</i>, <i>Space Noise Reduction</i> da <i>Astronomy Tools by Noel Carboni</i>) de forma a ter um acabamento mais sedoso. Neste caso, juntou-se os layers <i>Original Curve1 Curve2</i> num novo layer com o nome de <i>Final+NeatImage</i> e aplicou-se o <i>NeatImage</i> a este layer.</p> <p><i>Parâmetros utilizados com o NeatImage</i> (Figura 2).</p>  |
| 8.5 | Sugestões                             | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O trabalho deve ser todo executado em 16 bits.</li> <li>2. Visto que a nebulosa principal se encontra envolvida por nuvens de gases mais ténues, pode ser interessante ajustar a parte central da nebulosa separadamente da parte que a circunda. Para isso, cria-se uma máscara à volta da parte principal o que permitirá fazer ajustes à parte interior da máscara sem afectar a parte exterior e vice-versa. Uma das formas é utilizando o <i>Lasso Tool</i> marcar a região à volta da nebulosa principal e aplica-se <i>Select/feathering</i> de 100 pixels.</li> </ol> <p><b>Nota:</b> Não se utilizou esta técnica neste caso.</p>  |

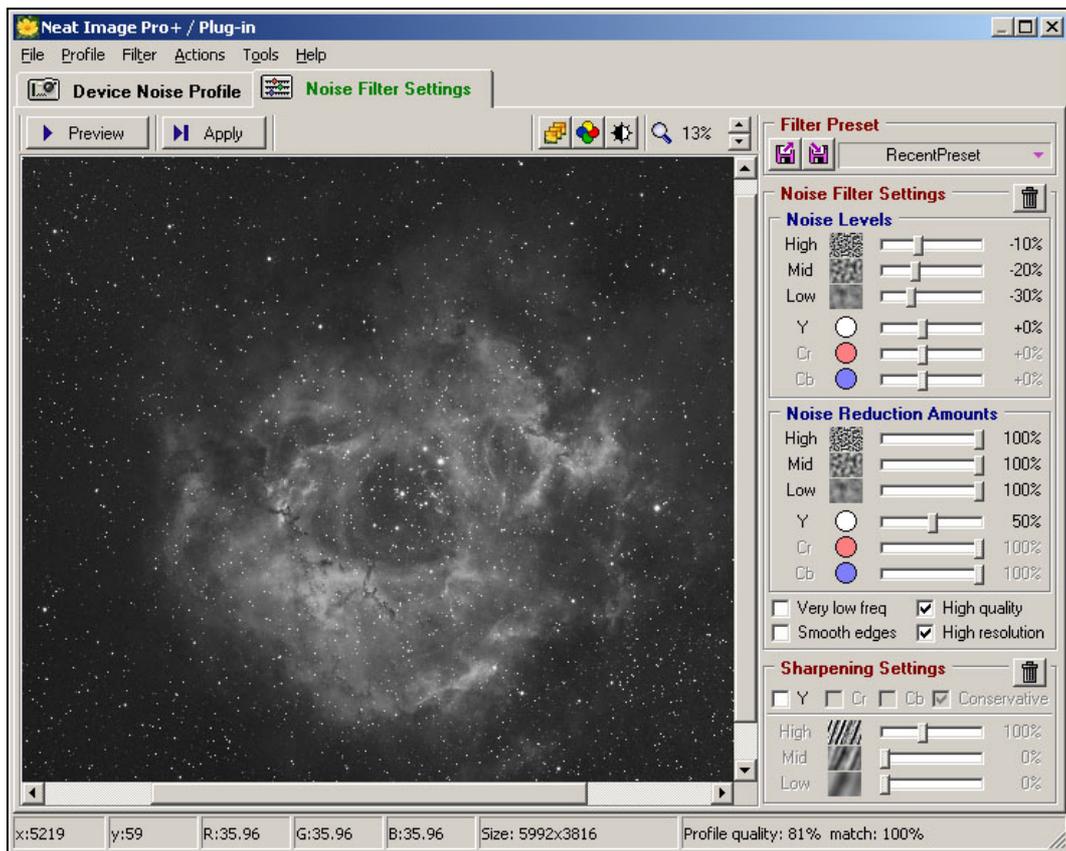


Figura 2- Parâmetros utilizados com o *NeatImage*.

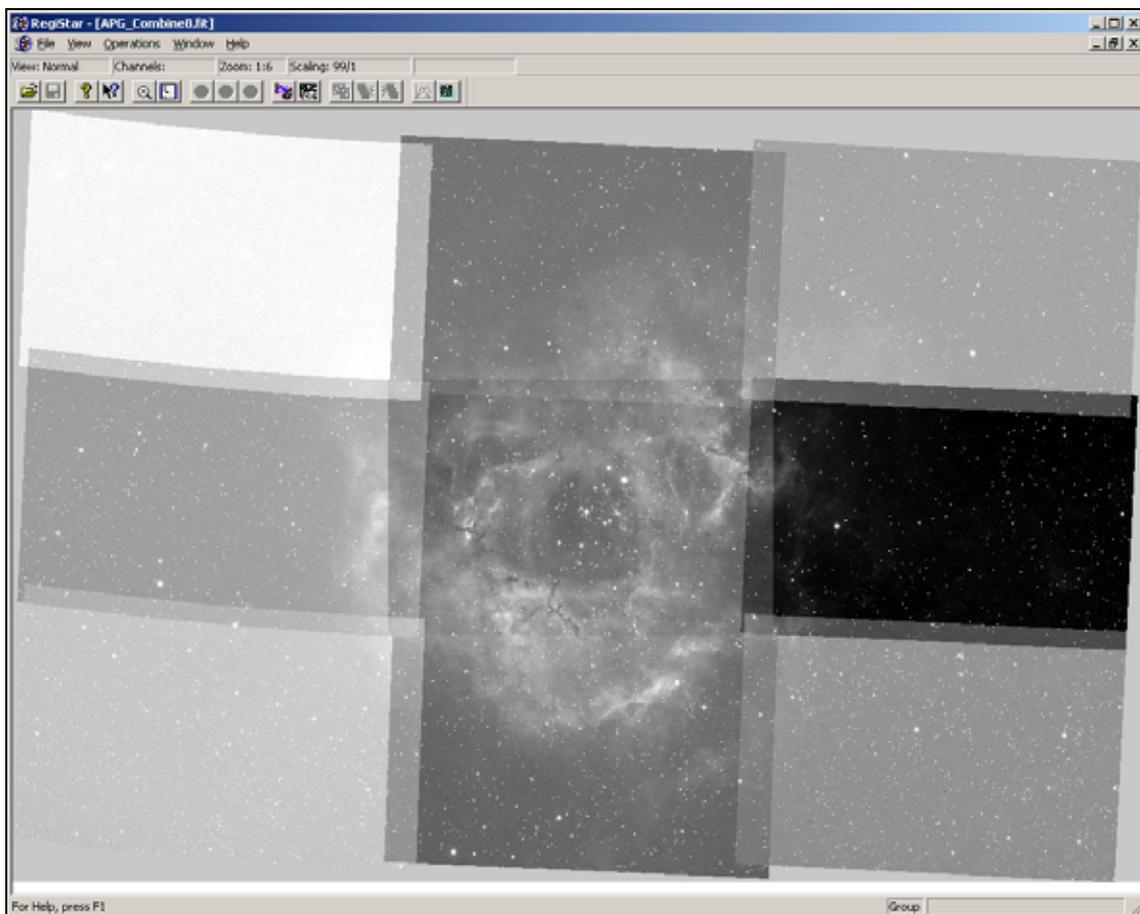


Figura 3- Composição do mosaico de imagens (*Registar*).



Figura 4- Imagem final.

# METEOROS, METEORITOS E METEORÓIDES (II)

FERNANDO MONTEIRO †<sup>1</sup>

Vimos na primeira parte deste artigo que demorou cerca de dois mil anos até ser aceite que rochas que caíam na Terra eram efectivamente pedras vindas do céu, melhor dizendo do espaço interplanetário que preenche o espaço entre os planetas do nosso sistema solar. Com efeito, foi só em 1807 que o físico Jean Baptiste Biot apresentou à Academia de Ciências de França o seu relatório sobre uma “chuva” de pedras caídas em 26 de Abril de 1803 na aldeia de l’Aigle, na Normandia francesa, eram realmente meteoritos, pedras procedentes do Espaço Exterior. Mesmo assim, muitos teimaram a aceitar esta ideia e durante alguns anos ainda permaneceram forte dúvidas. O presidente norte-americano Thomas Jefferson, uma espécie de George W. Bush da época, disse “preferir acreditar nas palavras mentirosas de um índio às das de dois professores norte-americanos que diziam que os meteoritos eram pedras do céu”.

Hoje sabe-se que antes de colidirem com a Terra, os meteoritos movem-se em órbitas elípticas à volta do Sol, acabando por intersectar o percurso do nosso planeta. Estas órbitas possuem periélios mais próximos do Sol que a Terra e afélios para lá da órbita de Marte.

A partir de meados deste século, fotografias simultâneas, tiradas de diferentes pontos sobre a Terra, dos meteoros que antecederam a queda de três meteoritos- o Pribram (Checoslováquia), o Lost City (E.U.A.) e o Innisfree (Canadá) demonstraram que estes corpos se deslocavam seguindo trajectórias elípticas, cujos pontos mais distantes (os afélios) se situavam sempre entre Marte e Júpiter. Todos estes três meteoritos indicavam nitidamente uma origem na cintura de asteróides.

Os asteróides movem-se em volta do Sol numa larga região compreendida entre as órbitas de Marte e de Júpiter. Provavelmente, existem centenas de milhares de asteróides nessa cintura, embora tenham sido descobertos pelos astrónomos cerca de 5000. O maior é Ceres, cujo diâmetro é aproximadamente de 900 Km e constitui 30% da massa de todos os asteróides combinados. Vesta e Palas têm diâmetros superiores a 400 Km e todos os outros são menores. Contrariamente ao que antes se pensava, os asteróides não são os restos de um planeta que explodiu. O que hoje se sabe é que estes fragmentos nunca se juntaram para formar um planeta, porque a atracção gravitacional de Júpiter perturbava os respectivos movimentos, fazendo com que colidissem repetidamente uns com os outros, interrompendo o processo de acumulação num simples corpo planetário de grandes dimensões. Alguns asteróides foram empurrados ou puxados gravitacionalmente para órbitas que cruzam a trajectória da Terra. São os asteróides dos grupos Apollo e Amor que originam a maior parte dos meteoritos que colidem com o nosso mundo.



Fotografia do meteoro de Lost City tirada em 3 de Janeiro de 1970 por uma máquina com uma janela em rotação, facto que leva a que o rasto do meteoro seja sucessivamente interrompido, permitindo que a sua velocidade de entrada possa ser determinada. Métodos de trigonometria esférica, associados a outra fotografia do evento, permitem que seja possível determinar o afélio da órbita do meteoróide e as coordenadas aproximadas do local de queda do meteorito (cortesia do Smithsonian Astrophysical Observatory).

Também a mineralogia dos meteoritos é indicadora da ausência de fases de elevadas pressões, tais como o piropo e a clinopiroxena jadeítica, o que elimina a filiação em corpos celestes de dimensões planetárias. O aparecimento de diamantes em alguns meteoritos férreos e nos ureilitos foi explicado pelo efeito de metamorfismo de impacto devido a choques na própria cintura de asteróides.

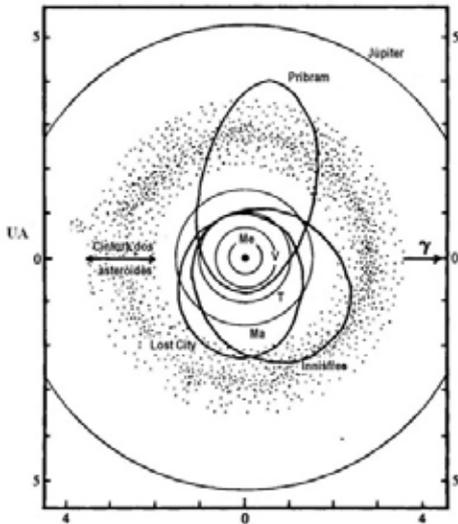
A verdade é que é possível estabelecer uma relação entre os diferentes tipos de meteoritos e eventuais grupos de asteróides. Apesar de apenas poucos asteróides – Gaspra, Ida, Matilde e Eros - terem sido estudados directamente por sondas automáticas, o conhecimento profundo que se possui destes astros é feito com o recurso a um conjunto de técnicas remotas de observação no visual, UV, IV, radar, fotometria, polarimetria e radiometria.

A técnica da fotometria remota multiespectral tem sido usada em centenas de asteróides e alguns mostram espectros muito semelhantes aos espectros, medidos em laboratório, de alguns meteoritos. A técnica consiste na análise da fracção de luz reflectida na superfície do asteróide que obviamente expressa o carácter do mineral ou minerais lá

<sup>1</sup> O Dr. José Fernando Monteiro (Assistente do Departamento de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa) faleceu em 24 de Fevereiro de 2005. Na altura do seu falecimento estava a preparar a sua tese de doutoramento que não chegou a concluir. Será recordado por amar a Ciência acima de tudo e como um especialista em meteoritos e em geologia planetária.

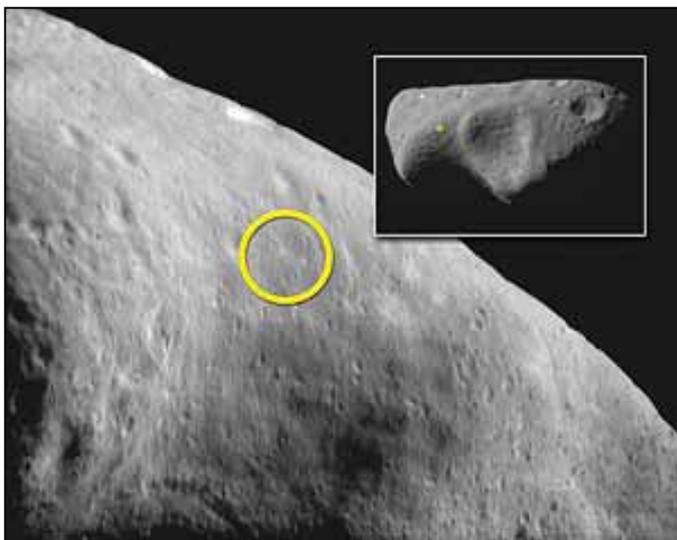
existentes. É assim possível formar uma ideia, à distância, da mineralogia dos asteróides, permitindo uma correlação entre estes e os meteoritos.

Com esta técnica dividiram-se os asteróides em alguns grupos, de acordo com o seu espectro e albedo, características que permitem traçar uma possível mineralogia. Distinguem-se vários grupos, sendo mais significativo o grupo C, de muito baixo albedo e com uma composição aparentada com os condritos carbonáceos; o grupo S, de albedo moderado, mostra uma mineralogia de silicatos com algum metal, podendo ser os corpos parentais dos condritos ordinários; o grupo M parece ser composto apenas por metal, sendo a possível fonte dos meteoritos metálicos. Um grupo singular, o V, apenas representado pelo asteróide Vesta, parece possuir uma composição bastante diferenciada, sendo a fonte provável dos acondritos basálticos do grupo HED.



Órbita dos três meteoros fotografados de duas estações distanciadas permitindo definir o afélio e o ponto de queda dos meteoritos. Note-se que o afélio dos três exemplos se situa na cintura de asteróides mostrando que os meteoritos, pelo menos a sua maior parte são provenientes dos corpos rochosos desta cintura – os asteróides.

Fotografia do meteorito de 12 kg caído em Lost City no dia 3 de Janeiro de 1970 (cortesia do Smithsonian Astrophysical Observatory).



Fotografia do asteróide Eros tirada pela sonda NEAR assinalando-se o local onde esta sonda se despenhou a 12 de Fevereiro de 2001, tendo antes conseguido realizar 69 imagens de pormenor da superfície do asteróide (cortesia NASA/JPL/John Hopkins University Applied Physics Laboratory).

Nos últimos anos, com as pesquisas realizadas na Antártida, descobriram-se alguns meteoritos (brechas anortosíticas e acondritos do grupo SNC) cujas características mineralógicas, texturais, isotópicas e geocronológicas apontam para uma origem em corpos planetários. Para o primeiro caso sugere-se a Lua como corpo parental. Os outros acondritos - cuja idade de cristalização é de 1,3 mil milhões de anos e que apresentam um conteúdo de gases raros semelhante ao determinado pelas sondas Viking na atmosfera marciana - são filiados com Marte. As dificuldades para explicar a sua libertação daqueles planetas, atendendo à velocidade de escape necessária, são consideráveis mas tem sido sugerida a possibilidade de choques meteoríticos, de grande inclinação, sobre a Lua e Marte com a consequente libertação e escape de material da superfície daqueles dois astros. Estes meteoritos, porém, formam menos de 1% de todos os meteoritos até agora recolhidos.

### Queda e Achado

Desde há muito, está estabelecido que o nome dado a um meteorito é o da localidade, aldeia ou vila, mais próxima do local da queda ou do achado. Aqui também é importante definirmos o que se entende por queda ("fall") e achado ("find"), designações de uso muito corrente. Uma "queda" corresponde a um meteorito que tenha sido visto cair e posteriormente recolhido. Como exemplo, referimos o meteorito de Chaves, caído em 3 de Maio de 1925, próximo daquela cidade. Já o meteorito de S. Julião de Moreira de Lima, encontrado em 1877, no decurso de trabalhos agrícolas, é um "achado", pois a sua queda não foi presenciada.

Sempre que os meteoritos são apanhados pouco depois de terem caído, é provável que estejam suficientemente frios para serem manuseados à vontade. O calor não penetrou muito nos seus interiores frios, durante o breve percurso através da atmosfera, e o material fundido é na maioria dos casos, arrastado da sua superfície. Mas a característica notável de grande parte dos meteoritos é a crosta fina, vítrea e geralmente escura, habitualmente designada por "crosta de fusão". É formada pelo material fundido que não foi arrastado, e que solidificou rapidamente perto do fim do percurso através da atmosfera. A superfície é muitas vezes irregular, sendo aprofundada nos lugares onde os materiais mais moles se derreteram mais depressa e levantada noutros sítios onde caíram e solidificaram os salpicos derretidos.



Foto do maior fragmento do meteorito de Ourique onde está bem presente a crosta negra externa de fusão com notáveis marcas de ablação (foto de Pedro Ré, colecção do Museu Nacional de História Natural, Universidade de Lisboa).

### As "partidas" dos meteoritos

Como seria de esperar, as quedas de meteoritos são perfeitamente aleatórias, no tempo e no espaço, sendo de esperar que mais de 70% colidam nos oceanos e por isso nunca venham a ser recuperados. Dos que caem nos continentes, muitos ficam perdidos para sempre acabando por se alterar e transformar em solo. No entanto, se exceptuarmos as buscas sistemáticas na Antártida e nos desertos quentes, são recuperados por ano entre 11 e 20 meteoritos cuja queda foi presenciada. Mais raramente, embora não haja razão para preocupação, alguns meteoritos atingem bens, pessoas e animais. Ainda este ano, na Austrália, perto de Sidney, um meteorito furou o telhado de uma casa e colidiu com um sofá onde poucos minutos antes uma senhora esteve a descansar. Casos destes são raros mas conhecem-se algumas referências que aqui se registam.

Imagine que estaciona calmamente o seu carro em frente do portão da sua moradia, entra em casa e, passados poucos minutos, após um silvo estridente, ouve um enorme estrondo. O que pensaria de imediato? Vinha-lhe logo à ideia que algum doido das velocidades se teria estampado contra o seu carro e rapidamente sairia porta fora para ver os estragos e preparar-se para contactar a seguradora. Olha para o carro e não vê nada de anormal. Dá uma vista de olhos pelas redondezas e não encontra nenhum acidente. Interroga-se, aproxima-se da viatura e repara num grande calhau enegrecido, ainda quente. O que poderia ser? Algum acto de vandalismo?

Não! A sua vizinha que se encontrava no quintal conta-lhe o sucedido. O seu carro tinha sido atingido por uma pedra caída do céu - um meteorito. Isso foi precisamente o que aconteceu em 9 de Outubro de 1992 em Peksill, Nova Iorque, ao carro da jovem Michell Knapp, um bonito cadillac de 1980. Proveniente da cintura de asteróides, uma zona de corpos rochosos compreendida entre as órbitas de Marte e Júpiter, um fragmento de um meteorito vulgar (um condrito do grupo H, constituído essencialmente por silício, magnésio, oxigénio e ferro) entra na atmosfera terrestre, produz um

fenômeno luminoso surpreendente, acompanhado de um silvo, e o material que sobra do corpo inicial, um meteorito de 12 quilos, choca com o cadillac da menina Knapp. Aliás a queda de Peks skill produziu uma verdadeira “chuva” de meteoritos e o fenômeno foi gravado por vários vídeos amadores.



O cadillac de Michell Knap, agora comprado pela Smithsonian Institution, em exposição no “Jardin des Plantes” na grande exposição “Météorites!” que decorreu em Dezembro de 1996 nas galerias de mineralogia. Notar o rocha negra que furou a mala, um condrito ordinário do tipo H (foto do autor).

A 7 de Abril de 1990, na Holanda, um meteorito com um comprimento aproximado de 25 cm, penetrou no telhado da vila de Enschede, indo cair num quarto de dormir – felizmente não ferindo ninguém. A mesma sorte não teve a senhora Hodges que, em 30 de Novembro de 1954, quando repousava tranquilamente na sua sala, no Alabama, Estados Unidos, foi ferida por um meteorito que furou o telhado de sua casa, ricocheteando no chão junto do aparelho de televisão, e acabou por lhe bater no peito quando assistia calmamente à sua novela preferida, tendo de imediato que sofrer tratamento hospitalar.

São conhecidos muitos casos de bens atingidos por meteoritos. Um episódio muito curioso deu-se em 28 de Junho de 1911, em Nakla, no Egipto, quando um meteorito matou um infeliz cachorro que vivia no oásis de Fayoun, no alto Egipto, uma das poucas zonas agrícolas daquele país de sonho. O caso apresenta maior curiosidade, pois os estudiosos encontraram, ao estudar o meteorito, fortes evidências de ele ser proveniente de Marte, tratando-se assim do primeiro ser vivo a ser atingido por um “projectil” vindo do Planeta Vermelho.

O falecido geofísico e professor Lincoln La Paz, num magnífico artigo de 130 páginas, publicado em 1957, apresenta os efeitos sérios da queda de meteoritos sobre a Terra, incluindo as suas acções em habitantes, casas e satélites artificiais. É um admirável e raro trabalho, onde ficamos a saber que foi maior o número de seres humanos atingidos por meteoritos.

Em 14 de Janeiro de 616, uma “pedra vinda do céu” caiu numa carroça, na China, matando 10 homens. Um monge franciscano foi brutalmente assassinado por uma chuva de meteoritos que caiu em Cremona, Itália, em 14 de Setembro de 1511. Em Milão, no ano de 1950, outro monge foi morto por um meteorito. Esta incidência causal de meteoritos sobre homens da igreja talvez tenha inspirado o artista italiano Maurizio Cattelan que participou na inauguração da Tate Modern, em Londres, com uma sala “La Nono Ora” em que o Papa João Paulo II tinha sido morto na sua residência no Vaticano atingido por um meteorito, uma obra de arte que causou elevada polémica junto da Igreja e que foi vendida na Christies de Nova Iorque pela módica quantia de 620 mil libras inglesas.



A senhora Hodges, junto do seu médico, na cama do hospital do Alabama, Estados Unidos, depois de ter sofrido um “ataque” de um meteorito na noite de 30 de Novembro de 1954 (cortesia do American Meteorite Laboratory).

Em meados do século XVII, dois marinheiros foram mortos por um meteorito que caiu na ponte do seu barco. Um outro fragmento, caído na Índia Britânica, em 16 de Janeiro de 1825, matou um homem e feriu seriamente uma mulher. Não vale a pena, porém, ficarmos a olhar para o céu a olhar à espera que uma pedra nos atinja. Das poucas quedas de meteoritos ocorridas no nosso país, a última deu-se a 28 de Novembro de 1998, na Aldeia de Palheiros, Ourique, Baixo Alentejo. É do tipo condritico e a sua história será contada mais adiante na parte em que tratarmos dos meteoritos portugueses.

## Metal e Rocha

A classificação tradicional dos meteoritos é feita nos seguintes três grupos: metálicos, férreos ou sideritos; petro-férreos ou siderólitos; e pétreos ou aerólitos. Como os nomes indicam, esta classificação é baseada nas proporções relativas de metal e de rocha (material silicatado) que o meteorito apresenta. Muitos meteoritos pétreos são caracterizados por possuírem pequenos agregados esferoidais (com um diâmetro de um milímetro), de natureza silicatada, denominados cóndrulos. Os meteoritos pétreos com cóndrulos são denominados condritos, e os que não os têm são os acondritos.

Uma classificação mais sugestiva e correcta do ponto de vista genético deveria considerar dois grandes grupos: os condritos e os não-condritos, em que os elementos do segundo grupo seriam derivados dos do primeiro, devido a diversos processos secundários de diferenciação. Porém, de acordo com vários estudiosos, o uso das quatro grandes divisões (condritos, acondritos, petro-férreos e férreos) é ainda de enorme valor, permitindo a sistematização e a semelhança mineralógica de tipos, objectivos desejáveis a qualquer classificação petrográfica.

Os condritos, que correspondem a 85% das quedas observadas, são meteoritos pétreos compostos por uma fracção granulosa (os cóndrulos) e uma fracção de grânulos finos (a matriz). Os cóndrulos, cujo tamanho varia entre 0,1 e 1 mm, são esféricos e encontram-se envolvidos pela matriz. São compostos por olivina, piroxena, feldspato e vidro. Nos condritos mais primitivos os pequenos grãos da matriz são formados pelos mesmos minerais que os cóndrulos. Excepções verificam-se em alguns condritos carbonáceos onde os grãos finos são predominantemente de magnetite e de um silicato hidratado, similar em estrutura à serpentina. Os outros minerais importantes nos condritos são a troilite e uma liga metálica de Fe-Ni, sendo ambos encontrados como inclusões nos cóndrulos silicatados e dispersos como grãos irregulares, finos e grossos, na matriz. Outras curiosas e importantes particularidades destes meteoritos são as inclusões ricas em cálcio e alumínio que parecem nada ter a ver com os cóndrulos, pensando-se que correspondam aos condensados primordiais nestes meteoritos.



Das amostras do condrito de Olivenza mostrando as típicas estruturas esféricas, designadas por cóndrulos (foto do autor).



Cóndrulo de dimensões próximas de um milímetro do meteorito de Ourique observado ao microscópio petrográfico (foto do autor).

A fina matriz de muitos condritos carbonáceos, nos quais se encontram os cóndrulos e as inclusões, consistem em filossilicatos hidratados de baixas temperaturas que contrastam com a elevada temperatura de formação dos minerais que compõem os cóndrulos e as inclusões. Um outro componente da matriz é importante: tratam-se de

complexos compostos orgânicos, nos quais já foram encontrados hidrocarbonetos e aminoácidos, que representam 5% do peso total.

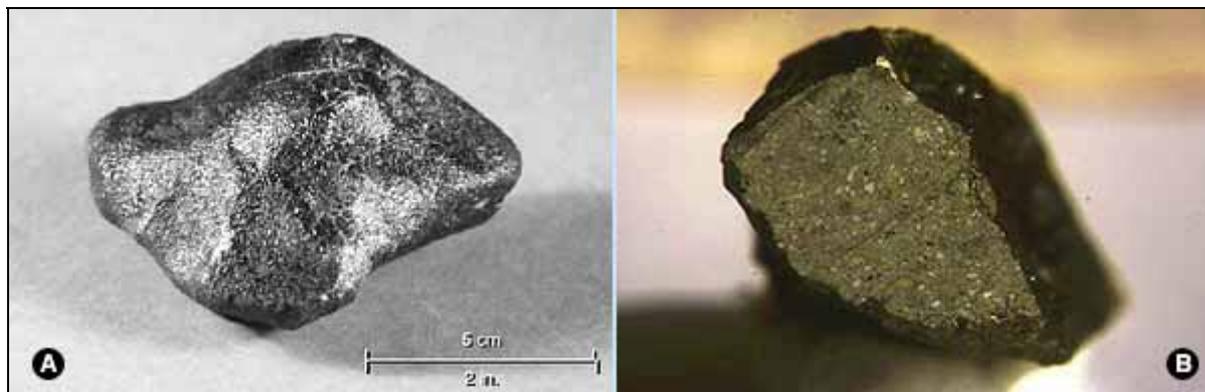
De uma forma genérica, a classificação dos condritos é baseada na sua química e mineralogia, sendo desta forma possível criar três grandes grupos: os condritos enstatíticos, os condritos ordinários ou hipersténicos (eles próprios divididos em três tipos, sendo de todos os condritos os mais abundantes) e os condritos carbonáceos, os mais primitivos em composição.

Os acondritos e os meteoritos petro-férreos são relativamente reduzidos em número, mas muito diversos nas suas propriedades e história genética. Todos experimentaram processos intensos de diferenciação, incluindo fusão, que virtualmente obscureceu a sua história primitiva na nébula solar, indicando, todavia, a grandeza e o tipo de processos ígneos que ocorreram no sistema solar inicial. Qualquer que tenha sido a sua origem, os acondritos (9% das quedas) constituem um grupo químico e texturalmente distinto da maior parte dos meteoritos pétreos. Também os petro-férreos (apenas 1% das quedas conhecidas) fornecem-nos informações sobre a fronteira manto-núcleo dos corpos parentais e respectivo tempo de acreção.

Os palasitos, um dos tipos mais comuns entre os petro-férreos, consistem numa malha de ligas de Fe-Ni contendo fragmentos angulares ou arredondados de olivina com 4 a 5mm de tamanho. São nitidamente de origem ígnea e provavelmente são formados na interface de um corpo metálico em fusão (que forma o núcleo de um asteróide) e uma grande câmara magmática onde a olivina é formada e migra para a base.

Três tipos de acondritos (eucritos, diogenitos e howarditos) e os petro-férreos piroxeno-plagioclásicos (mesosideritos) estão extremamente relacionados. Os eucritos e os diogenitos são rochas magmáticas, enquanto os outros dois tipos são brechas. No caso dos mesosideritos, uma considerável componente metálica encontra-se presente, enquanto os howarditos podem conter fragmentos de composição eucrítica e diogenítica. A maioria dos estudiosos defende que o material parental para estes quatro tipos é condrítico, reflectindo as suas variadas texturas e composições, diferenças na história de arrefecimento, geralmente complicadas pelo metamorfismo e pelos processos de impacto.

Os shergotitos, nakilitos e chassinitos, colectivamente designados pela sigla SNC, são meteoritos que pertencem nitidamente à classe dos acondritos. A sua composição global, os gases raros retidos e a sua relativa idade jovem (cerca de 1,25 mil milhões de anos), assim como muitas outras evidências, sugerem que eles são provenientes de Marte. Uma brecha anortosítica encontrada na Antártida forma um grupo isolado dentro dos acondritos. Os estudos efectuados mostraram que a sua composição, idade e petrologia só é compatível com uma origem lunar. Mais oito acondritos lunares foram posteriormente encontrados, correspondendo todos eles a brechas anortosíticas de rególito, formadas pela aglutinação de fragmentos rochosos no solo lunar.

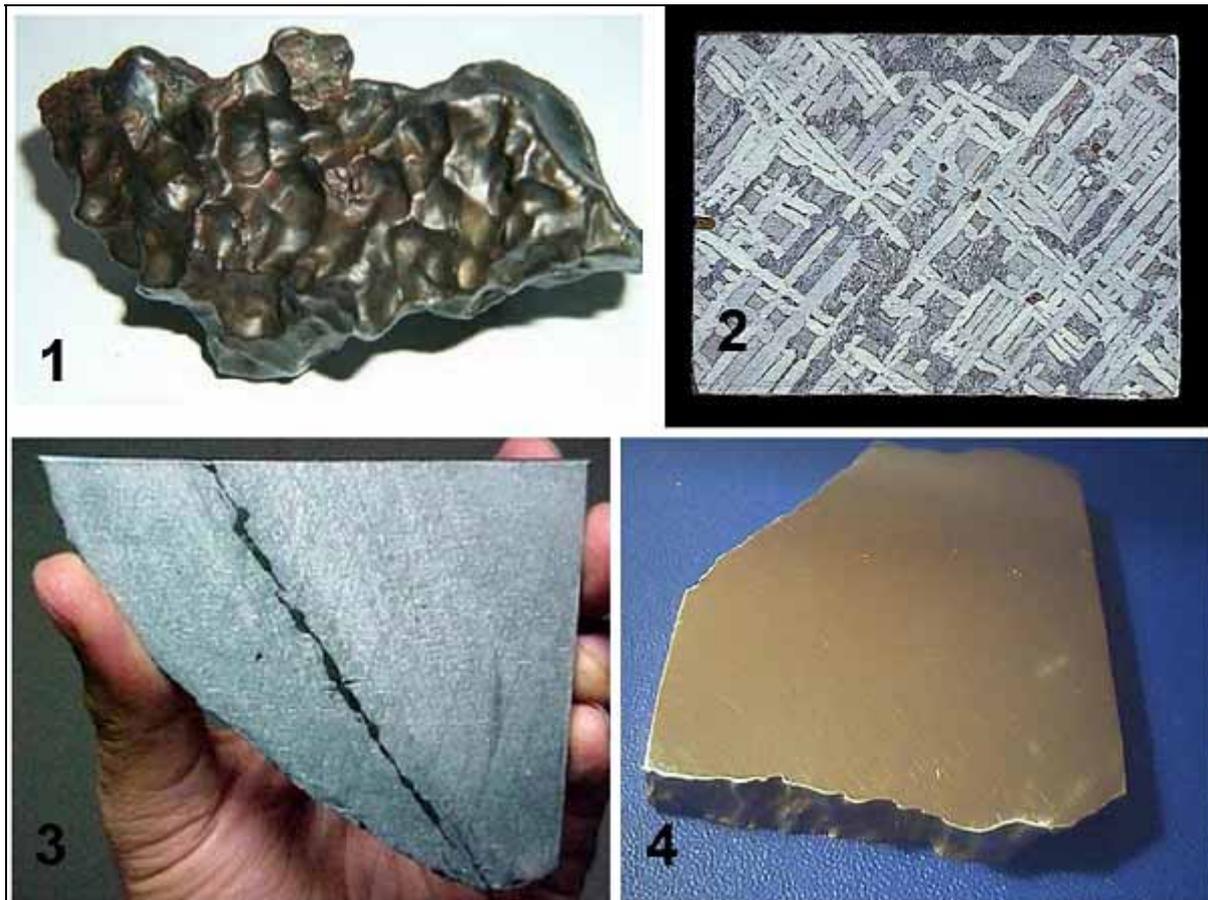


A - Acondrito do tipo eucrito, possivelmente proveniente do asteróide Vesta (cortesia American Meteorite Laboratory). B - Aspecto do acondrito de Chaves – uma brecha basáltica polimítica - estudado e reclassificado em howardito pelo autor (foto do autor).

As outras grandes classes de acondritos são os aubritos e os ureilitos. Os primeiros podem ser condritos do tipo enstatítico parcialmente fundidos, mas o assunto ainda não está esclarecido. Os ureilitos são meteoritos magmáticos com um significativo teor em carbono e material volátil. Tem sido sugerido que a sua formação resultou de um impacto que levou à fusão e posterior diferenciação de um asteróide com a composição de um condrito carbonáceo. Essa é também a razão para compreender a enorme abundância de diamante neste grupo de meteoritos, formado pelo choque induzido no carbono quando dos numerosos impactos.

A classificação tradicional dos meteoritos férreos (5% das quedas, mas mais de 50% dos achados, o que se justifica considerando a dificuldade de alteração destes meteoritos e a sua fácil separação das rochas envolventes) é melhor percebida em termos de relações de fases do sistema ferro-níquel. A elevadas temperaturas (900° C) a taenite octaédrica é a fase estável de todas as composições. Durante o arrefecimento, a kamacite concentra-se nas faces do cristal octaédrico. Se o conteúdo em Ni descer a 6% todo o metal converte-se em kamacite pura, a baixas temperaturas. Os meteoritos compostos somente por kamacite, são designados de hexaedritos. Se o conteúdo de Ni exceder os 6%, alguma taenite persiste e a estrutura geral mantém a forma octaédrica (daqui o grupo dos octaedritos). A concentração de kamacite depende do conteúdo de Ni. Para baixos valores de Ni, a kamacite domina e forma grandes cristais; para elevados teores de Ni, a kamacite diminui, assim como o tamanho dos cristais. Isto é visível na estrutura de Widmanstätten que consiste em lamelas de kamacite debruadas por taenite. Outros meteoritos férreos, com outras

texturas e maior teor de Ni, são designados por ataxitos, como o que caiu em 14 de Novembro de 1968 no Alandroal e se encontra guardado no Museu Nacional de História Natural da Universidade de Lisboa. Um significativo número de meteoritos férreos contêm abundantes e diversas inclusões de silicatos.



Várias amostras de meteoritos férreos ou sideritos, constituídos predominantemente por ligas de ferro e níquel. As amostras 2, 3 e 4 estão cortadas e polidas. A foto 2 mostra uma estrutura típica dos octaedritos – a estrutura de Widmanstätten (fotos do autor).

### Uma questão de idades

Há quatro distintos períodos de tempo ou idades que são significativas na história de uma meteorito: a idade terrestre; a exposição aos raios cósmicos; a idade de formação; e o intervalo de formação.

A idade terrestre é o tempo contado a partir da queda do meteorito na superfície da Terra. Conhecido para as quedas observadas, o problema é mais complicado para os achados, cuja queda pode ter ocorrido desde tempos pré-históricos. Quando em órbita em torno do Sol, um meteoróide é bombardeado pela radiação cósmica. Depois de ter caído na Terra o meteorito fica protegido desta radiação pela atmosfera e os isótopos instáveis da radiação cósmica começam a decair. É conhecido das quedas observadas a quantidade normal destes produtos quando os meteoritos atingem a Terra. Um meteorito achado deve possuir uma quantidade menor desses produtos, sendo a diferença relacionada com o tempo desde que o meteorito caiu sobre a Terra. Alguns isótopos, como o Ar-39, o C-14 e o Cl-36 são utilizados para determinar a idade terrestre dos meteoritos.

Esta idade geralmente não ascende a mais de algumas dezenas de anos, mas alguns meteoritos encontrados na Antártida caíram há mais de 500 mil anos permanecendo em ótimas condições de preservação. Até ao momento apenas dois meteoritos "fósseis" são conhecidos. Ambos são condritos encontrados em calcários Ordovícicos na Suécia. A sua idade terrestre é derivada da idade dos fósseis presentes nos sedimentos onde os meteoritos colidiram, respectivamente há 480 e há 485 milhões de anos.

A segunda idade de um meteorito corresponde ao tempo durante o qual ele orbitou o Sol como um pequeno fragmento arrancado do corpo parental. Quando uma rocha ou um fragmento de Fe-Ni se encontram no espaço interplanetário a radiação cósmica reage com alguns átomos do meteorito, produzindo átomos secundários perfeitamente identificáveis em laboratório. A quantidade de átomos secundários, produzidos desta forma, depende da composição química do meteoróide e do intervalo de exposição aos raios cósmicos. As medidas da abundância do gás neon indicam que os meteoritos pétreos têm idades de exposição aos raios cósmicos de alguns milhões de anos até algumas dezenas de milhões de anos. Parece que muitos meteoritos pétreos sobreviveram aos processos de pulverização, após a destruição colisional do corpo parental, por períodos que vão até 40 milhões de anos. Os meteoritos férreos, por outro lado, apresentam idades de exposição, para um corpo que pode atingir o tamanho de um metro, que chegam a atingir os mil milhões de anos.

A idade de formação é o tempo entre o presente e o último maior evento de alta temperatura passado na história do meteorito. Esta idade para os acondritos basálticos, por exemplo, é o intervalo de tempo desde a sua cristalização a partir de um magma até à actualidade. Embora tenham sofrido uma fusão posterior, a maioria dos condritos foram quentes e formaram vários minerais logo após a sua génese. A sua idade de formação é o tempo decorrido a partir da cristalização, quando os seus grãos minerais constituintes foram produzidos. As idades de formação para ambos os tipos são próximas dos 4,55 mil milhões de anos. Os métodos utilizados para a determinação destas idades são as técnicas radiométricas para medir a idade das rochas terrestres, particularmente com o recurso ao método urânio-chumbo.

A última idade, ou intervalo de formação, é o tempo entre a formação dos elementos químicos nas estrelas e a sua incorporação no corpo parental dos meteoritos. Quase todos os elementos, com a excepção do hidrogénio e do hélio, foram formados em estrelas de vários tipos. Isto é verdade, não apenas para os meteoritos, mas para tudo na Terra incluindo os elementos que formam os nossos corpos.

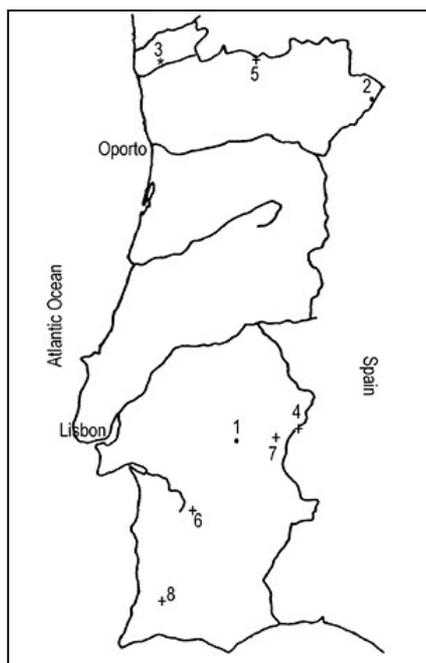
Muitos meteoritos pétreos contêm os produtos de fissão do plutónio. Este elemento é instável e decai muito rapidamente, com uma meia-vida de 82 milhões de anos. Em função disto, todo o plutónio originalmente presente no sistema solar decaiu completamente há cerca de 4000 milhões de anos e não ocorre mais, na sua forma natural, quer na Terra, quer no sistema solar. As medidas dos produtos do decaimento de plutónio nos meteoritos mostram que o intervalo de formação para aquele elemento foi de 150 milhões de anos. Isto significa que o plutónio foi formado numa estrela precisamente 150 milhões de anos antes da formação do Sol e dos planetas.

### Meteoritos caídos em Portugal

Como se disse, a primeira referência à queda de um meteorito em Portugal data de 1797 e deve-se a Robert Southey, um poeta e homem de letras britânico, que um ano antes tinha percorrido algumas regiões de Portugal e Espanha. A sua descrição é simples, esclarecendo-nos de que às 14 horas do dia 19 de Fevereiro de 1796, em Tasquinha, perto de Évora-Monte, uma pedra de cerca de 5 Kg caiu do céu limpo, tendo sido precedida por fortes explosões. Refere-nos ainda que "a sua cor era de chumbo", o que nos leva a pensar tratar-se de um siderito, sendo o paradeiro da amostra totalmente desconhecido, tratando-se inequivocamente do primeiro registo a um meteorito português.

Em finais de Setembro de 1843, próximo de Picote (Miranda do Douro) caíram três pedras meteoríticas, duas das quais foram descritas pelo Prof. António Macedo Pinto em 1845 num periódico local. Pesavam respectivamente 1125 g e 440 g, com a densidade 3,45 e 3,61, possuindo uma crosta exterior escura e rugosa, de "textura granosa" e de cor cinzenta carregada com algumas partículas de ferro metálico. Pela descrição dada, tratavam-se de meteoritos pétreos, não sendo possível porém saber se correspondiam a condritos ou acondritos, embora a observação de pequenas partículas metálicas advogue em favor da primeira hipótese. Também aqui, apesar de várias diligências feitas, desconhece-se completamente o paradeiro das amostras.

Em 1877, no decurso de trabalhos agrícolas, foi encontrado em S. Julião de Moreira, perto de Ponte de Lima, enterrado na camada superficial do granito desagregado, um meteorito ferro-niquélico que em 1883 foi levado para Lisboa. Com a forma mais ou menos esférica, tinha 0,91 m de circunferência mínima e 1,07 de circunferência máxima. A queda tivera, sem dúvida, lugar há muito, pois a parte exterior estava muito alterada, com aspecto ferruginoso. Quando foi descoberto e recuperado, o meteorito pesava 162 kg.



Distribuição dos meteoritos portugueses conhecidos: quedas (+); achados (\*) e paradeiro presente das amostras desconhecido (.).

Desconhece-se o paradeiro da maior parte do meteorito de S. Julião de Moreira, encontrando-se diversas amostras dispersas por museus de todo o mundo. Em Portugal, existe no Instituto Superior Técnico um fragmento com 0,49 Kg, havendo ainda pedaços (granalha) com o peso total de 0,11 Kg. Embora sem etiqueta de identificação, existe um fragmento, em tudo semelhante ao primeiro, com pouco mais de 2 Kg.

A amostra foi estudada por vários especialistas. John Wasson, do Departamento de Ciências da Terra e do Espaço da UCLA, em 1969, efectuou uma análise detalhada do meteorito que possibilita classificá-lo na moderna terminologia dos sideritos. Obteve a percentagem de 6,1 de Ni e os valores, em ppm, de 46,2 para gálio, 107 para germânio e 0,012 para irídio, o que permite dizer que se trata de um meteorito férreo do tipo II-B. Na classificação estrutural de Buchwald, trata-se de um octaedrito grosseiro com bandas de kamacite de largura superior a 3,3 milímetros.

Um caso duvidoso é-nos relatado por Rui de Serpa Pinto em 1933 sobre a queda de um bólido na margem esquerda do Tejo. Cita Stanilas Meunier, autor de um livro sobre meteoritos, que reproduz uma carta de Paul Choffat na qual é dito que em 31 de Julho de 1884 caíra um bólido em Palença-di-Taixo (Palença de Baixo) na margem Sul do Tejo, dividindo-se em dois, de que não ficaram vestígios. Trata-se muito possivelmente da referência ao fenómeno meteoro ("bólido" significa simplesmente bola de fogo muito luminosa que se desloca velozmente no ar) sendo bem possível que se tenha volatilizado completamente sem atingir a superfície.

Em finais de 1924 ocorreu uma chuva de meteoritos na zona fronteiriça de Olivença. Alguns dos fragmentos caíram em localidades portuguesas, tendo um fragmento caído mesmo em Castelo de Vide, estando guardado no Museu Mineralógico da Universidade de Coimbra. Outros fragmentos menores encontram-se nos museus de Elvas, da Universidade do Porto e da Universidade de Lisboa. Os maiores fragmentos caíram em Espanha. Trata-se de um condrito ordinário do tipo LL 5, rico em hiperstena, olivina e feldspato sódico. Pobre em Fe-Ni, o meteorito possui, ainda merrillite e cromite. Os cóndrulos são pouco distintos.

A 3 de Maio de 1925, em Vilarelho da Raia, cai o meteorito de Chaves, 8 Km a N desta cidade. Quatro fragmentos são conhecidos, numa massa total de 2900 gramas. A caracterização mineralógica e petrográfica efectuada por nós, assim como os estudos petroquímicos realizados, mostram-nos que o meteorito de Chaves é um acondrito do tipo dos howarditos. Trata-se de uma brecha com fragmentos pétreos distintos, possivelmente provenientes do mesmo corpo parental, aglutinados por uma matriz fina de natureza regolítica.

Os clastos mais abundantes são de uma rocha praticamente monominerálica, com a composição de um ortopiroxenito, no qual os valores de piroxena são extremamente regulares. Implicam uma origem em profundidade a partir da consolidação de um magma básico. São fragmentos típicos de diogenito. Outros clastos, pela textura e composição aparentam-se com alguns doleritos e mostram ter arrefecido relativamente depressa, próximo da superfície. A sua composição mineralógica filia-os nos eucritos. É possível que ambos os fragmentos tenham consolidado do mesmo magma, formando camadas superficiais e mais internas do mesmo asteróide. Foram os fenómenos de impactismo, bem evidenciados na textura cataclástica e na presença de vidros e veios vítreos de fusão, os responsáveis pela mistura das duas componentes que ficaram envolvidas por um material mais fino, de composição semelhante, que os aglutinou. Os estudos mineralógicos, químicos e a determinação da sensibilidade TL, mostram ainda estarmos na presença de um dos howarditos mais empobrecidos em alumínio o que implica um reduzido teor de feldspatos, isto é, uma grande "contaminação" da fracção.

No dia 23 de Agosto de 1950 deu-se a queda de um meteorito em Monte das Fortes, no concelho de Santiago do Cacém. A queda foi acompanhada de forte explosão seguida de outras menores e deu-se uma hora antes do pôr-do-Sol. Possivelmente, em virtude do tempo nebuloso que se fazia sentir, não foram observados fenómenos luminosos. Os fragmentos do meteorito dispersaram-se entre Alvalade e Ferreira do Alentejo. Vários destes foram recolhidos na área entre Aldeia dos Ruins, Monte das Fortes, Boizão-Velho e Boizão-Novo, numa área de mais de 6 quilómetros quadrados, dos quais 5 fragmentos se encontram conservados no Museu dos Serviços Geológicos de Portugal, pesando no conjunto 4,885 kg. Os fragmentos estão recobertos por uma crosta negra, grumosa, com cerca de 0,5 mm de espessura. A densidade média é de 3,451.

Do ponto de vista mineralógico, o condrito do Monte das Fortes contém essencialmente olivina, bronzite, diópsido, clinobronzite e, como acessórios, plagioclase sódica, merrillite, cromite, troilite e Fe-Ni. De acordo com a composição determinada, é possível incluir este meteorito no tipo L dos condritos ordinários. Uma observação microscópica dos cóndrulos e da quantidade de vidro presente leva-nos a pensar tratar-se de um condrito L-3, mas só uma investigação mais detalhada permitirá esclarecer o assunto.

Quadro síntese dos meteoritos portugueses

| Nome                  | Data                    | Observações                |
|-----------------------|-------------------------|----------------------------|
| Tasquinha             | 19 de Fevereiro de 1796 | Queda; 4,8 kg; perdido     |
| Picote                | Setembro de 1843        | Queda, 3 peças; perdido    |
| S. Julião de Moreira  | 1877                    | Achado; 162 kg; octaedrito |
| Olivenza              | 19 de Junho de 1924     | Queda; várias; condrito    |
| Chaves                | 3 de Maio de 1925       | Queda; 2,9 kg; howardito   |
| Monte das Fortes      | 23 de Setembro de 1950  | Queda; 5 kg; condrito      |
| Alandroal (Juromenha) | 14 de Novembro de 1968  | Queda; 25 kg; ataxito      |
| Ourique               | 28 de Dezembro de 1998  | Queda; 25 kg (?); condrito |

A penúltima queda de um meteorito registada em Portugal deu-se a 14 de Novembro de 1968. Segundo um relatório do então Serviço Meteorológico Nacional, a queda deu-se na Herdade de Tenazes, concelho do Alandroal, a cerca de 3 Km de Juromenha. Segundo testemunhas da região, o meteoro que antecedeu a queda foi visto às 18 horas e 55 e o clarão luminoso durou de 1 a 3 segundos. O meteorito foi encontrado cerca de 10 minutos depois da queda, com dois pontos incandescentes, afastados 20 centímetros, que se extinguíram pelas 23 horas. O meteorito foi encontrado inteiro e retirado ainda quente no dia 15 de Novembro às 11 horas. A terra da cratera que cavou ao embater no solo também se encontrava quente. O terreno no local da queda era solo arável e tinha sido lavrado, existindo poucas árvores. A profundidade da cratera deixada foi aproximadamente de 80 centímetros.

A amostra tem a forma grosseiramente elipsoidal, um pouco achatada, com as dimensões de 30 x 20 x 10 cm e pesa 25,250 kg. A superfície é lisa a ondulada e apenas em parte se apresenta coberta por crosta. A mineralogia é simples, revelando kamacite, taenite e schreibersite. A análise química revelou 8,7% de níquel, 0,52% de cobalto, 0,3% de fósforo, 21 ppm de gálio, 40 ppm de germânio e 0,24 ppm de irídio, o que permite classificá-lo dentro do tipo III AB dos sideritos. O seu razoável teor em níquel e a ausência de uma estrutura macroscópica visível permite incluí-lo no grupo dos ataxitos.



Meteorito metálico do Alandroal: um meteorito que após a queda esteve preso na cela pelas autoridades locais, antes de ser transportado para o Centro de Geologia da Universidade de Lisboa (foto Fernando Barriga, MNHN).

No dia 28 de Dezembro de 1998, perto da uma hora da manhã ocorreu a queda de um meteorito no Monte Carapetel, Aldeia de Palheiros, a sul de Ourique, distrito de Beja. Muitos dos habitantes locais ouviram os estrondos e viram o clarão, quando da passagem do bólido, na baixa atmosfera e embate do meteorito no solo. Segundo relatos recolhidos no local por elementos da Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores, o clarão iluminou o céu como se fosse dia durante uns 10 segundos, (indicador de uma magnitude superior a - 14, Lua Cheia), segundo uma testemunha que se encontrava no momento a entrar em casa. Foram numerosos os testemunhos de dois estrondos, um primeiro forte, seguido de outro mais fraco após alguns segundos, o que pode perfeitamente indicar o estampido na baixa atmosfera e o som do impacto. Não está, contudo, excluída a hipótese da queda de dois ou mais fragmentos, visto os dois sons terem sido ouvidos em localidades muito afastadas, desde Vila Nova de Milfontes até Ourique.

No local da queda (estrada rural de terra batida) foi produzida uma pequena cratera alongada (60 x 30 x 15 cm) de azimute 115° (aproximadamente W-E). Após o impacto o corpo fragmentou-se em vários pedaços e muitas partes do meteorito ficaram expostas em leque, para Leste, até pelo menos 55 m, posição onde foi colhido o maior fragmento recuperado de 2,6 Kg. No interior da cratera ficaram alguns pedaços. O meteorito foi encontrado pelo Sr. António Silva, dois dias depois da queda, que estranhou aquelas pedras anómalas no caminho e um cheiro intenso a enxofre. Logo relacionou o achado com o evento que toda a população tinha ouvido e viu tratar-se de "pedras caídas do céu". Depois disso vários populares visitaram o local da queda e recolheram amostras como recordação.

Embora sendo difícil, se não mesmo impossível, um recenseamento de todos os fragmentos - alguns chegaram mesmo a ser oferecidos e vendidos a turistas que se deslocavam para o Algarve - calcula-se que o diâmetro original do corpo deverá ter sido da ordem dos 25 centímetros, o que corresponde a uma massa na ordem dos 30 Kg - possivelmente a maior queda registada no nosso país. O Departamento de Geologia da Universidade de Lisboa conseguiu recuperar quatro fragmentos significativos, sendo o maior (de 2,6 Kg) depositado no Museu Nacional de História Natural, por vontade expressa do Sr. Manuel de Brito, um habitante da Aldeia de Palheiros. Fragmentos menores - com menos de 1 cm - foram ainda recuperados no local da queda.

O meteorito mostra uma cor cinzenta, ligeiramente esverdeada, com a típica crosta de fusão negra, por vezes acastanhada e de aspecto vítreo. Nesta são visíveis estruturas de ablação em que se destacam as típicas formas em "impressões de dedos", conhecidas por regmaliptus, desenvolvidas durante o voo do meteorito na atmosfera. Macroscopicamente, são visíveis os cóndrulos que não ultrapassam os 2 mm, as olivinas e ligas metálicas. O meteorito é facilmente atraído pelo imã. Nota-se ainda a textura em brecha, coexistindo clastos mais escuros no seio de fragmentos cinzentos mais claros - um aspecto típico dos condritos ordinários e correspondendo a brechas de rególito. A densidade de massa do meteorito é de 3,5 g/cm<sup>3</sup>.

Das quatro lâminas polidas estudadas em microscopia óptica de reflexão e de transmissão verificou-se estarmos na presença das características texturais do grupo 4 dos condritos ordinários: cóndrulos bem desenvolvidos numa matriz opaca a muito fina, com matéria amorfa em desvitrificação, abundantes olivinas e ortopiroxenas do tipo bronzite. Os opacos encontrados são essencialmente troilite e ligas de Fe-Ni, sendo estas muito mais abundantes. Um estudo em microscopia electrónica de varrimento, com sistema de análise EDX, mostrou que algumas destas ligas apresentam teores variáveis de níquel, com uma zonação caracterizada pelo aumento deste elemento do centro para a periferia, um assunto que importa detalhar com vista a conclusões sobre as taxas de arrefecimento do corpo parental do meteorito.

Os cóndrulos são abundantes e distintos, apresentando-se alguns bordeados por um fino anel de recristalização. Todos os tipos geralmente encontrados nos condritos ordinários estão presentes: porfiríticos, radiados, finamente granulares, barrados e vítreos. Alguns cóndrulos apresentam bordaduras parciais de Fe-Ni.



Fragmento maior do meteorito de Ourique oferecido ao autor pelo agricultor Manuel de Brito, da Aldeia de Palheiros, com a vontade expressa de que fosse depositado no "museu do Prof. Galopim de Carvalho" (foto de Pedro Ré).

Um estudo à microsonda electrónica mostrou que a olivina apresenta uma composição muito constante de (18 a 19% molar de faialite) e uma composição média da piroxena de 16% molar de ferossilite, permitindo classificar este condrito no grupo dos bronzíticos (tipo H). Com base nas características observadas classificámos o meteorito de Ourique no tipo H4 da classificação petrográfica de Van Schmus e Wood, que corresponde ao segundo grupo de condritos mais abundantes com as fronteiras dos cóndrulos distintas a pouco apagadas, com vidro raro e silicatos próximos do equilíbrio. Estudos químicos e isotópicos, bem como uma detalhada descrição das populações de clastos estão ainda em curso pelo autor. Este meteorito associa-se aos asteróides do tipo S, uma população frequente na parte mais interior da cintura de asteróides e o grupo mais abundante dentro daqueles que se aproximam e cortam a órbita da Terra. A submissão do nome e apresentação das características e classificação com vista à sua aceitação internacional foi feita à Comissão do Meteoritical Bulletin no dia 4 de Fevereiro de 1999 às 12:46:5 UTC e confirmada a recepção, no dia seguinte, como "new meteorite fall", sendo, até agora, a primeira queda de um meteorito em Portugal a ser classificada por um geólogo português.



Aspecto microscópico dos diferentes tipos de cóndrulos na matriz do condrito de Ourique (foto do autor).

#### Bibliografia:

- Galopim de Carvalho, A & Monteiro, J.F. (1999) A propósito do meteorito de Ourique. Museu Nacional de História Natural, Lisboa.
- Hutchison, R. (2004) Meteorites: a Petrologic, Chemical and Isotopic Synthesis. Cambridge University Press, Cambridge.
- Monteiro, J.F. (2003) El Vulcanismo en el cinturón de Asteroides. In "Crónicas del Sistema Solar" Ed. Francisco Anguita & G. Castilla. E. Sirius, Madrid.

# OS ESTUDOS DE ASTRONOMIA EM PORTUGAL, ANTERIORES ÀS INVASÕES NAPOLEÓNICAS

António Mota de Aguiar  
[motadeaguiar@netcabo.pt](mailto:motadeaguiar@netcabo.pt)

A contribuição da ciência portuguesa para o cômputo da ciência começa no período das Descobertas, que são também os anos áureos dos estudos astronômicos em Portugal, decorrentes do processo das viagens marítimas e da relevância do Infante D. Henrique e da escola de navegação em Sagres. Neste período histórico, compreendido pelos séculos XV e XVI, situa-se a importante contribuição científica dada por Pedro Nunes, matemático de prestígio além fronteiras.

Frontispício do *Tratado da Sphera*, uma das obras de Pedro Nunes (1502-1578), publicada em 1537. Nele pode ler-se, no português da época:

"Tratado da sphaera com a Theorica do Sol e da Lua. E ho primeiro liuro da Geographia de Claudio Ptolomeo Alexãdrino. Tirados nouamente de Latim em lingoagem pello Doutor Pero Nunez Cosmographo del Rey dõ João ho terceyro deste nome nosso Senhor.

E acrescêtidos de muitas annotações e figuras per que mays facilmente se podem entender. Item dous tratados ~q o mesmo Doutor fez sobre a Carta de marear. Em os quaes se declarão todas as principaes duuidas da nauegação. Cõ as tauoas do mouimento do sol: e sua declinação. E o Regimêto da altura assi ao meyo dia: como nos outros tempos. - (Lixboa: per Germão Galharde empremidor, 1537)". - [90] f. : il.; 2º (29 cm).



Porém, com a implantação em Portugal da Inquisição em 1531 e a consequente expulsão dos judeus, muitos deles ligados à ciência astronômica, começaram em Portugal, na segunda metade século XVI, um período histórico de decadência, que naturalmente teve repercussões no ensino da ciência em Portugal, e por consequência na astronomia. Com o estabelecimento em Portugal da Companhia de Jesus em meados do século XVI, com os seus métodos aristotélicos de ensino e rejeição sistemática do progresso e da ciência, com a ruínosa campanha de Marrocos do rei D. Sebastião e, posteriormente, com os ataques provenientes dos países do norte europeu às possessões marítimas portuguesas, o progresso científico estagnou.

Note-se que a Companhia de Jesus se estabelece em Portugal no preciso momento da publicação da obra de Nicolau Copérnico, em 1543, a qual inicia na Europa central o florescimento das grandes conquistas científicas dos séculos seguintes. Enquanto na Inglaterra se discutia calorosamente o universo infinito sem limite exterior, de Thomas Digges, em Portugal a estagnação acentuava-se sobremaneira, para mais com a ocupação filipina e as guerras de independência que se sucederam.

"...A implantação dos jesuítas entre nós constitui um acontecimento da mais transcendente importância na história da nossa cultura pela influência sobre a mentalidade dos portugueses. Durante duzentos anos todo o pensamento oficial foi imposto pela orientação do ensino exercido pelos filhos de Santo Inácio de Loiola, pois praticamente tiveram nas suas mãos toda a actividade escolar" (1). De um modo geral, os jesuítas tentaram sistematicamente entrar a penetração das conquistas do pensamento científico nas escolas que dominaram até 1759, altura em que foram expulsos de Portugal.

Assim, enquanto que no século XVII a Europa é cenário das grandes lutas travadas para o reconhecimento da Ciência e se dão importantes conquistas científicas, Portugal cai no fosso da ignorância.



Santo Inácio de Loiola (1491-1556).

## O século das luzes

O século XVIII possibilita contudo uma análise diferente da do século XVII. Três monarcas ocupam a maior parte do tempo deste século, D. João V, D. José e D. Maria I. Na primeira metade do século, D. João V, que reinou de 1706 a 1750, teve uma acção benévola na ciência. Não tanto porque fosse um mecenas amigo das artes e das ciências, mas simplesmente porque esbanjava a enorme riqueza que lhe vinha do Brasil em tudo que lhe dava grandeza e glória pessoal e, como o desenvolvimento da ciência fazia brilhar a sua pessoa junto das monarquias europeias, apoiou de mãos largas a criação de observatórios astronómicos, academias, e eventos afins. Rei ciumento dos monarcas estrangeiros, imitava tudo o que lá fora se fazia.

Por isso o século XVIII foi bom para a Astronomia, tendo sido criado neste reinado observatórios astronómicos e academias, como a Real Academia de História, criada em 1720. Este período de intensa actividade astronómica iniciou-se em 1724 com a observação de um eclipse da Lua, observação feita com rigor científico, por isso recolheu na época elogios estrangeiros, e terminou em 1759, quando os jesuítas foram expulsos de Portugal. Pode-se dizer que estas actividades foram obra dos jesuítas e, quando estes foram expulsos, a actividade caiu a zero. É portanto na "década dos anos vinte do século XVIII que se inicia, entre nós, a prática científica no campo da astronomia" (2). Durante os trinta e seis anos desta experiência, instalaram-se vários observatórios astronómicos em Portugal e, é inegável, que os jesuítas levaram a cabo um trabalho de proveitosa observação astronómica.

Do século XVIII, ficaram-nos alguns trabalhos de valor, como o do Padre João Batista Carbone que na noite de 1 de Novembro 1724 obteve a "primeira observação séria de astronomia", a de um eclipse da Lua; a do Padre Eusébio de Veiga, astrónomo do Colégio de Santo Antão, que em 1753 observou a conjunção de Mercúrio com o Sol; ou o Padre João Chevalier (1713-1801), filho de mãe portuguesa e pai francês, membro das academias francesa, inglesa e belga das ciências, pertencente à Congregação do Oratório do Colégio de S. Filipe de Nery, mais aberto às ideias modernas da época do que os jesuítas e autores de observações astronómicas de realce, entre as quais: estudos sobre longitudes e latitudes, estudos sobre a passagem de Mercúrio pelo Sol, assim como observações de imersões de satélites de Jupiter. Chevalier era um homem que se correspondia com a Academia francesa e inglesa, por isso o vemos a 23 de Maio de 1754 na *Philosophical Transactions* da Royal Society. Anos depois João Chevalier veio a interessar-se pela problemática da passagem dos cometas. Foi portanto um iluminista ilustre das "luzes" lusitanas, fez observações astronómicas e publicou-as em Memórias nas academias de Paris, Londres e Bruxelas. Infelizmente o Marquês de Pombal não valorizou este homem e Chevalier teve de fugir do reino.

Porém, não podemos esquecer a personagem de D. João V, o sofrimento que o povo pagou para que o rei levasse a cabo os seus caprichos e sua megalomania. Uma "crítica imparcial", da época, dizia que el-rei D. João V "pela maior parte empregou mal os imensos cabedões dos thesouros do Estado"(3). Quanto a Voltaire, dizia de D. João V o seguinte: "*Les fêtes de Jean V étaient des processions, ses édifices des monastères, et ses maîtresses des religieuses*"(4).

Nunca é demais lembrar aqui as palavras de Alexandre Herculano, tantas vezes repetidas por outros autores, mas tão tragicamente justas: "Para a maravilhosa inutilidade de D. João V gastaram-se por largos anos os milhões que de contínuo nos entregava a América: o lidar acumulado de cinquenta mil homens consumiu-se em desbatar e polir essas pedras hoje esquecidas, que apenas servem para alimentar por algumas horas a curiosidade dos que passam. É uma verdade cem vezes repetida, que o preço de Mafra teria coberto Portugal das melhores estradas da Europa; mas nem por ser trivial essa verdade deixa de ser dolorosa. E todavia tal preço era o menos! As maldições submissas dos que foram arrastados de todos os ângulos da monarquia, para esta grande anúduva nacional, e as lágrimas das suas famílias, não as pode sufocar a adulação cortesã; transudaram até nós nas páginas da história, e caindo sobre o ataúde dourado do príncipe que as fez verter, deixaram a inscrição do seu nome manchada de uma nódoa que o tempo não gastará" (5).

Alexandre Herculano, analisa aqui o problema social, enquanto que nós podemos acrescentar que, com todo esse dinheiro mal gasto, se poderiam ter criado gerações de escolas de astrónomos e feito evoluir a ciência em Portugal significativamente.

Quanto à Real Academia das Ciências de Lisboa, fundada já no reinado de D. Maria I, em 1779, obra de dois iluministas, o 2.º duque de Lafões e o abade Correia da Serra, que perdura até aos dias de hoje, foi e é uma das mais importantes instituições portuguesas em prol das ciências e das artes, constituindo ainda hoje uma referência por excelência para qualquer historiador. "As Academias tinham surgido já no século XVII, como uma necessidade social de congregação colectiva de esforços quando os investigadores científicos, abertamente voltados para a interrogação da natureza por via experimental, sentiram a necessidade de se ouvirem mutuamente"(6).

Todavia, os trabalhos dos astrónomos portugueses do século XVIII, e transcritos nas Memórias da Academia, referem-se a problemas técnicos, composições de tábuas numéricas, medidas de coordenadas geográficas, observações de eclipses e outras observações de fenómenos astronómicos, área denominada em termos genéricos por Astronomia de Posição. Aliás, esta será ainda a tendência dos astrónomos portugueses por muitas mais décadas.

Nenhum destes trabalhos “subiu ao estudo de problemas cosmológicos difíceis ou de questões altas de Mecânica dos Mundos” (7), e por isso também nenhum destes trabalhos alcançou o nível astronômico do que se fazia nessa altura na Europa, onde se discutiam as Leis do Movimento e da Gravidade de Newton.

Como aqui referido, em 1759 o Marquês de Pombal, ministro de D. José, expulsou do reino a Companhia de Jesus, e a ciência de observação astronômica que existia em Portugal, caiu a zero, porque era feita, directa ou indirectamente, com o apoio dos jesuítas.

Nos finais deste século houve ainda uma retoma dos estudos em astronomia, contudo as guerras que se seguiram vieram destabilizar completamente o ensino da ciência em Portugal.

Esta decadência está bem patente no evoluir das Memórias da Academia das Ciências de Lisboa, cujos primeiros anos foram marcados por trabalhos notáveis mas que, ao longo dos anos seguintes, foram decaindo, até desaparecerem por completo no século XIX dos tomos da Academia.

D. João Carlos de Bragança de Sousa Ligne Tavares Mascarenhas da Silva, 2.º Duque de Lafões (1719-1806). Fundou em 1779 a Academia Real das Ciências de Lisboa, juntamente com o abade Correia da Serra (1751-1823).



## Os tempos recentes

No início do século XIX Portugal sofre a ocupação dos exércitos napoleónicos, e com ela a devastação e a miséria no seu território. São tempos difíceis estes anos de fim do século XVIII e primeira metade do século XIX: primeiro a loucura de D. Maria I e as perturbações que isso causou, a problemática regência de D. João até à sua coroação, a entrada em Portugal das ideias da Revolução Francesa e a conseqüente perseguição de quem as defendia, a guerra contra Espanha, a ocupação napoleónica, com as guerras e deprecavações que originou a saída do rei e da corte para o Brasil, deixando o país desamparado, como nos conta Oliveira Martins, a revolução liberal de 1820, a Carta de 1822, seguindo-se a perda do Brasil nesse mesmo ano, que ainda dava alguns proveitos para alimentar a Coroa, e as vicissitudes trágicas para o povo português da Guerra Civil de 1832-34 entre liberais e absolutistas, cujas conseqüências desastrosas se prolongaram até ao fim da década de quarenta, período a que o historiador Oliveira Marquês chama “transição para a liberdade”.

Toda esta primeira metade do século XIX é de uma grande indigência para a astronomia e para a produção científica em Portugal, ocupadas que estavam as pessoas em sobreviver à miséria e desgraça envolventes. Como era possível haver alguma produção científica nestas circunstâncias? Em 1800, o palco onde a ciência se mostrava era a Academia Real das Ciências de Lisboa, e o seu fundador, que nesta altura ainda a dirigia, o Duque de Lafões, tinha então agora mais de oitenta anos, e por isso já lhe ficavam poucas forças para a dinamizar.

A partir de 1850 começa então uma melhor etapa histórica de produção científica em Portugal, aparecem homens ilustres na área da astronomia, e fazem-se importantes medições das posições dos astros, algumas de grande valor de precisão, por isso valorizadas e premiadas por entidades estrangeiras. São tempos melhores para a astronomia em Portugal.

### Referências

- (1) Carvalho, Rómulo de – *A Astronomia em Portugal no Século XVIII*, p.22/23, Bertrand
- (2) Idem, p.40
- (3) *Historia dos Estabelecimentos Scientificos Litterarios e Artisticos de Portugal*, José Silvestre Ribeiro, Tomo I, P. 169
- (4) Idem
- (5) Revista “*O Panorama*”: Duas Épocas e Dois Monumentos ou a granja de Mafra”, por Alexandre Herculano
- (6) Carvalho, Rómulo de – *A Actividade Pedagógica da Academia das Ciências de Lisboa nos séculos XVIII e XIX*, p.10
- (7) in Google, *Astrónomos Portugueses*, por Jaime Carvalho da Silva, Prof. do Departamento de Matemática da Universidade de Coimbra