

# ONDE O CÉU ENCONTRA A TERRA

Guilherme de Almeida

A imensidão dos grandes espaços abertos faz-nos pensar que o horizonte geográfico está muito longe: a várias dezenas de quilómetros, para algumas pessoas, mais longe ainda para outras. Neste artigo mostra-se que não é assim e dão-se indicações para calcular a distância até essa linha "onde o mar e o céu se tocam", utilizando conceitos geométricos simples.

## Onde o céu encontra a Terra

Embora pareça muito longe, a linha do horizonte está a uma distância do observador bastante modesta e depende exclusivamente do raio do planeta onde nos encontramos, suposto esférico, e da altura do observador relativamente à superfície do planeta.

Considerando um observador em O (Fig. 1), a uma altura  $h$  relativamente à superfície de um planeta de raio  $R$ , o ponto P pertence à linha do horizonte, definida como o lugar geométrico dos pontos de tangência à superfície do globo, de todas as direcções que partem de O. Pretendemos calcular a distância  $d$ , entre O e P, que se determina recorrendo apenas a conceitos geométricos que são extremamente simples, como veremos.

Da Fig. 1 conclui-se facilmente que

$$(R + h)^2 = R^2 + d^2, \text{ e portanto}$$

$$d^2 = 2Rh + h^2.$$

Obtemos assim

$$d = \sqrt{2Rh + h^2}.$$

Como em geral  $h \ll R$ , podemos escrever, sem grande erro,

$$d = \sqrt{2Rh} \quad [\text{equação 1}].$$

Para o caso da Terra ( $R=6,378 \times 10^6$  m), supondo o observador num oceano (para evitar aos acidentes do relevo), a bordo de um navio e com os olhos a uma altura  $h=15,0$  m acima da superfície líquida, com a equação anterior obtém-se imediatamente

$$d = 13,8 \times 10^3 \text{ m (13,8 km)}.$$

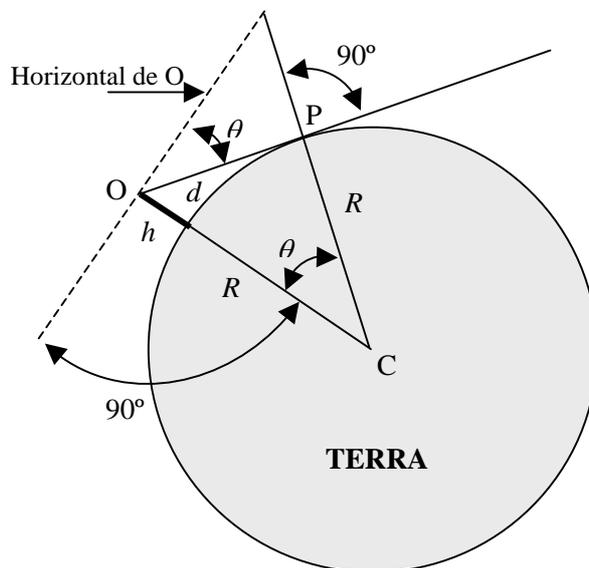


Figura 1- Elementos geométricos necessários à obtenção da equação [1]. Guilherme de Almeida, 2005.

Quando olha para P, este observador não o faz segundo a direcção horizontal, mas sim segundo o ângulo  $\theta$  abaixo do horizonte (este ângulo é geralmente conhecido como *depressão aparente do horizonte*). O ângulo  $\theta$  obtém-se facilmente da Fig. 1:

$$\tan \theta = \frac{d}{R}. \text{ Com os dados anteriormente referidos será } \tan \theta = 0,00216 \Leftrightarrow \theta = 0,124^\circ = 7,4'.$$

O resultado seria o mesmo, é claro se o observador estivesse numa planície enorme. Se uma pessoa estiver na praia, com os olhos a 1,60 m da superfície da água, teremos  $d = 4,5$  km e  $\theta$  valerá apenas 2,4'.

Utilizemos as mesmas expressões para dois *casos extremos*. Para um observador sentado numa praia, mesmo junto à orla marítima, com os olhos a uma altura  $h=0,90$  m, será  $d=3,4$  km e a depressão aparente do horizonte,  $\theta$ , será somente de 1,8' (menos de 1/30 do grau): a pessoa olhará para a linha do horizonte quase na horizontal. No caso de uma grande altitude, por exemplo  $h=2000$  m  $d$  já valerá quase 160 km e  $\theta = 1,43^\circ$  (85,8'), um valor já considerável: o observador verá a linha do horizonte bastante abaixo da sua direcção horizontal.

A análise que fizemos supõe superfícies *esféricas*, o que não é rigorosamente verdade na Terra e nos outros astros. No entanto, para as pequenas distâncias envolvidas, na vizinhança de O, esta simplificação é perfeitamente legítima.

### Onde o horizonte fica mais próximo

A equação [1], anteriormente referida, diz-nos que  $d$  também depende de  $R$ , e este facto tem implicações curiosas. Num pequeno planeta como, por exemplo, o asteroide Ceres ( $R \approx 480$  km), que é aproximadamente esférico, um observador de pé, com  $h = 1,60$  m verá o ponto P (adaptando a figura 1 ao caso de Ceres) apenas a 1,24 km, sendo  $\theta = 8,9'$ . No caso do Sol ( $R = 7,0 \times 10^8$  m), se tivesse superfície sólida e uma temperatura amena, e ainda se a elevada intensidade do campo gravítico não o incomodasse, para  $h = 1,60$  m o ponto P estaria a cerca de 47 km do observador, que olharia para P quase na horizontal ( $\theta = 0,2'$ ). Verificámos assim que a linha do horizonte não fica tão longe quanto as aparências nos parecem fazer acreditar. Levando o exemplo de  $h = 1,60$  m para a Lua ( $R = 1,738 \times 10^6$  m), obtém-se  $d = 2,36 \times 10^3$  m (2,36 km).

### A cratera de muralhas invisíveis

As considerações anteriores levam-nos para um caso curioso. Um observador no centro de muitas das crateras lunares não vê a muralha que delimita a cratera!

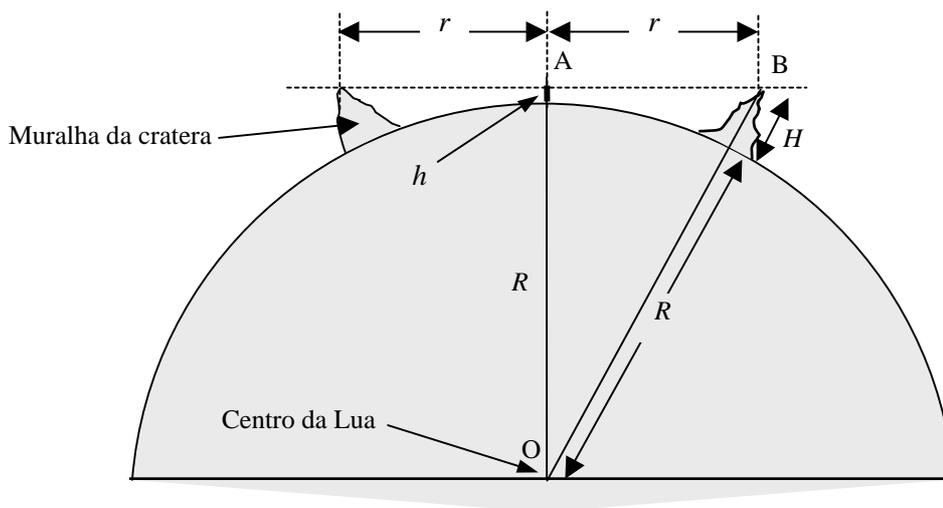


Figura 2- Situação em que um hipotético observador de altura  $h$  se encontra no centro de uma cratera lunar ampla, de raio  $r$ , rodeada de muralhas altas, de altura  $H$ . Considerou-se uma cratera sem pico central. Guilherme de Almeida (2005).

Consideremos (Fig. 2), o triângulo [OAB]. Utilizando o conhecido teorema de Pitágoras, pode escrever-se

$$(R + H)^2 = (R + h)^2 + r^2 ; \text{ desenvolvendo esta expressão, obtemos}$$

$$R^2 + H^2 + 2RH = R^2 + h^2 + 2Rh + r^2 , \text{ ou seja, simplificando,}$$

$$H^2 + 2RH = h^2 + 2Rh + r^2 . \text{ Mas } h \ll R \text{ e por isso podemos escrever, com muito boa aproximação}$$

$$H^2 + 2RH = 2Rh + r^2 ,$$

$$\text{ou, ainda, } r = \sqrt{H^2 + 2R(H - h)} \quad [\text{equação 2}]$$

Consideremos uma muralha de 3000 m de altura, perante a qual  $H - h \approx H$ . Nestas condições (equação 2), e entrando no cálculo com o raio lunar ( $R = 1,738 \times 10^6$  m), obtemos  $r = 1,022 \times 10^5$  m (102,2 km). Portanto, um observador no centro de uma cratera com 204,4 km de *diâmetro* (ou maior), não poderá ver as muralhas de 3 km de altura porque os seus picos estarão abaixo do horizonte (a Figura 2 mostra a situação limite). A cratera *Clavius*, por exemplo, próximo do pólo sul lunar, tem 240 km de diâmetro. Para muralhas de 1 km, 2 km e 4 km de altura, exigem-se crateras com *raios mínimos* de 59,0 km, 83,4 km e 118,0 km (respectivamente) para que os picos das suas muralhas fiquem ocultos abaixo do horizonte.

# DETECÇÃO DO TRÂNSITO DO PLANETA EXTRA-SOLAR TRÉS-1B

Rui Gonçalves

Os planetas extra-solares estão na moda! Basta ver as constantes notícias de destaque e documentários nos *media* e os muitos artigos e referências nas revistas científicas da especialidade. E estão na moda por mérito próprio, e com razão. Desde há séculos que alguns dos nossos antepassados se interrogavam sobre a nossa existência, sobre o nosso *único* sistema solar e se não existiriam algures outros sistemas solares, quiçá com planetas semelhantes à nossa Terra, quiçá com seres inteligentes como nós...

Mas a directa observação e mesmo detecção desses outros supostos mundos, devido às enormes distâncias envolvidas e diminutos brilhos, só muito recentemente (na última década) foi possível de concretizar, e mesmo assim são observações indirectas (método espectroscópico - velocidades radiais e método fotométrico - trânsitos sobre a estrela). As actuais *imagens directas* de alguns destes distantes planetas são ainda polémicas e carecem de confirmação, mas estará certamente para breve a sua visualização.

Dos mais de 150 planetas extra-solares detectados até hoje, quase todos de grande massa - tipo Jupitereanos, alguns com períodos orbitais de dias, apenas cinco exibem trânsitos<sup>1</sup>, isto é, passam sobre a fotosfera da sua estrela quando vistos da Terra, ocultando uma parte desta e causando uma ligeira diminuição no seu brilho aparente.

Os cinco planetas extra-solares que exibem trânsitos são o: HD209458b, OGLE-TR56b, OGLE-TR113b, OGLE-132b e TrES-1b. O trânsito do HD209458b foi detectado após a sua descoberta inicial pelo método da velocidade radial. Todos os outros foram descobertos em programas de pesquisa e busca de trânsitos, como os projectos STARE, PSST, TrES, SLEUTH, Transitsearch, entre outros, e quase todos com instrumentos de grande campo e ópticas inferiores a 20 cm de diâmetro.

Os trânsitos destes planetas extra-solares causam nas suas estrelas variações aparentes de fluxo luminoso na ordem da centésima de magnitude, e como tal, logo alguns astrónomos amadores com capacidades e habilidades fotométricas iniciaram os seus registos, pelos menos de alguns desses trânsitos. A observação do fluxo luminoso de uma estrela, um asteroide, etc, com o rigor dessa ordem (0,01 mag.) não é fácil, mas também não é difícil, é somente uma questão de empenho e perseverança, depois de dispormos, é claro de algum equipamento (telescópio, CCD e algum *software*).

O meu presente registo do trânsito do TrES-1b ocorre 8 meses depois de ter começado a realizar observações fotométricas CCD de asteróides (e 9 anos após o início do registo astrométrico do mesmo tipo de objectos). Passados estes meses, após adquirir prática e técnica suficiente em curvas de luz de asteróides (com amplitudes entre 0,1 e 0,7 mag.) , tomo conhecimento através da nossa *mailling-list* <apaanews>, de uma tentativa de observação do trânsito do planeta extra-solar HD209458b por parte do colega José Ribeiro (do grupo Atalaia). Já tinha em mente um destes registos, pelo que me decidi então a obtê-los. O planeta extra-solar que nos finais de Junho estava mais favorável de observar era o TrES-1b, com passagem zenital a meio da noite. O equipamento usado foi um LX200 de 10" em f/6,9, uma CCD MX916 e o *software* Canopus.

A estrela hóspede do TrES-1b é a GSC 02652-01324 de magnitudes V=11,79 e R=11,34. O período orbital do TrES-1b é de 3,030 dias. Todos estes e muito mais dados sobre este e demais planetas extra-solares, podem ser obtidos, por exemplo na página [www.transitsearch.com](http://www.transitsearch.com).

## Trânsito de 1 de Julho de 2005

Neste dia 1 de Julho o começo previsto do trânsito do TrES-1b foi às 21:20 TUC, meio às 22:39 e fim às 23:57. Como iniciei a observação durante o crepúsculo e para não saturar as primeiras imagens durante esse período, usei um filtro fotométrico R (*Bessell*), (para um correcto registo de um trânsito, devemos também, se possível, obter antes e depois do mesmo, um bom registo do fluxo luminoso da estrela). Foram assim realizadas 70 imagens CCD de 150 s de integração, a taxa de 20 imagens por hora. O resultado gráfico da observação pode ser visto na figura 1, onde se nota bem a assinatura do trânsito (com uma amplitude da ordem de 0,025 mag.), apesar de alguma interferência inicial da luz crepuscular e de maior turbulência atmosférica no final.

## Trânsito de 7 de Julho de 2005

A 7 de Julho com o começo previsto do trânsito do TrES-1b cerca de duas horas mais tarde que a 1 de Julho, realizei o registo sem filtro (na realidade um filtro *Clear*), por forma a obter um maior sinal. Foram realizadas 150 imagens CCD de 90 s de integração, a taxa de 30 imagens por hora. O resultado gráfico da observação pode ser visto na figura 2, onde se nota perfeitamente a assinatura do trânsito (com uma amplitude da ordem de 0,030 mag.).

Ambas as determinações foram realizadas via fotometria diferencial, isto é, o brilho da estrela foi directamente comparado com as estrelas existente no campo em redor desta. As diferenças nos valores das magnitudes diferenciais

---

<sup>1</sup> É possível que mais alguns dos 150 referidos planetas possam também exibir trânsitos, não detectados até ao momento.

observadas nas duas noites são explicadas pelo uso de distintas estrelas de comparação. Na segunda noite, não sendo os fluxos convertidos a uma escala absoluta de magnitude, isto é, corrigidos do efeito de transmissão diferencial da atmosfera, o registo do trânsito apresenta uma maior assimetria do que a que realmente existe. Na figura 3 podemos ver o resultado da sobreposição dos dois trânsitos observados, por encaixe do período de 3,030 dias.

### Bibliografia

Alonso, Roi *et al* ; "TrES-1: The Transiting Planet of a Bright K0V Star", 23 Aug 2004

Bissinger, Ron ; "Detection of Possible Anomalies in the Transit Lightcurve of Exoplanet TrES-1b Using a Distributed Observer Network", October 29, 2004

Castellano, Timothy P. *et al* ; "The Detection of Transits of Extrasolar Giant Planets with Inexpensive Telescopes and CCDs", May 13, 2004

Castellano, Tim and Laughlin, Greg ; "The Discovery of Extrasolar Planets by Backyard Astronomers", July 10, 2003

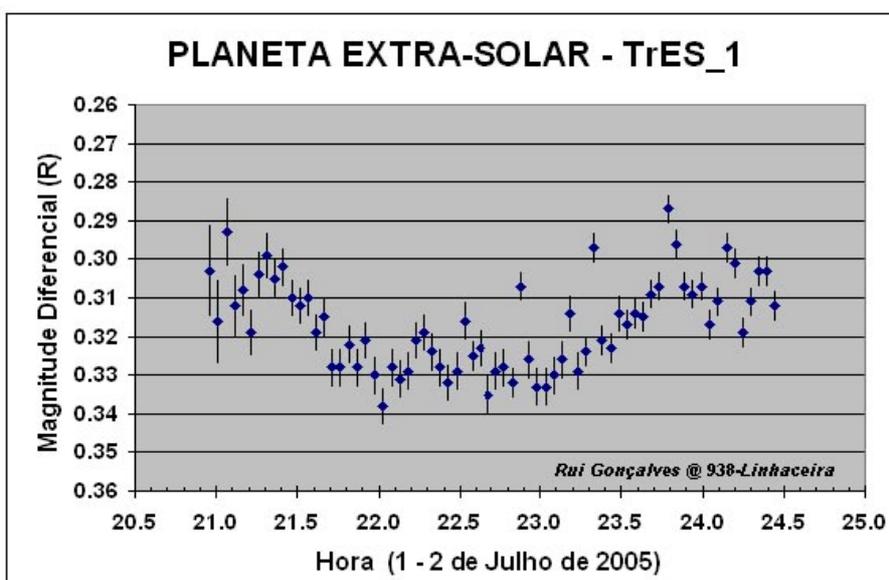


Figura 1: Trânsito de 1 de Julho de 2005

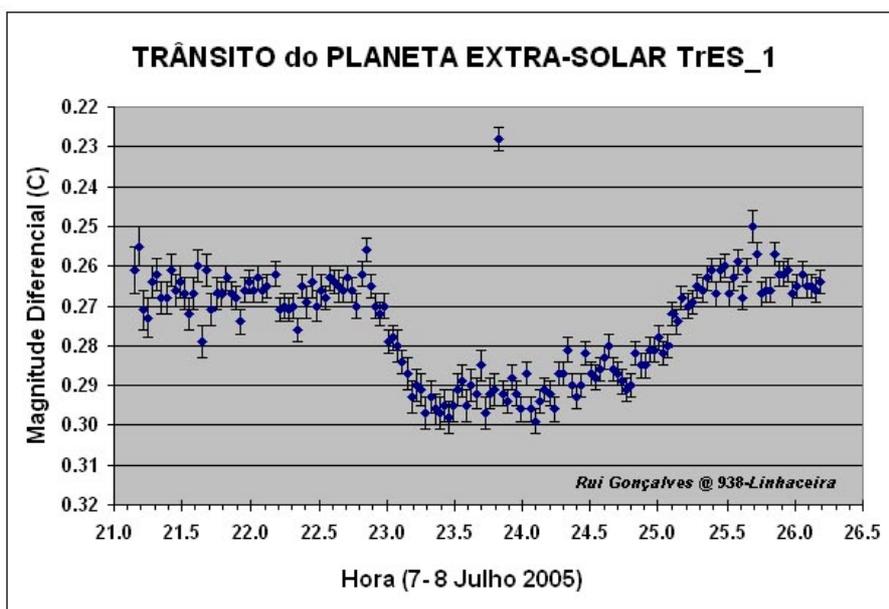


Figura 2: Trânsito de 7 de Julho de 2005

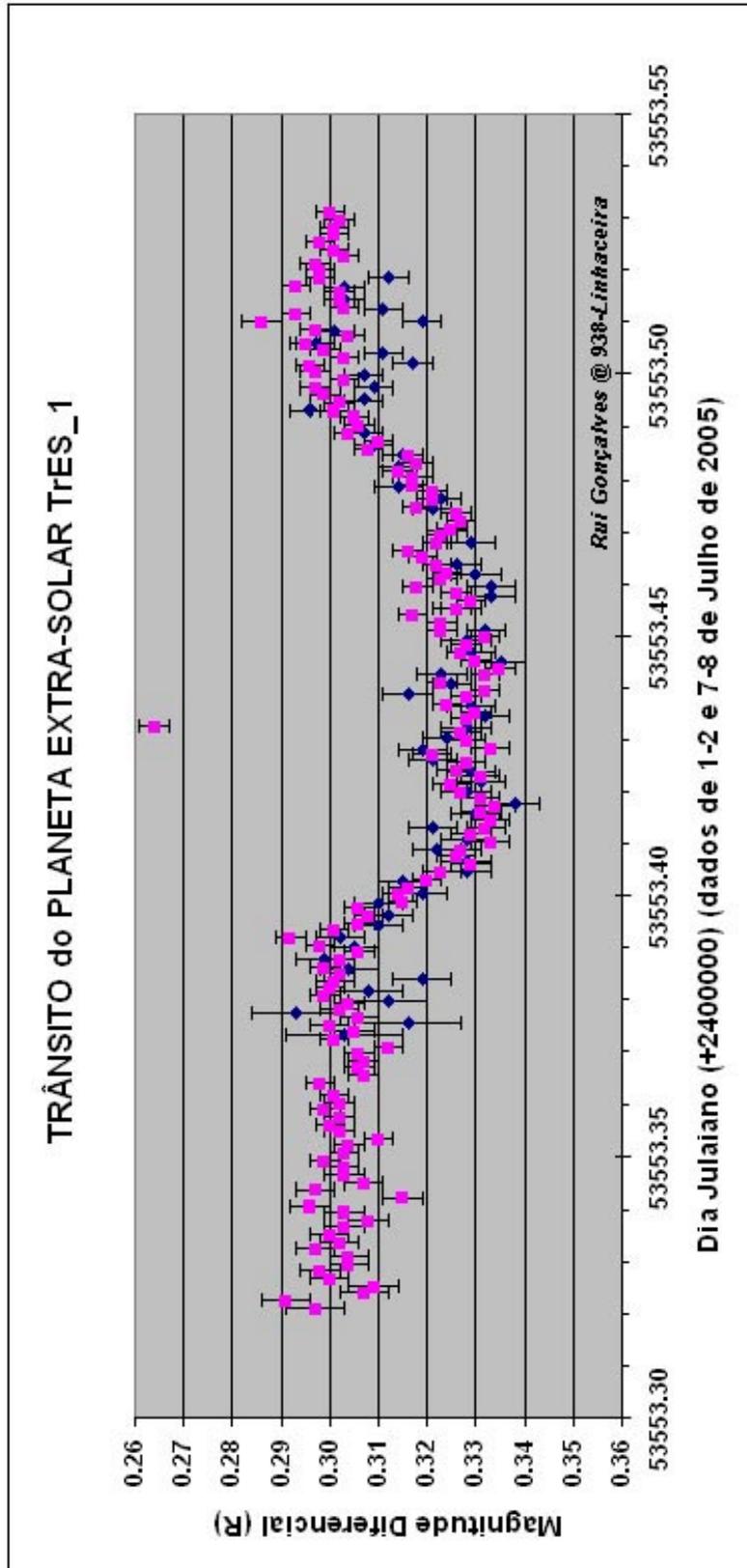


Figura 3: Trânsitos de 1 e 7 de Julho de 2005, (DJ 2453553,5 = 0h de 2 de Julho).

# OBSERVAÇÕES DE OCULTAÇÕES DE ESTRELAS POR ASTERÓIDES EM 2005

Rui Gonçalves

Com os modernos meios de registo de imagem (digital e “analógica”) e com as precisas previsões actuais, o número de observadores e observações de estrelas por asteróides têm crescido a um ritmo exponencial nos países desenvolvidos (América do Norte, Europa, Japão, Austrália e Nova Zelândia). Os meios permitem registar com maior rigor e atingir cada vez mais estrelas (menos brilhantes), o que faz aumentar muito o número possível de ocultações. As rigorosas previsões que dispomos são cada vez mais precisas, aumentando em muito as hipóteses de realizar uma observação positiva e permitindo mesmo propositadas saídas de campo para as regiões de máxima probabilidade de sucesso. É actualmente comum um observador realizar uma ocultação positiva na sua primeira observação destes interessantes e muito úteis fenómenos. Há dez ou vinte anos atrás, um observador realizava em média uma centena de observações negativas até ter a sorte de realizar uma observação positiva, isto é, de ver efectivamente uma estrela a desaparecer do seu campo de visão durante uns segundos devido à interposição de um asteróide (normalmente de menor brilho que a estrela).

Infelizmente no nosso País, a observação destes fenómenos não tem sido muito participada, excepção feita na magnífica observação da ocultação da estrela HIP 106829 de magnitude 7.5 K2, pela maior lua do planeta Urano, Titania, a 8 de Setembro de 2001 [1].

## Duas ocultações positivas em 2005

Em 2005 tivemos a rara oportunidade de poder assistir a uma ocultação de uma estrela visível a olho nú, de primeira magnitude – Regulus ( $\alpha$  Leonis), em Outubro. É essa uma das duas ocultações positivas registadas nesse ano em Portugal. A segunda envolve uma estrela dez magnitudes mais fraca e foi registada em Dezembro.

### (166) Rhodope / Regulus – 19 de Outubro de 2005

A ocultação da estrela Regulus pelo asteróide (166) Rhodope foi descoberta pelo colega Denis Denissenko da Rússia no início do ano, apontando a previsão para uma região de visibilidade no sul da Europa na madrugada do dia 19 de Outubro. Em Portugal a região de visibilidade situava-se no centro-sul do país, abrangendo Lisboa. Foi essa a previsão anunciada na minha comunicação sobre asteróides, realizada no nosso 5º EAA (30 de Abril 2005). Com o aproximar da data, as previsões foram sendo bastante melhoradas, e nos dias antecedentes ao fenómeno era consensual entre todas elas (de Steve Preston, de Jan Manek e de Jean Schwaenen) a zona de observação, com um erro mínimo de uma dezena de quilómetros. No nosso país, em relação à primeira previsão, essa zona de observação foi desviada para sul, para o Alentejo, ficando Lisboa completamente fora desta. A faixa de observação ficou situada na região central do Alentejo, com limite sul pela latitude da cidade de Beja e limite norte pela latitude de Grândola.

Vários foram os colegas europeus e americanos que decidiram deslocar-se para o sul da Europa, nomeadamente para a Ibéria, a fim de observar este raro e magnífico fenómeno. Infelizmente entre nós, só eu me decidi deslocar para o Alentejo para observar a ocultação. As condições atmosféricas pouco favoráveis e o facto do fenómeno ter ocorrido na madrugada de uma quarta-feira, devem ter desmotivado muitos possíveis colegas de tentar sequer a observação da ocultação. Dois dias antes do fenómeno verifiquei que um colega da IOTA estava em Lisboa e pretendia daí observar o fenómeno, embora a sua probabilidade de sucesso fosse extremamente remota. Em contacto com o colega David Dunham (presidente da IOTA), que veio propositadamente dos EUA para Madrid com um numeroso equipamento de observação para cobrir o fenómeno, combinamos uma observação conjunta. Na véspera, a 12 horas da ocultação, viajei de Tomar para Lisboa, para levar para sul os colegas Derald Nye (um veterano da IOTA) dos EUA e Paul Stewart e Ann Bullen da Australia. A esposa do Derald decidiu ficar no hotel<sup>2</sup>. Os dois casais são “caçadores de eclipses” e há duas décadas que não falham um. As suas presenças na nossa capital foram consequência do eclipse anular do sol, ocorrido duas semanas antes, a 3 de Outubro, observado por eles em Espanha. A observação desta rara ocultação por asteróide, foi para eles uma feliz casualidade, dois dias antes dos seus embarques de volta aos seus países. Decidimos então, por ser mais pratico e as condições o permitirem, realizar observações nas estações de serviço de Grândola e Aljustrel na Auto-estrada do sul - A2. Para facilitar as observações, estas foram efectuadas nas estações do lado leste, pois a estrela estaria situada nesse quadrante. Foram necessários vários percursos de ida e volta, entradas e saídas na A2, de modo a nos situarmos nas posições pré determinadas; Derald, Paul e Ann mais a norte, na estação de serviço de Grândola e eu mais a sul (com a viatura), na estação de serviço de Aljustrel. Estas posições representavam aproximadamente uma localização central na faixa de ocultação para Grândola, ficando Aljustrel ainda no interior dessa faixa de 40 km, mas a um par de quilómetros do seu limite sul, segundo a previsão de Steve Preston (figura 1). Assim, segundo as previsões, era de esperar uma duração máxima de ocultação de 1,1 segundos para Grândola e de apenas 0,1 a 0,2 segundos para Aljustrel.

<sup>2</sup> Denise Nye faleceu subitamente a 13 de Março de 2006

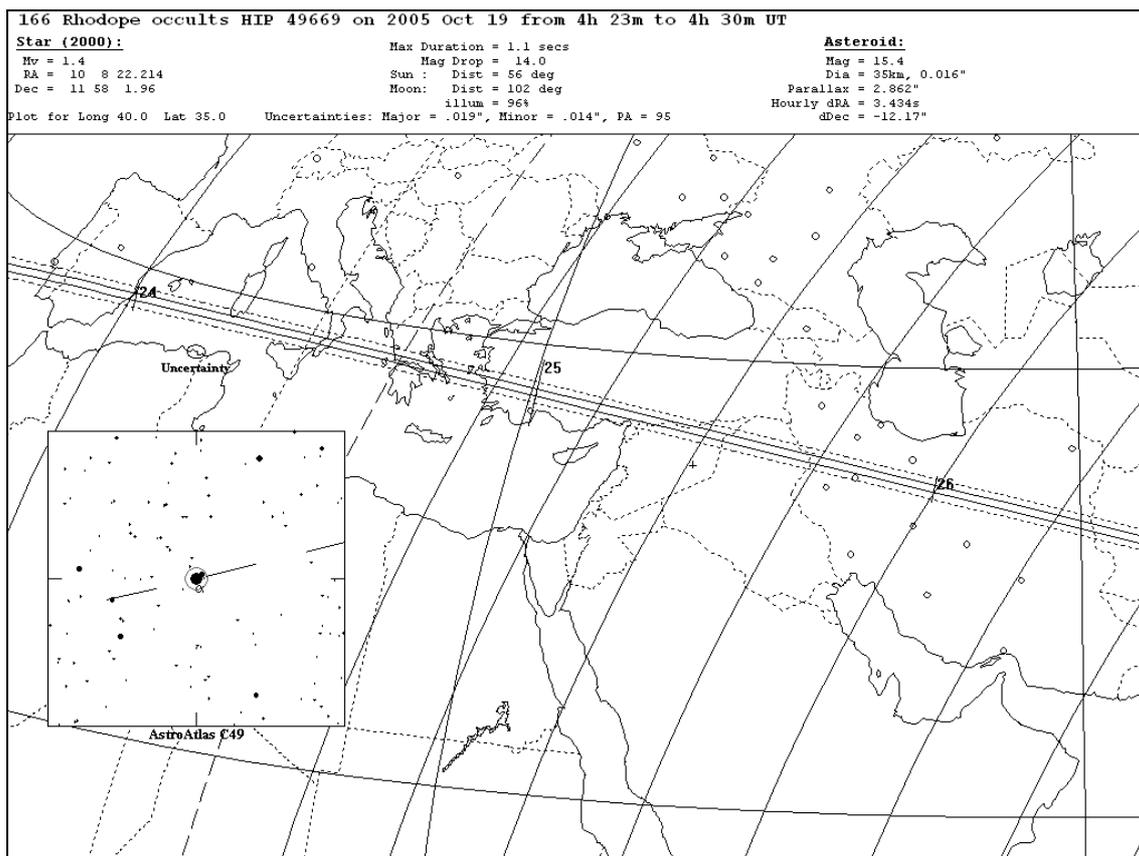


Figura 1 – Upgrade da previsão (166) Rhodope / Regulus (Steve Preston).

Realizei o registo com uma câmara de vídeo Mintron acoplada a uma objectiva Olympus de 200mm f/4 montada num tripé fotográfico e um vulgar vídeo gravador vhs. A sincronização temporal estava a ser realizada por um *video inserter* e sinal horário DCF 77, mas a minutos do fenómeno, talvez devido a fraca protecção contra a excessiva humidade, o sistema de sincronização falhou. Foi realizada a observação e após esta, foi na gravação ainda em curso inserida uma marca temporal exterior. A ocultação observada no monitor pareceu de maior duração que os valores atrás mencionados. Os colegas na estação de Grândola registaram a ocultação com uma vulgar *camcorder* em tripé e sinal horário de um GPS, e também à vista desarmada. A duração da ocultação também parecia exceder o valor (máximo) previsto para o local. Foi mesmo assim realizado o registo vídeo e após a ocultação, foi na gravação ainda em curso, inserida uma marca temporal exterior. A ocultação observada no monitor pareceu-me no momento de maior duração temporal que os valores previstos, atrás mencionados. Os colegas na estação de Grândola registaram a ocultação com uma vulgar *camcorder* em tripé e sinal horário de um GPS, e também à vista desarmada. A duração da ocultação também lhes pareceu exceder o valor (máximo) previsto para o local.

Após a ocultação regressamos a Lisboa e depois a Tomar, com a satisfação de termos realizado uma das mais raras observações de sempre – a ocultação de uma estrela de 1ª grandeza por um asteroide. Tivemos muita sorte com as condições atmosféricas, pois na noite anterior o nevoeiro cobria toda esta região do país, e após o nosso regresso as nuvens já cobriam grande parte do céu. As excelentes condições também prevaleceram na Grécia onde foi também realizada uma ocultação positiva (já com intensa luz crepuscular). Em Espanha e na Itália as condições atmosféricas foram mais adversas, e alguns colegas não conseguiram realizar o registo. Os que o conseguiram foi através de nuvens.

No total foram efectuadas 12 observações positivas; duas no nosso País, oito em Espanha, uma em Itália e uma na Grécia (tabela 1). Para além destas observações positivas, várias observações negativas foram registadas, inclusive uma do nosso colega Jacinto Castanho de Coruche, que observou a estrela a olho nú. Todas elas mostraram que as previsões foram muito precisas, menos num aspecto – a duração máxima da ocultação, ou seja o diâmetro do asteroide. Em todas as previsões foi usado um diâmetro asteroidal de 35 km (valor retirado da literatura especializada mais recente). As nossas observações mostram claramente um diâmetro da ordem dos 60 km, valor esse que concorda com as determinações iniciais do seu diâmetro [2].

Os registos vídeo mostram também claramente um desaparecimento e um reaparecimento não instantâneos, mas antes uma progressiva diminuição e aumento da luz da estrela, o que esta de acordo com o diâmetro conhecido da estrela Regulus e os esperados efeitos de difracção de *Fresnel*, mais pronunciados nos limites norte e sul da ocultação [3].

Tabela 1 – Resumo das observações positivas

Observador - Local	Duração da ocultação (s)	Método
Tomas Gomez - ES	0,8	Visual
Manuel Iglesias - ES	Apenas Desap.	Visual
Jose Ripero - ES	2	Visual
Teuscher-Farago - ES	2,08	Video
Derald Nye <i>et al</i> - PT	2,03	Video
Otto Farago - ES	2,02	Video
Joan Bullon - ES	1,9	Video
Win Nobel - ES	1,94	Visual
Anthony Ayiomamitis - GR	1,9	Webcam
Sigismondi <i>et al</i> - IT	1,96	Video
Rui Gonçalves - PT	0,96	Video
David Dunham - ES	0,94	Video

(524) Fidelio / TYC 2380-00914-1u – 11 de Dezembro de 2005

Nesta noite de 11 de Dezembro, a previsão de Steve Preston indicava que a faixa de ocultação da estrela TYC 2380-00914-1u (magnitude 11,1 V) pelo asteróide (524) Fidelio (magnitude 12,9) ocorreria na região centro do país, estando a cidade de Tomar nas imediações da sua linha central. Para o registo desta ocultação usei o habitual equipamento de obtenção de imagens digitais, um telescópio SC LX200 de 10" em f/6,9 e uma câmara CCD MX916 em binning 2x2. Aproveitando uma pausa na obtenção de imagens do asteróide (34706) 2001OP<sub>83</sub>, no âmbito da minha regular actividade de determinação de curvas de luz / períodos de rotação, realizei uma imagem em modo de *drift-scan* durante o período previsto de ocultação para Tomar. A integração da imagem durou 60 segundos, mas o "deslizamento" da imagem ocorreu durante um intervalo de tempo de apenas 40 segundos, sendo bem conhecido o instante inicial e final desse período. Como podemos ver na figura 2, o traço da estrela+asteróide é interrompido durante uma fracção desses 40 segundos de arrasto, passando o brilho exibido a ser o do asteróide. Usando o programa Scanalysr de John Broughton [4] foi fácil determinar que a ocultação registada durou 6,66 s ± 0,22 s.

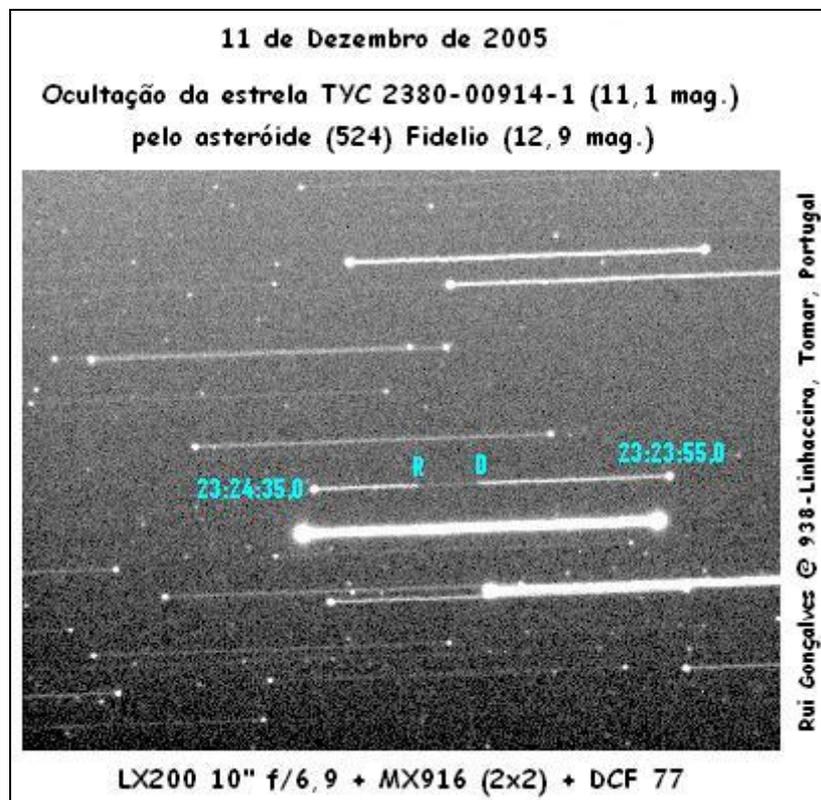


Figura 2 – Imagem da ocultação pelo asteróide (524) Fidelio.

Este método de registo é muito expedito e fácil de implementar, principalmente pelos colegas que já dispõem e usam regularmente este tipo de equipamento para obtenção de imagens digitais. Embora possa não ser muito fácil cronometrar "absolutamente" os tempos de desaparecimento e reaparecimento da estrela, a duração da ocultação é sempre um resultado garantido. Com as actuais previsões é fácil realizarmos uma imagem neste modo de *drift-scan* durante o período previsto da ocultação.

- [1] Revista de Astronomia, nº 12, Outubro/Dezembro 2001, APAA
- [2] <http://www.euraster.net/results/2005/index.html#1013-100>
- [3] [http://spiff.rit.edu/richmond/occult/regulus\\_2005/regulus\\_2005.html](http://spiff.rit.edu/richmond/occult/regulus_2005/regulus_2005.html)
- [4] <http://www.users.bigpond.com/reedycrk/driftscantiming.htm>



# QUANDO A LUA OCULTA O SOL

Guilherme de Almeida

Este artigo apresenta algumas considerações sobre os eclipses do Sol, em geral, e documenta o eclipse anular ocorrido em 3 de Outubro último, com imagens do fenómeno obtidas pelo autor.

## Os eclipses do Sol e as luas-novas

O diâmetro do Sol é cerca de 400 vezes maior do que o diâmetro da Lua. Tal circunstância poderia ser banal se não houvesse uma coincidência curiosa e incrível: o Sol está, em média, cerca de 400 vezes mais distante de nós que a Lua. Desta coincidência espantosa resulta o facto e ambos os astros, vistos da terra apresentarem o mesmo tamanho aparente: cerca de  $0,5^\circ$ .

Sempre que a Lua passa entre a Terra e o Sol (lua-nova) deveria ocorrer um eclipse do Sol, mas tal não acontece porque o órbita lunar está inclinada cerca de  $5^\circ$  em relação ao plano da órbita da Terra, ou plano da *eclíptica* (este plano contém o Sol). Deste modo na maior parte das luas-novas a Lua passa demasiado a norte, ou demasiado a Sul do Sol, e não o oculta. Por outras palavras, a sombra da Lua passa demasiado a norte ou demasiado a sul do nosso planeta, não atingindo a sua superfície.

Só haverá um eclipse do Sol se a Lua, em fase de lua-nova, se encontrar próxima do plano da eclíptica. Nesse caso a sombra da Lua atingirá a Terra e será observado um eclipse do Sol, que poderá ser total nos pontos da superfície terrestre por onde vai passar a sombra da Lua. Esta sombra tem um diâmetro de aproximadamente 150 a 260 km de largura, dependendo da distância da Lua à Terra e no momento do eclipse. Devido ao movimento da Lua e à rotação da Terra, esta sombra percorre uma faixa (faixa de totalidade), com diâmetro igual ao da sombra referida e com milhares de quilómetros de comprimento. Para quem estiver nessa faixa, a Lua passa centrada com o Sol e pode ocultá-lo "à justa", devido à coincidência de diâmetros aparentes já referida. Nas regiões abrangidas pela penumbra, que se estende cerca de 3400 km para cada lado da faixa de sombra, a Lua não se vê a passar centrada com o Sol e o eclipse será visto como parcial.

Acontece, porém, que a órbita da Lua em torno da Terra é elíptica (i.e. tem a forma de uma elipse) e consequentemente a distância da Lua à Terra, com o valor médio de 384 400 km, acaba por variar entre uns 357 800 km (no perigeu) e cerca de 408 000 km (no apogeu). A órbita da Terra em torno do Sol também é elíptica, pelo que a distância do Sol à Terra também varia, atingindo o máximo de cerca de 152 100 000 km por volta de 7 de Janeiro de cada ano (afélio) e o mínimo de aproximadamente 147 000 000 km (periélio) a 7 de Julho de cada ano.

Como o leitor já adivinhou, estas pequenas variações nas distâncias Terra-Lua e Terra-Sol vão traduzir-se por diferenças nos diâmetros aparentes com que, da Terra, vemos a Lua (variação de 14% do seu diâmetro aparente) o Sol (variação de 3,3%). Se um eclipse do Sol ocorrer com a Lua no apogeu (ou quase no apogeu), ela vai aparecer mais pequena e não conseguirá ocultar totalmente o Sol, mesmo que (para o observador terrestre) ela passe centrada com o Sol. Na realidade ficará um fino anel de Sol em volta do disco lunar, no máximo do eclipse. Foi isso que ocorreu no dia 3 de Outubro de 2005 (o apogeu lunar ocorreu a 26 de Outubro, data próxima da ocorrência do eclipse). Por isso, na Lua nova de 3 de Outubro tivemos um eclipse anular do Sol.

Um eclipse anular do Sol, será visível como tal (e centrado) para os observadores que se encontrem no prolongamento da sombra que a Lua projecta sobre a Terra. Diz-se que o eclipse é *anular* (do latim *annulus*=pequeno anel) porque o Sol, no máximo do eclipse é visto com a forma de um anel fino. Fora do prolongamento desta sombra o eclipse será visto como parcial, como aconteceu para os observadores situados, por exemplo, em Lisboa.

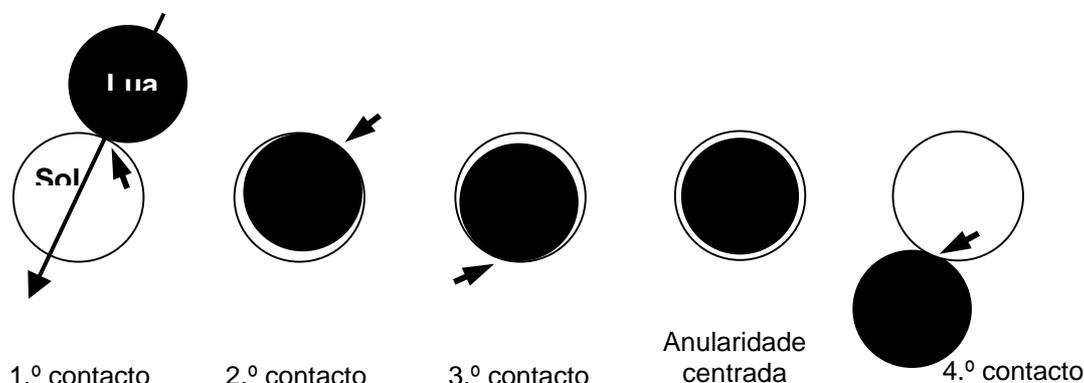


Figura 1- Indicação dos aspectos observáveis nos diversos momentos característicos de um eclipse anular do Sol (Guilherme de Almeida 2005).

## Uma longa viagem

Para observar e documentar este eclipse desloquei-me a um pequeno lugar nas proximidades de Miranda do Douro. Mais exactamente o local de observação ficava junto à capela de S. João, nas imediações da Aldeia Nova. As coordenadas do local, indicadas por GPS são: latitude 41° 32' 28,8" , longitude 6° 13' 14,1" e altitude 678 m. Este local foi escolhido por ser um dos que se encontravam, como o leitor imagina, junto ao eixo da faixa de anularidade do eclipse (desta vez a faixa de anularidade tinha 138 km de largura). Outro factor determinante foi o sossego do local, onde uma dezena de observadores se encontrava ao abrigo de multidões, podendo assim concentrar-se melhor. Poucos metros adiante da capela, um penhasco abrupto revelava um vale profundamente cavado onde o Douro corria, sossegado, indiferente à nossa missão.

A nossa equipa (6 pessoas) saiu de Lisboa no Domingo, 2 de Outubro, em duas viaturas, para percorrer os cerca de 490 km que nos separavam do local de destino. A viagem foi normal, com passagem em Castelo Branco, Mogadouro e, finalmente Miranda do Douro, onde estava feita antecipadamente a nossa reserva no Hotel Turismo.

Como o eclipse se iniciava às 8:39 (hora legal), foi necessário sair do hotel por volta da 6:30, para um pequeno almoço rápido. Esta antecedência aparentemente excessiva tem a sua justificação: há que reservar o tempo necessário percorrer os 7 km até ao local previsto e dar tempo para montar, preparar e ajustar o material de observação e registo.

## Preparação para do equipamento

Chegados ao local, ainda cedo, verificámos com satisfação que não havia uma única nuvem no céu. Cada observador, bem agasalhado, retirou da viatura e montou o seu equipamento, equilibrou a montagem e preparou-se para o evento. Como é habitual nestas coisas, cada observador levou, entre os seus telescópios, o modelo que melhor se adaptava à função, o que neste caso significa um telescópio portátil e de boa qualidade. No meu caso utilizei uma montagem equatorial alemã *EQ 3-2* sobre tripé em tubo de aço. Sobre ela montei o meu telescópio refractor semiapocromático *William Optics Megrez SD 80* (80 mm de abertura  $f/6$ ) e sobre ele um buscador 6x30. O telescópio e o buscador foram protegidos com filtros especiais para observação solar, com um factor de transmissão de 1/100 000, confeccionados com a película metalizada *AstroSolar*, produzida pela empresa alemã *Baader Planetarium* ([www.baader-planetarium.de](http://www.baader-planetarium.de)). Fotografei pelo método afocal, utilizando no telescópio uma ocular de Plössl de 32 mm de distância focal acoplada à minha câmara digital *Olympus C3020 Zoom*.



Figura 2- Equipamento utilizado pelo autor para obter as imagens do eclipse anular documentadas neste artigo: 1- vista global; 2- tubo e montagem equatorial. (Guilherme de Almeida 2005).

## O eclipse de 3 de Outubro de 2005

As várias fotografias apresentadas neste artigo documentam as diversas fases do eclipse e o equipamento utilizado pelo autor. A hora de ocorrência de cada uma das imagens foi obtida através do ficheiro *exif* que está associado a cada imagem digital (para o efeito, o relógio interno da câmara digital foi antecipadamente acertado pela hora legal, obtida no *website* do Observatório Astronómico de Lisboa (<http://www.oal.ul.pt>).



Figura 3- O autor enquanto obtinha algumas das imagens: 1- com gorro para o frio, ainda cedo, a preparar o telescópio e alinhar o buscador (veja-se o filtro *AstroSolar Baader* na frente do telescópio e do buscador); 2 e 3- a fazer fotografias de diferentes momentos do eclipse. Fotografias de Pedro Ré, Nicolas Cuvillier e Raimundo Ferreira (2005).



Figura 4- Composição de algumas das imagens obtidas durante o eclipse anular de 3 de Outubro de 2005. A imagem maior, obtida às 10:03 (8 minutos depois da anularidade centrada) foi feita em maior escala, para dar destaque a essa fase (Guilherme de Almeida 2005).

Independentemente das imagens obtidas, um eclipse do Sol desta magnitude desencadeia sensações emocionantes, nem sempre fáceis de descrever. Pouco depois do "primeiro contacto" (momento em que o disco da Lua começa a intersectar o do Sol), alguém anunciava "já começou!", com a voz emocionada. Quando mais de metade do Sol estava coberta pela Lua, antes do máximo do eclipse, a temperatura começou a baixar sensivelmente e notou-se um vento frio. Voltou a notar-se o mesmo vento na fase correspondente depois do máximo do eclipse. Pensa-se que este vento, conhecido como "vento de eclipse" tenha a sua origem no abaixamento de temperatura local provocado pelo bloqueio da radiação solar, resultando daí diferenças de pressão atmosférica local que impulsionam o vento.

Durante a anularidade notou-se um abaixamento de temperatura mais pronunciado (cerca de 5°C). A iluminação ambiente baixou bastante, mas o ambiente não ficou escuro. O anel de Sol, bordejando o disco lunar, ainda iluminava, mas de uma forma mais fraca, quase mágica e surreal. As aves deixaram de cantar e fez-se um silêncio impressionante. A fase de anularidade (disco da Lua dentro do disco solar) durou 4 minutos e 6 segundos que correram céleres, parecendo um instante fugaz. Em breve ocorria o terceiro contacto e voltou a descobrir-se, pouco a pouco, uma fracção cada vez maior da superfície solar. Mais tarde, pelas 11:19, ocorreu o 4.º contacto: o Sol voltou a brilhar como habitualmente e o eclipse terminou.

Terminado o eclipse, chegou o momento de desmontar e arrumar o equipamento nas suas malas e estojos de transporte. Esta operação é rotineira, já feita inúmeras vezes e em múltiplas ocasiões, de dia e de noite. No entanto, desta vez o procedimento foi dificultado por alguma poeira levantada pelo vento que se fez sentir nessa ocasião. Pouco depois, pelas 11:50 tudo estava preparado. Esperava-nos a viagem de regresso, de outros tantos 490 km. De passagem por Mogadouro, ao almoço, conhecemos a famosa "posta mirandesa", uma especialidade local.

### Uma outra perspectiva

As árvores de folhagem compacta dão-nos a possibilidade de ver os eclipses do Sol segundo uma perspectiva diferente. Dado que os minúsculos intervalos entre as folhas funcionam como orifícios de câmaras escuras, durante as fases parciais de um eclipse do Sol podemos observar, no chão, uma imensidade de crescentes minúsculos que são outras tantas imagens do Sol parcialmente oculto.

### Depois do eclipse

Seguiu-se o tratamento das imagens em *Photoshop*, para seleccionar as mais nítidas, identificar o momento de ocorrência de cada uma e montar as diferentes imagens individuais nos mosaicos que se mostram neste artigo. Não deixa de ser curioso fazer notar que apesar de se utilizar um filtro específico para observação solar, com 99,999% de rejeição da luz (factor de transmissão de 1/100 000), os tempos de exposição de cada imagem, ainda assim, situaram-se entre 1/400 s e 1/600 s, o que mostra bem a elevada intensidade da radiação solar. Por esse motivo, a observação do Sol, a olho nu, com binóculos ou com telescópios só de deve fazer com filtros especiais para o efeito, e estes devem ser sempre colocados à entrada do sistema óptico, para que a luz solar que neles entra já venha filtrada. De passagem, convém referir que à data do eclipse não havia manchas solares significativas, mas é frequente que a nossa estrela apresente manchas de dimensão superior à do nosso planeta. Esse é um outro atractivo da observação solar, independentemente dos eclipses.

A análise cuidada da imagem 11 da Fig. 5 permitiu medir com rigor a razão entre os diâmetros aparentes do Sol e da Lua no momento do eclipse: 0,93. Se o eclipse tivesse ocorrido numa ocasião mais próxima do *perigeu lunar*, a referida razão teria excedido 1 e o eclipse seria total. Na verdade, o perigeu lunar seguinte (permitindo que a Lua fosse vista com maior diâmetro aparente) ocorreu a 14 de Outubro, apenas 11 dias depois do eclipse). Estes 11 dias fazem uma grande diferença no que se refere à variação da distância entre a Lua e a Terra, dado que o nosso satélite natural demora 27,32 dias a percorrer a sua órbita em torno da Terra: um intervalo de 11 dias corresponde a mais de 40% do período orbital da Lua. O valor máximo da razão entre os diâmetros aparentes da Lua e do Sol, vistos da Terra, é 1,07; a razão mínima é 0,92.

Os eclipses solares, e outros fenómenos, têm a particularidade de passar (emocionalmente) mais depressa do que o tempo contado pelos relógios. É assim quando se assiste algo de que se gosta. As recordações ficam e as imagens relembram o acontecimento.

### Referências

Almeida, G.— *Telescópios*, Plátano Editora, Lisboa 2004

Ferreira, M e Almeida, G.— *Introdução à Astronomia e às Observações Astronómicas* Lisboa, 1993 (7.ª edição, 2004).

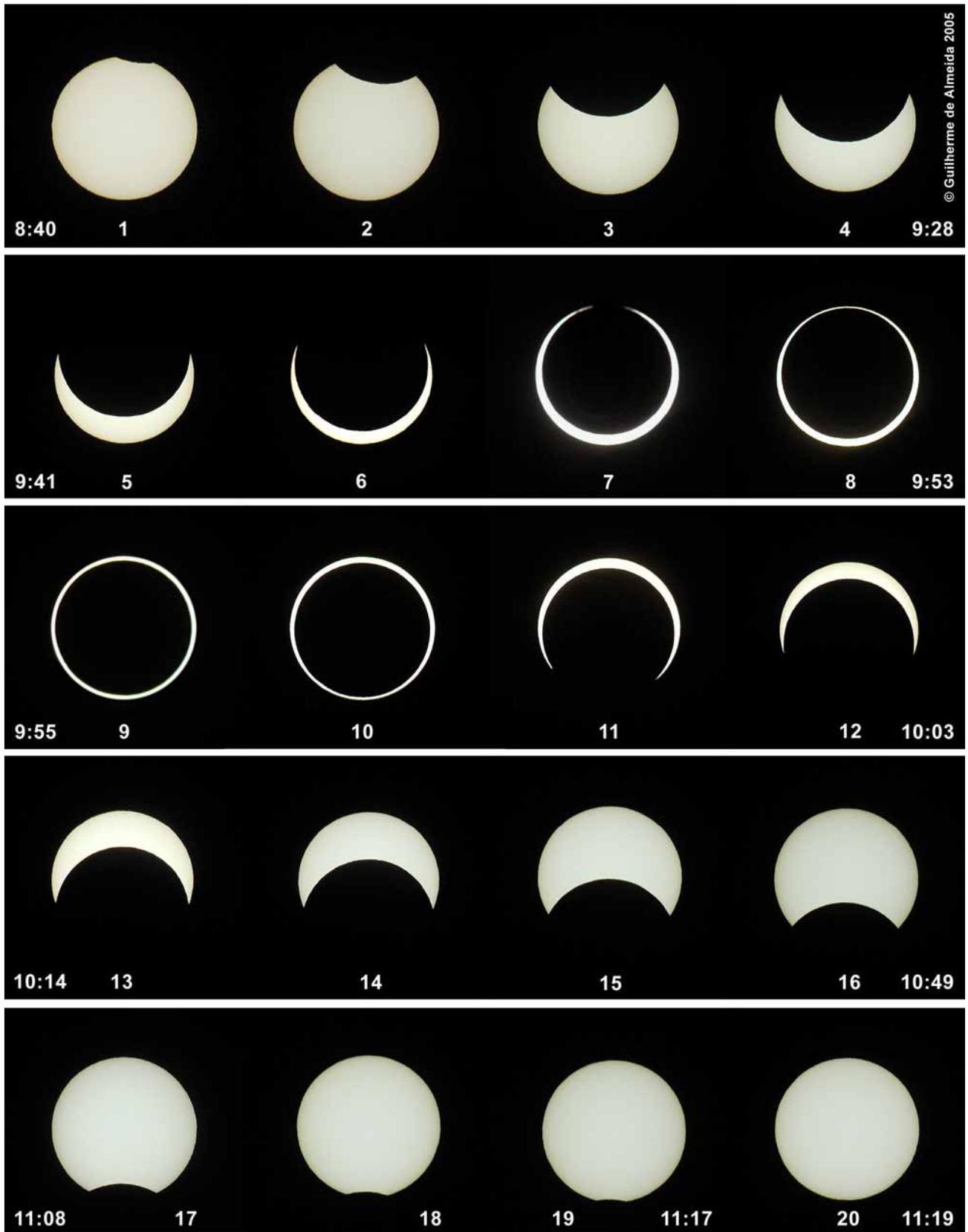


Figura 5- Diferentes momentos sucessivos durante o eclipse anular de 3 de Outubro de 2005. Junto de algumas das imagens está a hora de ocorrência (hora legal). 1- pouco depois do 1.º contacto; 7- pouco antes do 2.º contacto; 8- anularidade ainda não centrada; 9- Fase de anularidade centrada (aqui sobre-exposta, revelando o anel mais grosso do que foi realmente observado). 10- pouco antes do 3.º contacto; 11- pouco depois do 3.º contacto; 19- pouco antes do 4.º contacto e do fim do eclipse (Guilherme de Almeida 2005).

# O PROBLEMA DA CONDENSAÇÃO DE HUMIDADE NAS SUPERFÍCIES ÓPTICAS: O PONTO DE ORVALHO

Guilherme de Almeida

Quem é que, ao ar livre, não ficou aborrecido alguma vez ao ver que as imagens observadas através o seu telescópio perderam contraste e as estrelas passaram a ser "adornadas" com uma auréola difusa ? É a condensação da humidade atmosférica nas superfícies ópticas frias: um fenómeno natural, mas aborrecido.

Vista com uma lupa de amplificação razoável (10x) esta camada que embacia o vidro, ou um espelho, revela-se constituída por inúmeras e minúsculas gotículas. Um dos maiores problemas das observações astronómicas feitas no exterior (ar livre) é de facto a condensação de humidade atmosférica sobre as superfícies ópticas. Esta condensação verifica-se desde que a temperatura dessas superfícies (ou de quaisquer outras) seja igual ou inferior ao *ponto de orvalho* (temperatura para a qual o ar fica saturado de vapor de água). Este problema também se verifica nos observatórios de tecto de abrir e nos de tecto de correr. E não é só o vidro, mas também todas as superfícies, sobretudo as metálicas. É o mesmo que sucede, durante a noite, com os automóveis estacionados na rua.

## Causas da condensação

Em geral, o ar contém sempre algum vapor de água, definindo-se *humidade relativa* (ou estado higrométrico do ar) como a razão entre a massa de vapor de água existente num dado volume de ar e a massa de vapor de água que, a essa mesma temperatura, originaria a saturação de igual volume de ar. Por exemplo, a humidade relativa será de 60% se, a uma dada temperatura, a massa de vapor de água for 60% da que seria necessária para provocar a saturação do mesmo volume de ar, à mesma temperatura.

A humidade relativa (H.R.), num dado local e num dado momento, indica-nos se o ar está próximo ou afastado da saturação: à medida que a humidade relativa cresce, a saturação estará cada vez mais próxima; o ar saturado tem, por definição, uma humidade relativa de 100%. Quando a temperatura do ar se eleva, a mesma massa de ar pode conter mais vapor de água antes de saturar e a humidade relativa será menor; quando a temperatura baixa, o limite de saturação do ar baixa também e a mesma massa de vapor de água determinará maior humidade relativa. Se a temperatura do ar baixar o suficiente, a *mesma* massa de vapor de água (por quilograma de ar) pode determinar a saturação do ar: a condensação acontece.

Dado que as superfícies expostas radiam na banda do infravermelho, cedem calor e podem atingir temperaturas inferiores à temperatura ambiente. Isto é especialmente importante quando o tubo óptico aponta para astros a grande altura. Do ponto de vista do observador astronómico interessa que a temperatura das superfícies ópticas esteja sempre 1,5 °C a 2,5 °C *acima* do ponto de orvalho, para evitar a condensação de vapor de água (embaciamento das superfícies). Um *ligeiro* aquecimento obtido por meio de resistências eléctricas<sup>(1)</sup> será suficiente para impedir a condensação (Fig. 2). É também possível impedir temporariamente a condensação utilizando um dispositivo que reduza a rapidez do arrefecimento da objectiva de um telescópio refractor ou da lente correctora de um telescópio catadióptrico: para isso existe o pára-luz<sup>(2)</sup>, se houver pouca humidade, o pára-luz (Fig.1) pode impedir completamente o aparecimento da condensação. Para ser eficaz, um pára luz deve ser feito de um material isolante do calor e o seu comprimento, medido para além da superfície óptica respectiva, não seja inferior a 2 vezes a abertura instrumental.

Como é que podemos prever se a condensação vai ser muito ou pouco provável numa dada noite de observação?

Neste artigo veremos um procedimento simples, baseado na utilização de tabelas, para determinar o ponto de orvalho. Só será preciso utilizar um vulgar termómetro e um higrómetro, cuja aquisição global é relativamente acessível (cerca de 15 euros). A partir da temperatura ambiente  $t_{amb}$  (dada pelo termómetro) e da humidade relativa H.R. (dada pelo higrómetro), consulta-se o quadro 1 (página seguinte) e aplica-se a fórmula

$t_{orv} = t_{amb} - \text{diferença higrométrica.}$

A diferença higrométrica (em graus Celsius) pode obter-se do quadro 1., a partir da humidade relativa ambiente. Esta diferença higrométrica,  $\Delta t$ , mede precisamente quanto é que o ponto de orvalho está *abaixo* da temperatura ambiente. Para cada valor da H.R., será então  $\Delta t = t_{amb} - t_{orv}$ . Como é de prever, quanto menor for a humidade relativa do ar mais este terá de arrefecer para atingir a saturação e menos provável será que a condensação ocorra. O observador pode assim saber antecipadamente com o que pode contar numa dada noite de observação, evitando surpresas desagradáveis e desanimadoras. Darei seguidamente alguns exemplos de utilização deste quadro 1.

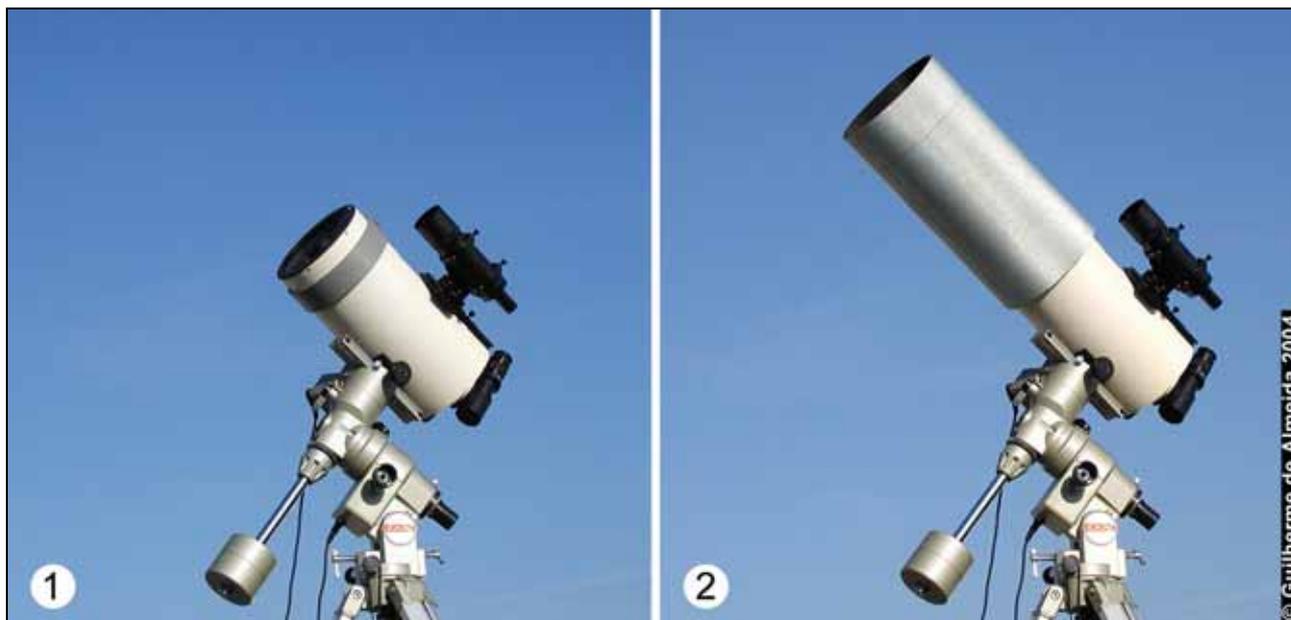


Figura 1. O mesmo telescópio, sem pára-luz (1) e com pára-luz montado (2). O pára-luz é neste caso de construção caseira, feito pelo autor com folha de espuma de 6 mm de espessura, negra (por dentro) e colada topo a topo, mas também se pode adquirir já feito. O telescópio aqui exemplificado é um Maksutov-Cassegrain de 150 mm f/10.

**Quadro 1. Humidade relativa e diferença higrométrica**

Humidade relativa H.R. (%)	Diferença higrométrica (°C)	Humidade relativa H.R. (%)	Diferença higrométrica (°C)
15	26,0	60	7,8
20	22,5	65	6,8
25	21,0	70	5,7
30	17,8	75	4,7
35	15,7	80	3,6
40	13,7	85	2,7
45	11,9	90	1,7
50	10,2	95	0,8
55	9,0	100	0,0

*Exemplos de utilização do quadro 1.:*

1. Consideremos que numa determinada noite  $t_{amb}=12,3$  °C e H.R.=50%. O quadro anterior diz-nos que, para H.R.=50%, a diferença higrométrica é 10,2 °C. Neste caso verifica-se que  $t_{orv}=12,3-10,2=2,1$  °C. Conclusão: o ponto de orvalho fica muito abaixo (10,2 °C) da temperatura ambiente e será pouco provável que ocorra condensação nesta noite (convém referir que as condições higrométricas podem alterar-se durante a noite). Com sorte, um pára-luz será suficiente para uma noite de observação, nestas condições.
2. Consideremos uma noite em que  $t_{amb}=5,0$  °C e H.R.=80%. Para esta humidade relativa, a diferença higrométrica é 3,6 °C. Neste caso  $t_{orv}=5,0-3,6=1,4$  °C. Conclusão: o ponto de orvalho fica apenas 3,6 °C abaixo da temperatura ambiente e será muito provável que apareça condensação nas superfícies ópticas (praticamente garantido) se não houver o ligeiro aquecimento anteriormente referido, utilizando uma fita aquecedora, com resistências eléctricas. Neste caso pode não ser suficiente, para *algumas horas* de observação, que o observador se limite a reduzir a rapidez do arrefecimento da superfícies ópticas por meio de um pára-luz. A condensação que aparecerá nas restantes superfícies do telescópio (não ópticas) pode limpar-se com um pano. Quase de certeza que vai ser preciso usar uma fita de aquecimento (Fig. 2).

#### **Susceptibilidade dos diferentes telescópios à condensação**

A condensação é notória nas objectivas dos refractores e especialmente nas lentes correctoras de Schmidt (telescópios Schmidt-Cassegrain e Schmidt-Newton) e nas de Maksutov (telescópios Maksutov-Cassegrain e Maksutov-

Newton). Nos telescópios reflectores de Newton o problema é menos frequente e incide sobretudo no espelho secundário. O primário raramente embacia, por se encontrar no fundo do tubo óptico. Mesmo assim pode embaciar, nas noites frias e húmidas, sobretudo quando o telescópio está apontado quase para o zénite.

Na Fig.2, a fita 7 tem um sistema de *velcro* para aplicação em volta do tubo do telescópio, ao nível da objectiva (telescópios refractores) ou ao nível da lente correctora (telescópios Maksutov-Cassegrain, Maksutov-Newton, Schmidt-Cassegrain e Schmidt-Newton).

As oculares também estão sujeitas a condensação. Nos casos em que a condensação seja mais provável, devem utilizar-se as fitas de aquecimento dimensionadas para as oculares de 1,25 polegada e de 2 polegadas.

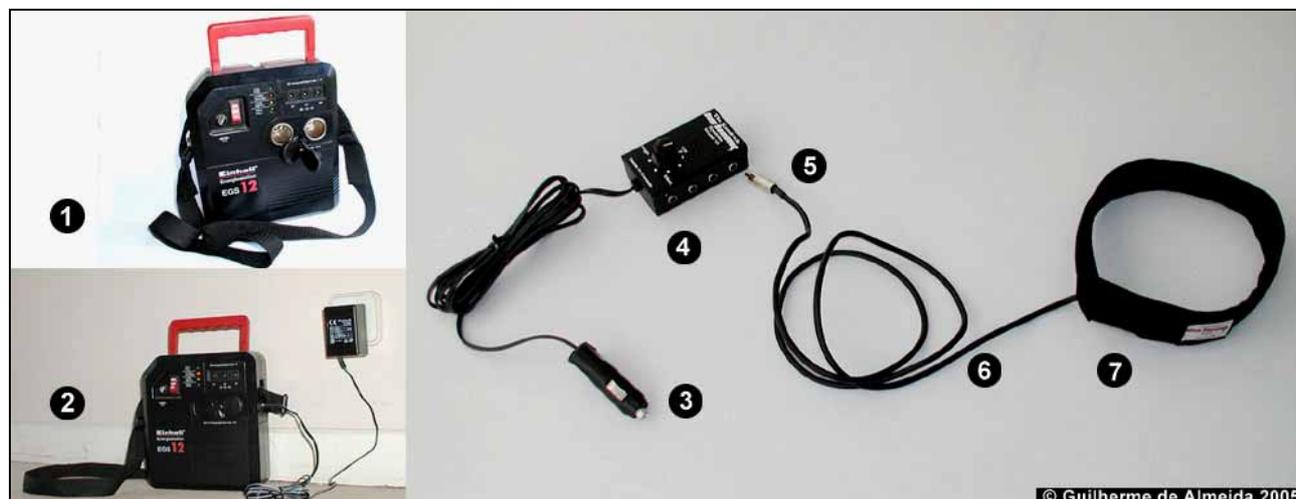


Figura 2. Exemplo de um sistema de desembaciamento activo. 1- bateria; 2- bateria a carregar, ligada à corrente doméstica por meio de um pequeno transformador-rectificador fornecido; 3- ficha do tipo "isqueiro de automóvel" para ligação da unidade de controlo 4 à bateria; 5- ficha de ligação da fita de aquecimento 7, por meio do fio 6.

### Conclusão e procedimentos

Um higrómetro e um termómetro, usados em conjunto, permitem antever as expectativas de uma noite de observação, quanto à condensação de humidade nas superfícies ópticas.

Quando a condensação ocorre, *não* se deve esfregar a óptica para a limpar. No entanto pode-se usar um pano para limpar a água condensada nas partes metálicas. Nas superfícies ópticas isso nunca se deve fazer. É preferível levar o telescópio para casa e deixá-lo secar, mas a noite de observação estará terminada.

Mesmo que não se tenha formado condensação, um telescópio trazido da noite fria para dentro de casa, condensará imediatamente água sobre todas as suas superfícies, ópticas e mecânicas, tal como uma garrafa de cerveja está limpa quando abrimos o frigorífico e cobre-se de condensação logo que a trazemos para o exterior. Para evitar isto, se a óptica estiver limpa, *tapa-se antes* do regresso a casa. Assim não haverá condensação sobre as superfícies ópticas, e as partes restantes podem secar-se com um pano.

Em vez de perder oportunidades de observação, ou remediar a condensação depositada, o melhor é *impedir* a condensação de se instalar nas superfícies ópticas. Para isso convém, em cada sessão de observação, medir a temperatura ambiente e a humidade relativa. Depois consulta-se a tabela anteriormente referida, para saber com o que é que se pode contar nessa noite. Convém saber que as noites muito húmidas são frequentemente as de menor turbulência atmosférica (melhor visão astronómica).

Podem utilizar-se os dois tipos de dispositivos já referidos: os *sistemas passivos*, que retardam o arrefecimento das superfícies ópticas; os *sistemas activos*, que repõem o calor perdido, mantendo a temperatura das superfícies ópticas sempre acima do ponto de orvalho. Estes sistemas podem ser utilizados separadamente ou em simultâneo, para uma eficácia ainda maior.

(1) Veja-se a secção 9.9.2. do livro "Telescópios", Plátano Editora, Lisboa, 2004.

(2) Veja-se a secção 9.9.1 do livro "Telescópios", já referido;

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

# SOFTWARE BISQUE PARAMOUNT ME

Pedro Ré

<http://www.astrosurf.com/re>

Os diversos tipos de telescópios devem ser suportados por uma montagem equatorial, de preferência motorizada nos dois eixos. Nem todas as montagens são adequadas para a realização de astrofotografias. Quanto mais robusta for a montagem tanto melhor.

Existem diversos tipos de montagens equatoriais. As montagens alemãs são as mais frequentes. As montagens de garfo, como as utilizadas nalguns telescópios catadriópticos, produzem igualmente excelentes resultados (Figura 1).

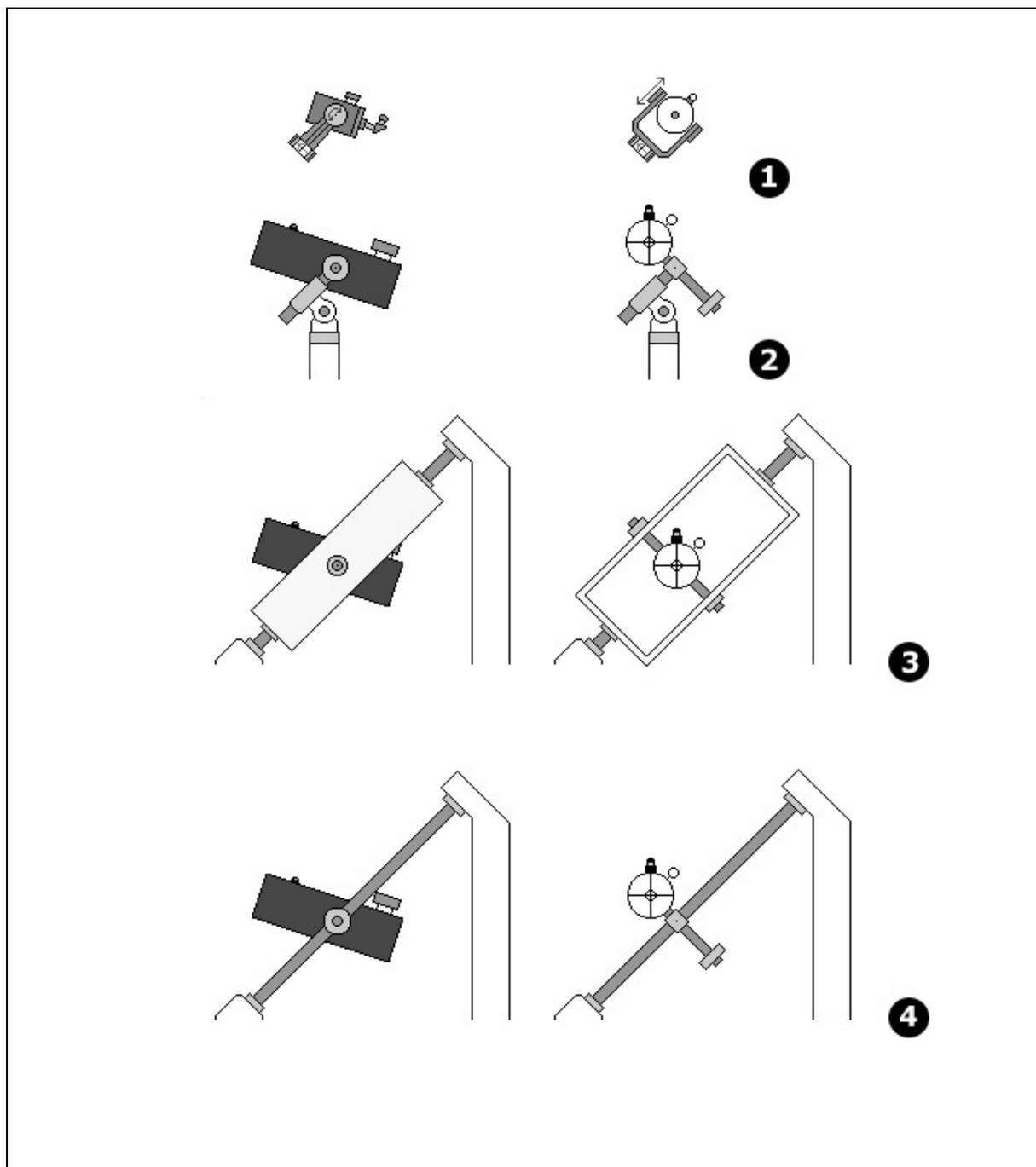


Figura 1- Principais tipos de montagens equatoriais: 1- Montagem equatorial de garfo; 2- Montagem equatorial alemã; 3- Montagem equatorial de berço inglês; 4- Montagem equatorial inglesa modificada.

A precisão do seguimento das montagens equatoriais pode ser muito variada. Em geral as montagens modernas são motorizadas nos dois eixos por meio de motores de passos. Estes motores rodam a velocidades muito elevadas e o seu movimento é desmultiplicado por intermédio de rodas dentadas de pequenas dimensões. O movimento é por fim transmitido a um parafuso sem-fim que actua sobre uma roda dentada. As rodas dentadas podem possuir um número variado de dentes (144 a 359) e diâmetros geralmente compreendidos entre 60 a 250 mm. A precisão da guiagem depende de muitos factores. Todos os sistemas de guiagem exibem erros periódicos que podem atingir valores relativamente elevados (15 a 50") em montagens equatoriais de baixo custo. Nos sistemas mais evoluídos foram desenvolvidos processos de minimizar mecânica ou electronicamente estes erros de guiagem. Algumas montagens podem ser comandadas por sistemas computadorizados capazes de apontar o telescópio para diversos objectos astronómicos de um modo automático.

Muitos astrónomos amadores compram telescópios completos, isto é, um pacote que inclui a montagem (+ tripé) e o tubo óptico (refractor, reflector ou catadióptrico). Habitualmente esta nem sempre é a melhor solução. Existem actualmente no mercado diversas montagens equatoriais de excelente qualidade que podem ser utilizadas por quem pretenda uma elevada precisão de guiagem que é normalmente requerida para a realização de fotografias astronómicas. De entre estas montagens podemos mencionar (sem querer ser exaustivos) diversas marcas bem conhecidas: Astrophysics, Losmandy, Takahashi, Byers (Figura 2).

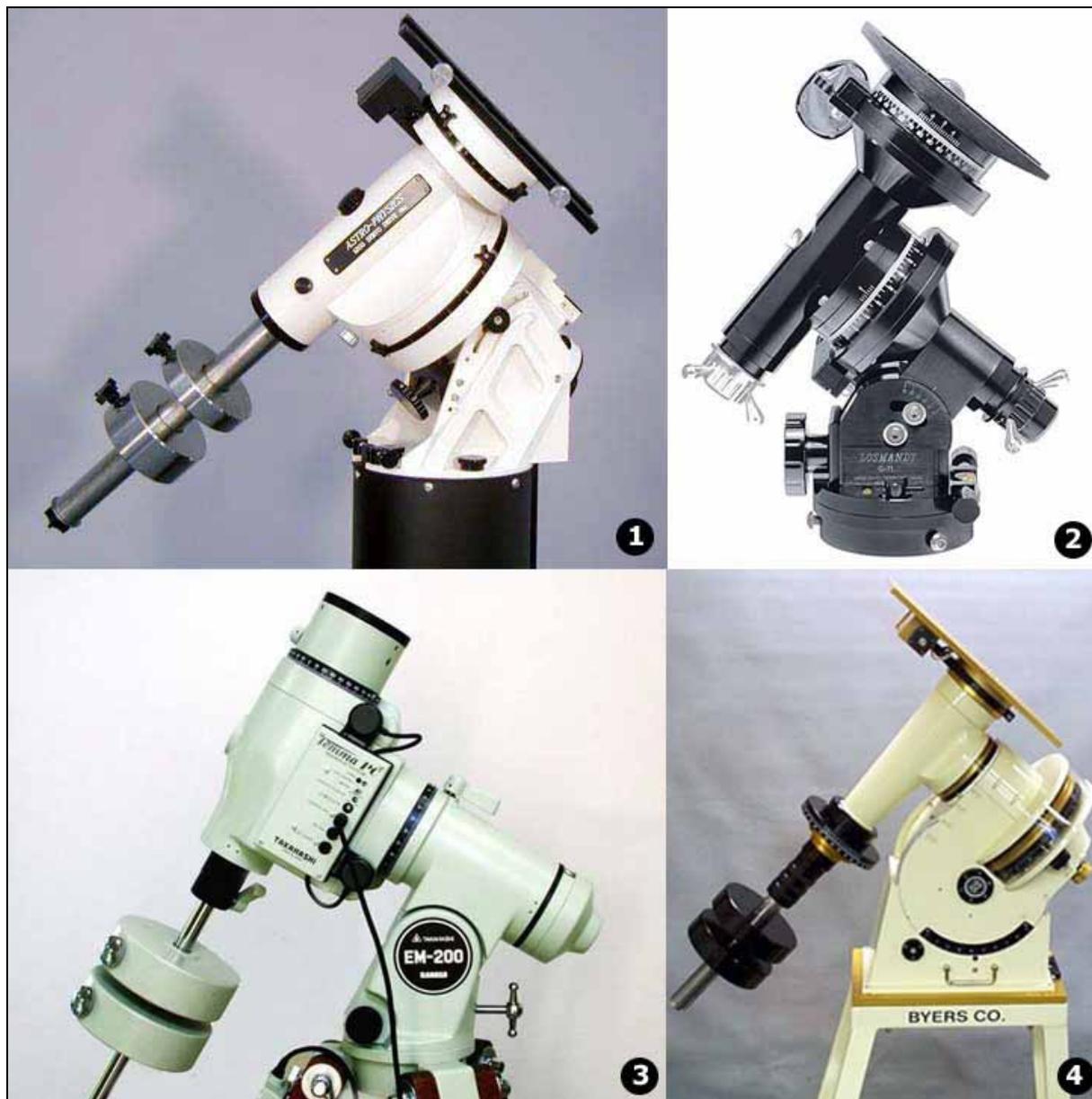


Figura 2- Montagens equatoriais astrofotográficas: 1- Astrophysics 1200; 2- Losmandy G-11, 3- Takahashi EM200; 4- Byers.

As montagens construídas por Edward R. Byers ficaram conhecidas pela sua elevada precisão de guiagem e por terem erros periódicos muito reduzidos (inferiores a 5" pico a pico). A firma Byers começou por vender rodas dentadas e sem fins e mais tarde, montagens equatoriais completas. Apesar dos preços elevados e da pequena quantidade de montagens construídas as montagens Byers estabeleceram um novo padrão de qualidade (Figure 3).

**NOW AVAILABLE FOR SMALLER TELESCOPES**

Complete BYERS drive with 6-inch diameter worm gear — **\$125.**

**EDWARD R. BYERS CO.**  
29001 W. Highway 58, Barstow, Calif. 92311  
Phone 714-256-2377

**TELESCOPE DRIVES with Observatory Accuracy**

For those planning to update an existing telescope, or contemplating a new instrument, Byers offers a unique service: Precision polar and/or declination worm gears, with slip-clutches, are custom built using the most rugged techniques and the finest materials. We are equipped to provide anything from a single worm gear for a small amateur scope to complete electronic driving systems for instruments up to 36-inch. We also provide the most rugged and accurate variable-frequency power supplies, all equipped with remote controls for vernier track adjustment and push-button guiding. Inquiries from serious amateur and professional astronomers are invited.

**EDWARD R. BYERS**  
1541 W. Nancy St., Barstow, Calif. 92311  
Phone 714-256-2377

Now you can afford the finest. Introducing the Byers 812 German Equatorial.

The Byers 812 is also available for fork mounted telescopes.

**EDWARD R. BYERS CO.**  
29685 Cuthbert Road  
Malibu, California 90265  
Phone: (310) 437-2444

54 SKY AND TELESCOPE, January, 1973

Figura 3- Anúncios dos produtos vendidos pela firma de Edward Byers na revista Sky & Telescope (1973/1980).



Figura 4- Roda dentada de 15 cm de diâmetro e sem fim (Byers). Montagem equatorial alemã (telescópio reflector 222 mm f/5.8): visível a roda dentada Byers (movimento horário). Pedro Ré (1985).

Mais recentemente Edward Byers uniu-se em 1997 à firma Software Bisque (produtora de software astronómico e.g. The Sky) para produzir a primeira montagem equatorial alemã totalmente robotizada, a Paramount GT1100. As capacidades anunciadas para esta montagem eram deveras impressionantes. A montagem podia ser programada para conduzir de um modo totalmente automático e remoto um programa de observação completo (com a duração de uma noite de observação). As primeiras três montagens foram compradas pela Força Aérea Norte Americana para a detecção e seguimento de satélites artificiais. A roda dentada que equipava a montagem GT-1100 tinha um diâmetro de 280 mm (*Byers Research Grade RA*). Com a montagem era igualmente fornecido software avançado (*Software Bisque Professional Astronomy Suite*) que incluía os programas: *TheSky* (controlo remoto da montagem); *CCDsoft* (aquisição e processamento de imagens CCD) e *T-Point* (software de pontaria de precisão). Apesar do preço elevado (10.000 US\$) era sem dúvida na altura (1997) a montagem mais sofisticada do mercado.

Entre 1997 e 2000 foram efectuados vários melhoramentos à montagem original tendo sido lançada a GT-1100s. No final do ano de 2000 foi introduzida Paramount GT-1100 ME (*Millenium Edition*) que no essencial é idêntica ao modelo actual da montagem (Paramount ME) (Figura 5, Figura 6 e Figura 7).

Who can promise you the  
Sun,  
Moon &  
Stars . . .  
. . . and deliver?

**“THE\_SKY”**

The ultimate in graphic  
astronomy programs

Available for IBM PC,  
PCjr and compatibles

\$60.00

Write to:  
Computer Assist Services  
1122 13th Street  
Golden, CO 80401

September, 1984, SKY & TELESCOPE 255

Introducing the Paramount GT-1100 Robotic Telescope Mount

**THE FIRST FOUR WE SOLD  
NOW LOCATE AND TRACK  
SPY SATELLITES.**  
(We're not supposed to tell you that,  
but we'd like to sell a few more.)

Tracking satellites is serious business, and we would never want to compromise national security. But Air Force observers needed a new telescope mount that was up to this sensitive task.

They needed a robotic telescope mount that could locate, track and image hundreds of elusive satellites nightly without human intervention. With predictable performance and a price that would keep the general smiling.

And, oh yeah, network-accessible from any point on the planet.

**THE ANSWER?**

The Paramount GT-1100 Robotic Telescope Mount. In fact, Paramount performed so exceptionally they ordered the first four units off the assembly line (and are adding more).

**REMOTE SOLUTIONS**

Imagine programming a full night's viewing and walking away. With one command you can locate, track and image hundreds of deep-space objects with pinpoint stars. Or plug into the Internet and go global with your Paramount, offering students and international colleagues access from anywhere in the world.

**IT'S OUT OF THIS WORLD!**

Paramount GT-1100, today's most advanced synthesis of mount technology, computer sophistication and versatility.

Paramount GT-1100, a new concept from Software Bisque. It's the answer to anyone's dreams. Even an Air Force general's.

**PARAMOUNT GT-1100**  
ROBOTIC TELESCOPE MOUNT

**THE MOST VERSATILE, MOST ACCURATE  
AMATEUR VIEWING PLATFORM ON THE FACE OF THE EARTH.**

Software Bisque, 912 Twelfth Street, Suite A, Golden, Colorado 80401 303.278.4478 [www.bisque.com](http://www.bisque.com)

Paramount GT-1100, under \$10,000, is equipped with SkyS 1.1P, Research Grade RA gears and the Professional Astronomy Software Suite.

FROM DUSK TO DAWN,  
COLLECT HUNDREDS OF PINPOINT CCD IMAGES AND NEVER TOUCH YOUR TELESCOPE.  
FOR THAT MATTER, NEVER EVEN LIFT YOUR SLEEPY  
LITTLE HEAD FROM THE PILLOW.

Questions?  
[www.bisque.com](http://www.bisque.com)

**PARAMOUNT GT-1100**  
ROBOTIC TELESCOPE MOUNT  
It's Out of This World

Software Bisque  
912 Twelfth Street, Suite A  
Golden, Colorado 80401  
303.278.4478

Figura 5- Anúncios Revista Sky & Telescope: The Sky (1984) e Paramount GT-1100 (1997/1998).



Figura 6- Software Bisque Paramount ME (2005).

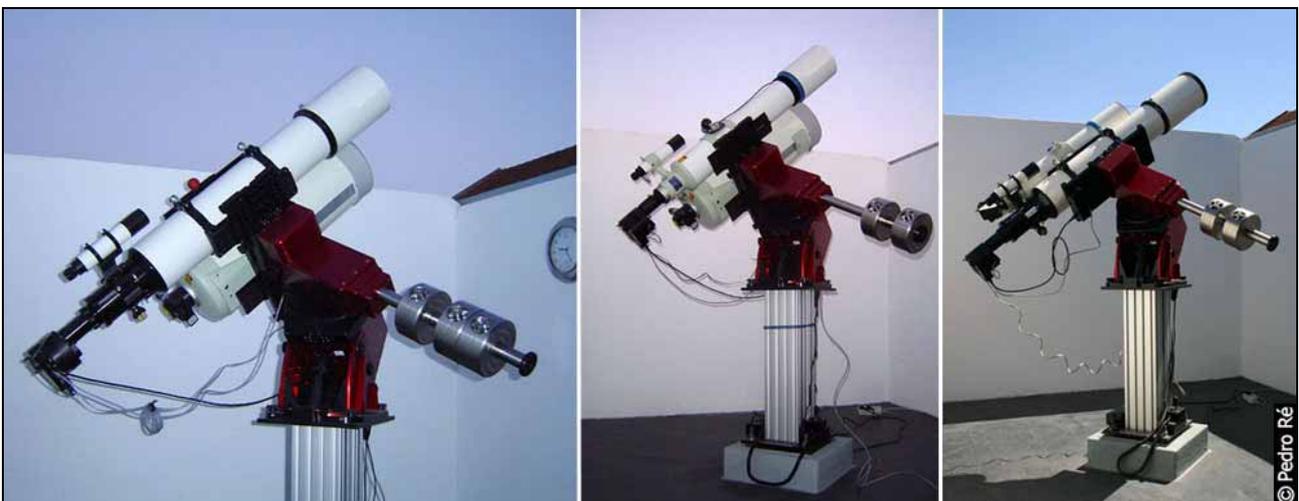


Figura 7- Paramount ME, Pier-Tech 1 (telescópios Takahashi Mewlon 250 mm F/12, Takahashi FS128 F/8.1, TMB 152 mm F/8. Pedro Ré (2005).

A montagem Paramount ME actual tem algumas características muito avançadas, nomeadamente:

#### Painel de controle electrónico integrado

- Painel "multi-port" que permite a ligação de um grande número de equipamentos (Figura 8)
- Porta série e USB (comunicação)
- Alimentação de câmaras CCD
- Duas portas série auxiliares
- Porta paralela
- Porta para a ligação de um focador electrónico
- Porta para a ligação de um sistema de auto-guiagem
- Duas portas adicionais (alimentação de equipamento diverso)
- Possibilidade de ligação de cabos adicionais através (interior) da montagem
- Acesso facilitado ao painel de fusíveis e interruptores electrónicos. Actualização da software possível (*Flash RAM updates*)

#### Alinhamento ao pólo

- A montagem assenta num sistema inovador de ajuste da montagem em azimute. A montagem pode ser ajustada em azimute sem alterar os ajustes em altura
- Parafuso de ajuste em altura inovador. Permite efectuar ajustes finos de um modo muito eficiente

#### Contrapesos

- Design ergonómico, arestas arredondadas sem qualquer saliência.
- Construção em aço inox
- Segurança total no ajuste dos contrapesos (três pontos de contacto com o eixo de declinação, Tri-grip™)

#### Rodas dentadas

- Rodas dentadas *Byers Research-grade 11.45"* (290 mm) - eixo de Ascensão Recta e *7.45"* (190 mm) - eixo de declinação
- Erro periódico não superior a 5" (pico a pico). Usualmente menos (2 a 3")



Figura 8- Painéis de controle da Paramount ME (Eixo de Ascensão Recta – esquerda e Eixo de Declinação – direita).  
Pedro Ré (2005).

A Paramount ME é sem dúvida a montagem equatorial mais evoluída do mercado. Trata-se de uma montagem robótica por excelência que pode ser operada de um modo totalmente remoto. A qualidade da construção é inexcelável e a precisão de guiagem não tem paralelo. É portanto a montagem indicada para quem pretenda obter os melhores resultados em sessões de observação e de obtenção de imagens CCD.

A montagem que adquiri em 2004 foi instalada de um modo definitivo num observatório de tecto de correr. A cabeça equatorial é suportada por uma peanha Pier-Tech 1. A instalação definitiva da peanha implicou que o solo fosse escavado até uma profundidade de cerca de 80 cm. Após o vazamento de uma estrutura reforçada de cimento armado, a peanha foi aparafusada à referida estrutura depois deste ter sido convenientemente nivelada. O resultado final foi uma fixação extremamente sólida de toda a estrutura (peanha + montagem) (Figura 9).

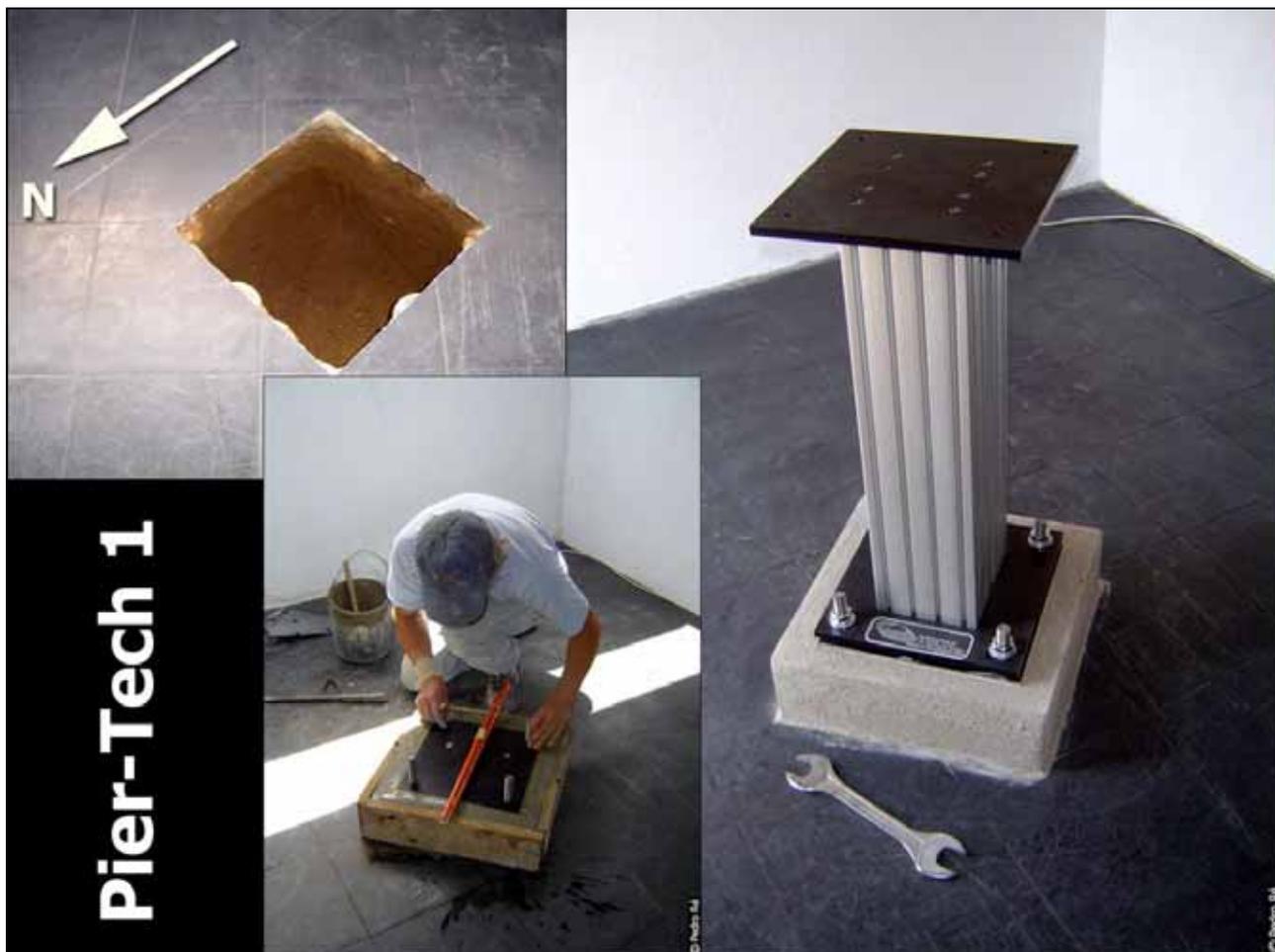


Figura 9- Instalação definitiva da peanha Pier-Tech 1. Pedro Ré (2005).

Seguiu-se a instalação da cabeça equatorial que foi aparafusada à peanha Pier-Tech. A Paramount é fornecida em três embalagens distintas (Figura 10). A primeira contém a cabeça equatorial e o software fornecido com a montagem (*TheSky6 Professional Edition*, *CCDSOFT 5*, *Paramount ME system CD-Rom*). A segunda inclui além de acessórios electrónicos diversos (fonte de alimentação 48 V, painel de declinação, joystick de controle da montagem, eixo de suporte dos contrapesos), o sistema auxiliar de montagem de um telescópio (*Versa-Plate*) (Figura 11). A terceira embalagem inclui dois contrapesos de 9 kg cada.



Figura 10- Embalagens, cabeça equatorial, sistema de "micro-levelers" e instalação do Versa-Plate. Pedro Ré (2005).

A Paramount ME possui um sistema inovador de ajuste em azimute e em altura. O ajuste em azimute é muito facilitado devido à existência de quatro "micro-levelers" (Figura 10) que permitem ajustar a montagem em azimute sem alterar o alinhamento em altura, desde que a montagem esteja convenientemente nivelada (Figura 12 e Figura 13). O peso da montagem é totalmente suportado por estes dispositivos.

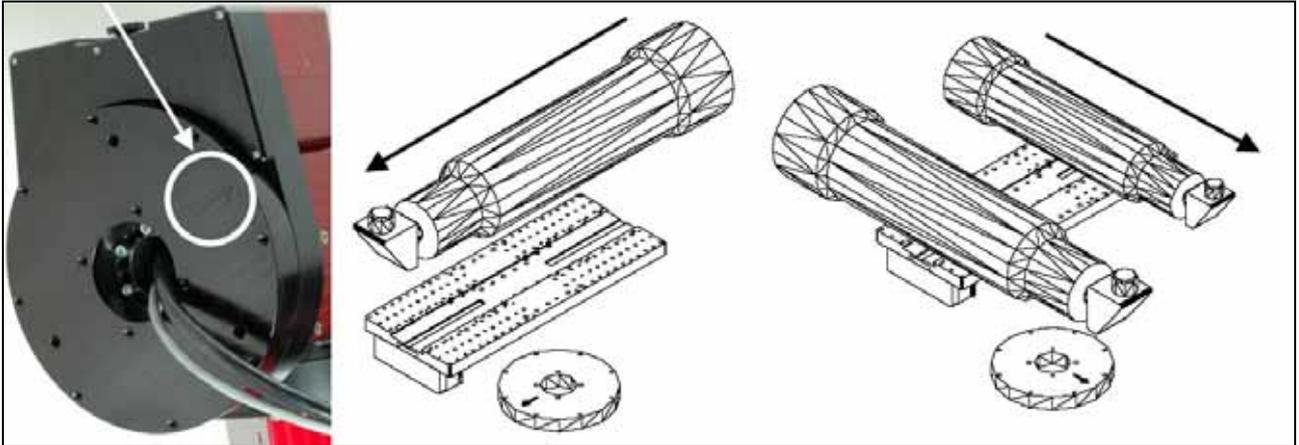


Figura 11- Instalação do "Versa Plate" e de um sistema ou de dois sistemas ópticos (telescópios refractores) na Paramount ME.

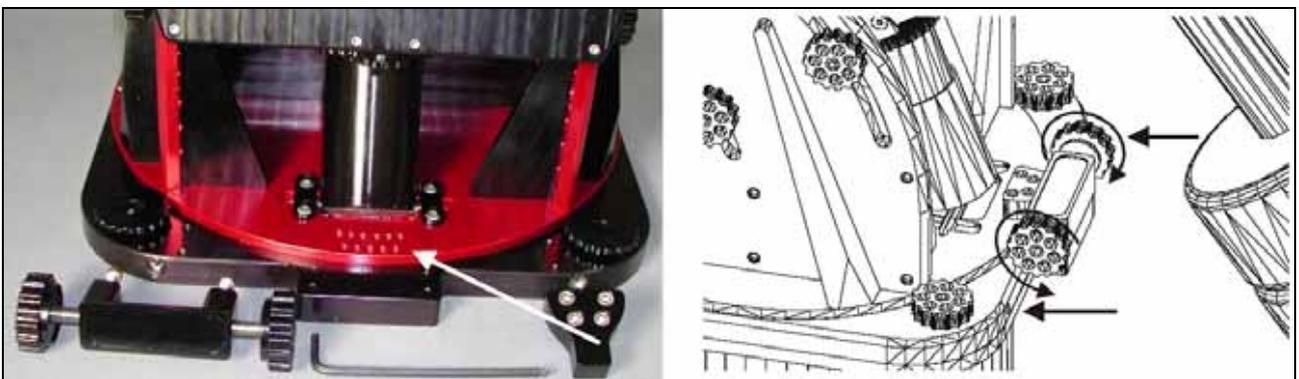


Figura 12- Sistema de ajuste em azimute. Cada marca saliente nas rodas de ajuste representa um movimento de aproximadamente 2' em azimute.

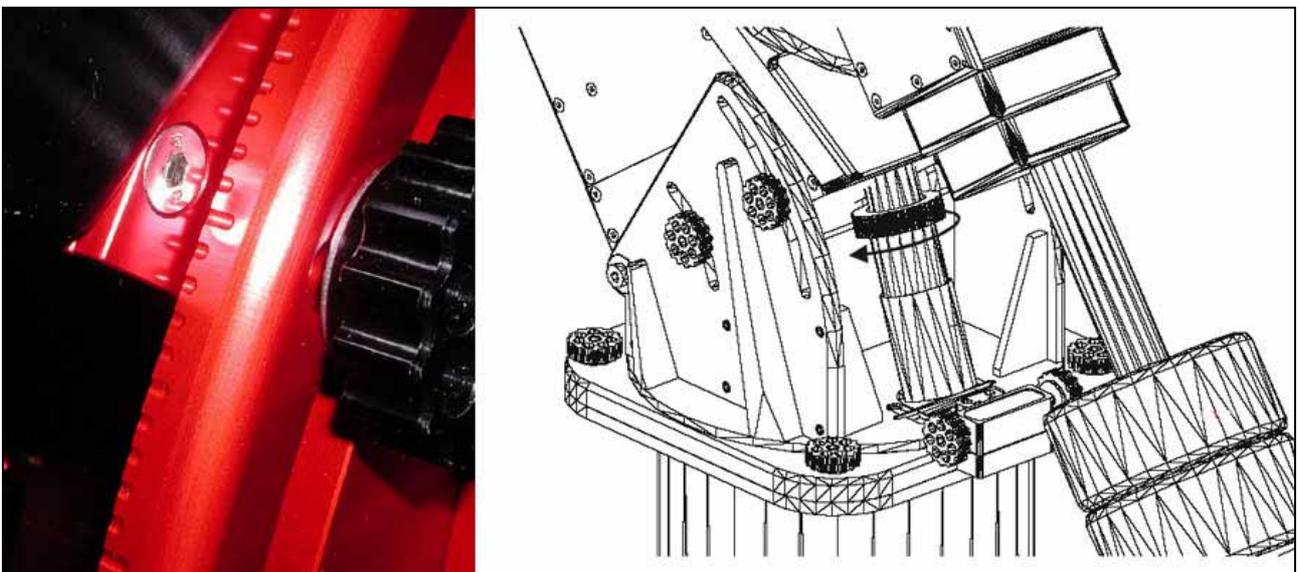


Figura 13- Sistema de ajuste em altura. As divisões que se observam à esquerda na imagem representam incrementos de 1°, 5°, 10° em função da sua dimensão relativa. A marcação mais baixa corresponde a uma latitude de 15°.

A Paramount ME não possui um buscador polar idêntico ao que equipa outras montagens (*e.g* Takahashi, Losmandy). A montagem tem que ser colocada em estação recorrendo ao método das derivas ou usando um software que é igualmente fornecido (*T-Point*). As rodas dentadas que equipam a Paramount não possuem qualquer tipo de

embragem. Os parafusos sem fim podem ser ajustados recorrendo a uma mola que os afasta ou justapõe à referida roda eliminado qualquer folga que possa existir no sistema (*backlash*) (Figura 14).

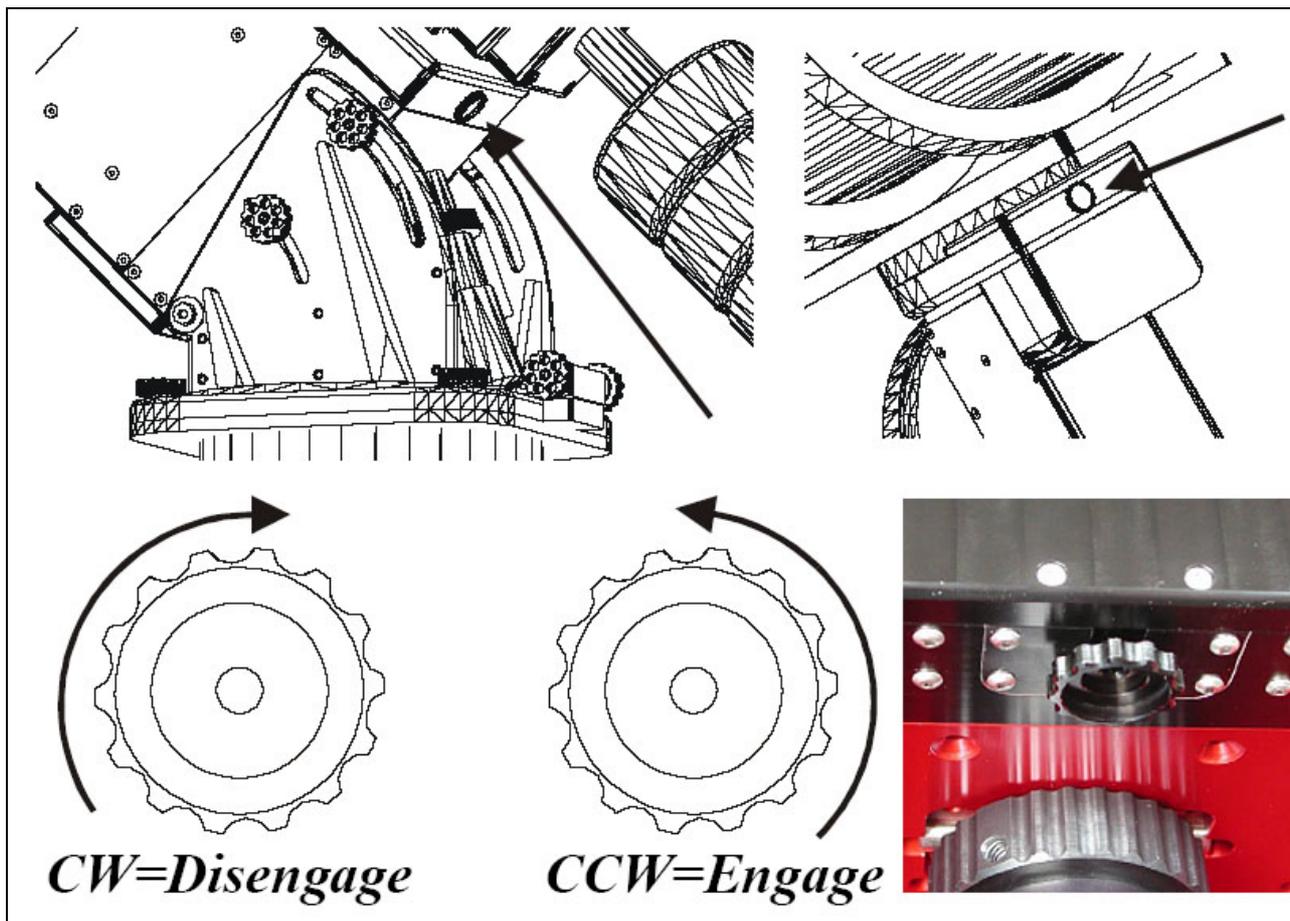


Figura 14- Localização e modo de ajuste dos parafusos sem fim.

Uma outra característica muito importante da Paramount ME é a possibilidade de diversos cabos (*e.g* alimentação de câmaras CCD, USB, cabos de alimentação de acessórios) poderem ser conduzidos pelo interior da montagem. Para tanto é necessário desmontar alguns dos painéis laterais da cabeça equatorial e introduzir os cabos através de uma conduta especialmente concebida para o efeito (Figura 15). Não temos deste modo cabos pendurados da montagem equatorial o que facilita o seguimento horário bem como os movimentos de "Goto".



Figura 15- Sistema de passagem de cabos adicionais pelo interior da montagem.

A Paramount ME só pode ser controlada pelo software fornecido com a montagem (*TheSky6 Professional Edition*). Os novos modelos podem ser comandados através de uma interface USB (montagens posteriores a Julho de 2004), sistema MKS 4000. Após inicializar o software (*TheSky6*) é necessário estabelecer uma ligação com a montagem através de um menu de comando (Telescope/Setup/Link) (Figura 16).

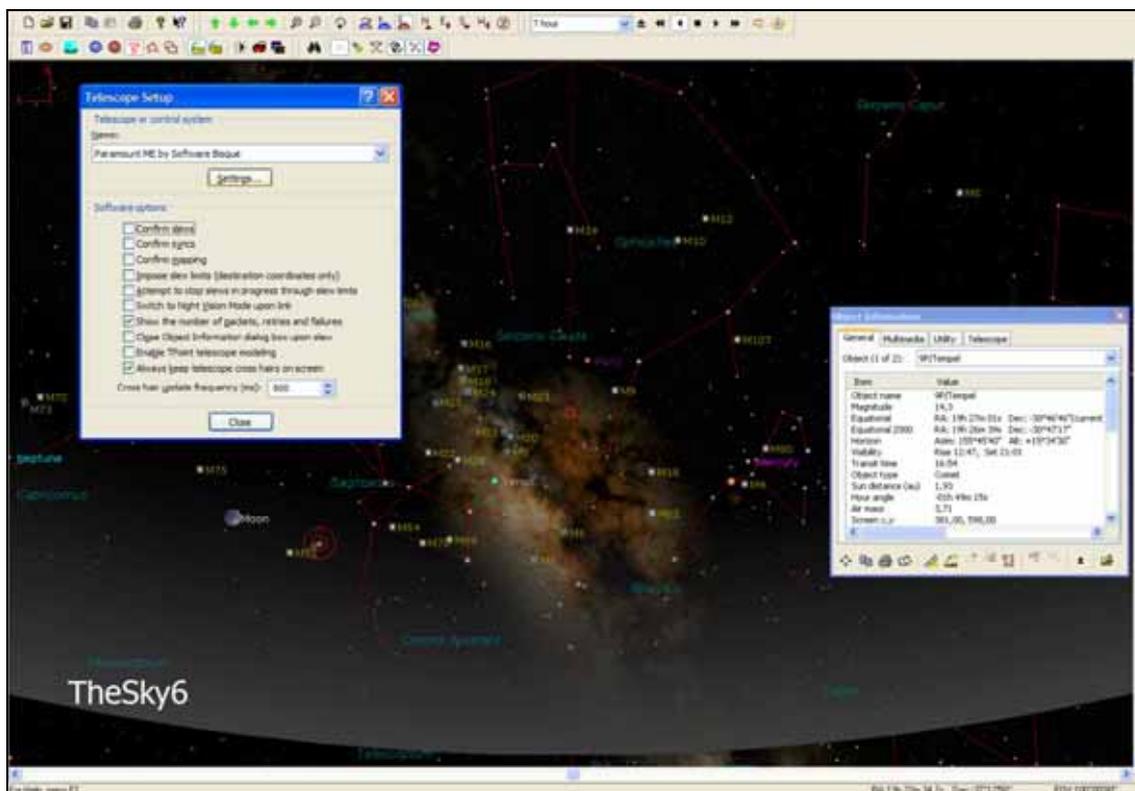


Figura 16- Controlo da Paramount ME (*TheSky6*). Pedro Ré (2005).

Antes de enviar qualquer tipo de comando para a montagem é necessário colocá-la numa posição inicial ("Home position"). Se a montagem não for inicializada o seguimento horário e os comandos de "Go to" não são efectivos. A inicialização da montagem pode ser efectuada de dois modos: (i) através do "Joystick" ou (ii) através de um comando do software *TheSky6*. O modo mais simples de o fazer consiste em accionar duas vezes o interruptor situado no topo do "Joystick". É igualmente possível definir uma posição de parqueamento da montagem no final da sessão de observação (Figura 17).

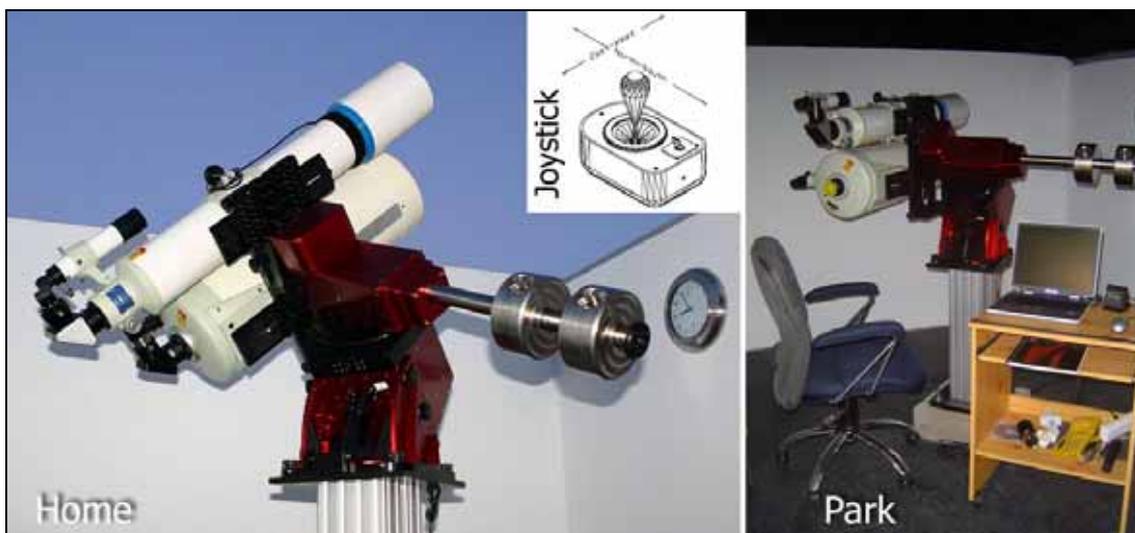


Figura 17- Posição de inicialização da Paramount ME ("Home position") e de parqueamento ("Park position"). Pedro Ré (2005).

Uma vez inicializada, a montagem tem que ser sincronizada com um determinado objecto (*e.g.* estrela, enxame estelar, nebulosa ou galáxia) para que os comandos de "Goto" se tornem efectivos. Para tanto basta centrar o objecto no campo de visão do telescópio (observação visual) ou de uma imagem CCD (astrofotografia digital) e efectuar o sincronismo da montagem. Se a montagem tiver sido previamente colocada em estação com a precisão necessária (alinhamento ao pólo celeste refractado inferior a 30"), o relógio do computador estiver certo e as coordenadas do local de observação forem suficientemente precisas, é possível efectuar movimentos de "Goto" com resíduos muito pequenos (Figura 18).

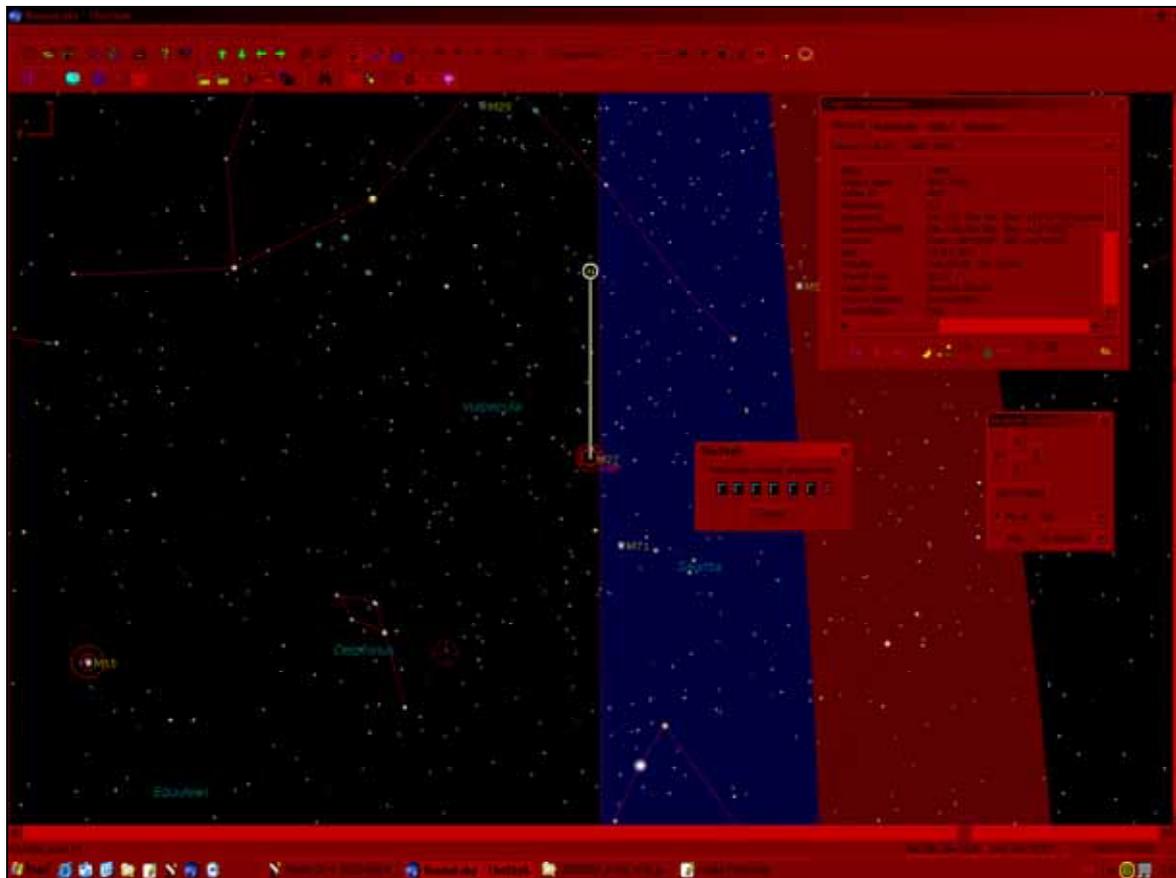


Figura 18- Aspecto do ecrã do programa TheSky6 utilizado para comandar a montagem Paramount ME. Pedro Ré (2005).



Figura 19- Paramount ME, TMB 152 mm F/8, Takahashi FS102, SBIG ST-10XE (esquerda). Focador Feathertouch + Robofocus (direita), sistema de focagem automática. Pedro Ré (2005).

A elevada precisão de guiagem da montagem Paramount ME permite que se realizem imagens de grande qualidade com o auxílio de uma câmara CCD. É possível controlar todos os parâmetros da câmara recorrendo a software adequado. O programa Maxim DL/CCD é neste aspecto um software com enormes possibilidades. É possível recorrendo a este programa controlar a câmara CCD, efectuar as necessárias auto-guiagens (que possibilitam a realização de sub-integrações com algumas dezenas de minutos de duração) e controlar a própria montagem (*e.g.* auto-centragem de objectos no campo da câmara CCD ou controlo de focadores munidos de sistemas de auto-focagem) (Figura 20).

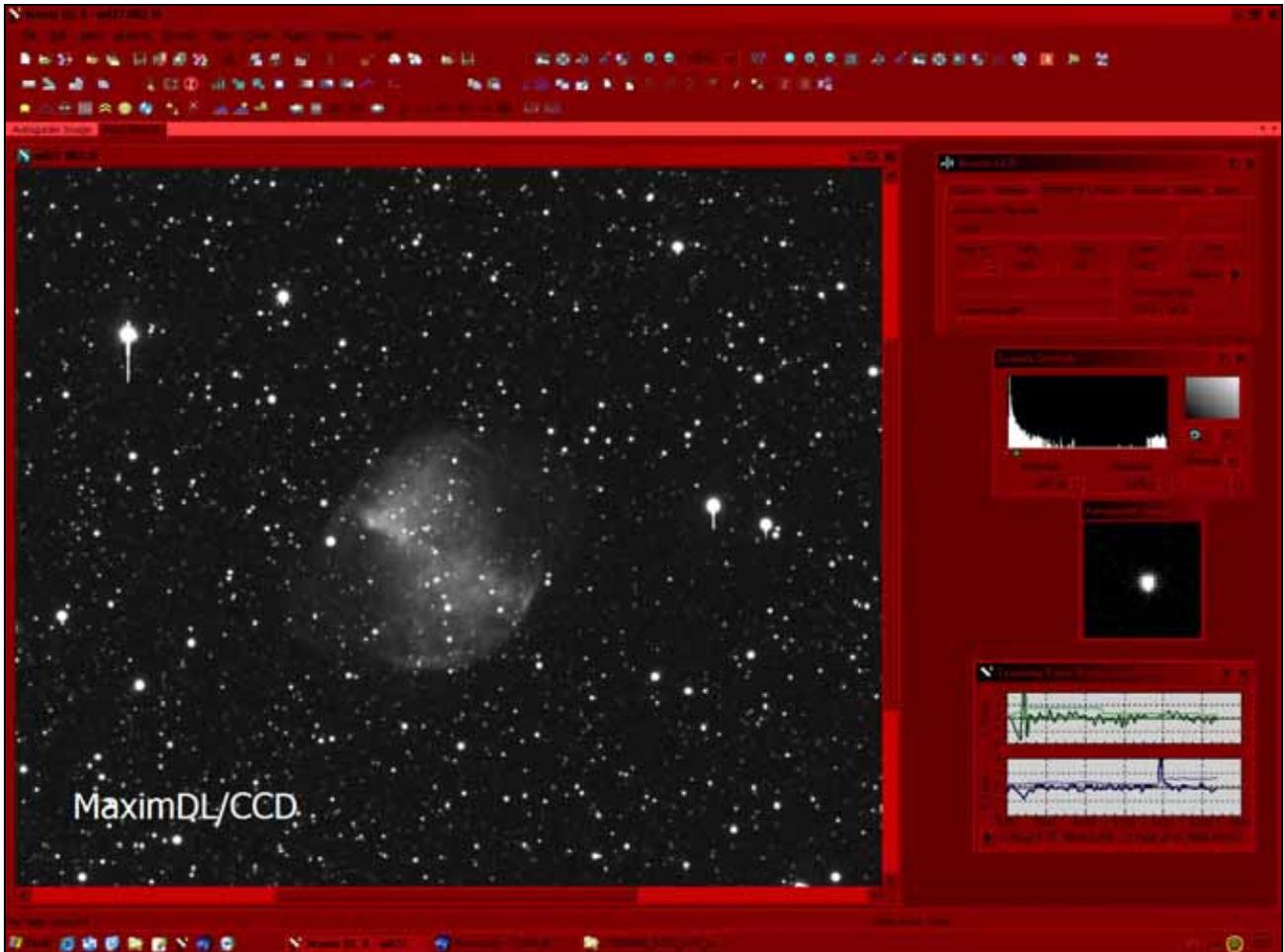


Figura 20- Aspecto do ecrã do programa Maxim DL/CCD utilizado para comandar câmaras CCD. Pedro Ré (2005).

*Alguns links interessantes:*

Software Bisque:

<http://www.bisque.com/>

Paramount ME:

<http://www.bisque.com/Products/Paramount/>

TheSky6:

<http://www.bisque.com/Products/TheSky6/>

Manuais (ficheiros PDF)

Paramount ME:

<http://www.bisque.com/SC/Download/FloatingRoot/Bulk/PDFs/ParamountMEManual.pdf>

Paramount GT-1100s:

<http://www.bisque.com/SC/Download/FloatingRoot/Bulk/PDFs/ParamountGT1100S.pdf>

Paramount GT-1100:

<http://www.bisque.com/SC/Download/FloatingRoot/Bulk/PDFs/Paramount.pdf>

Maxim DL/CCD:

<http://www.cyanogen.com/>

Revendedor:

<http://www.perseu.pt> (preços, Janeiro 2006: Paramount ME- 13.500€, Pier-Tech 1- 950€)

Home Page (Pedro Ré):

[http://astrosurf.com/re/paramount\\_me\\_2005.html](http://astrosurf.com/re/paramount_me_2005.html)

[http://astrosurf.com/re/pier\\_tech\\_2005.html](http://astrosurf.com/re/pier_tech_2005.html)

*Galeria de imagens CCD obtidas com a Paramount ME*



First light (20050518). M11. Takahashi FS128 F/8.1, ST-10XE, 25 min, 5x5 min, self-guided, Sigma Clip, DDP. Pedro Ré (2005).



First Light (20050518). M13, Takahashi FS128 F/8.1, ST-10XE, 30 min, 6x5 min, self-guided, Sigma Clip, DDP. Pedro Ré (2005).



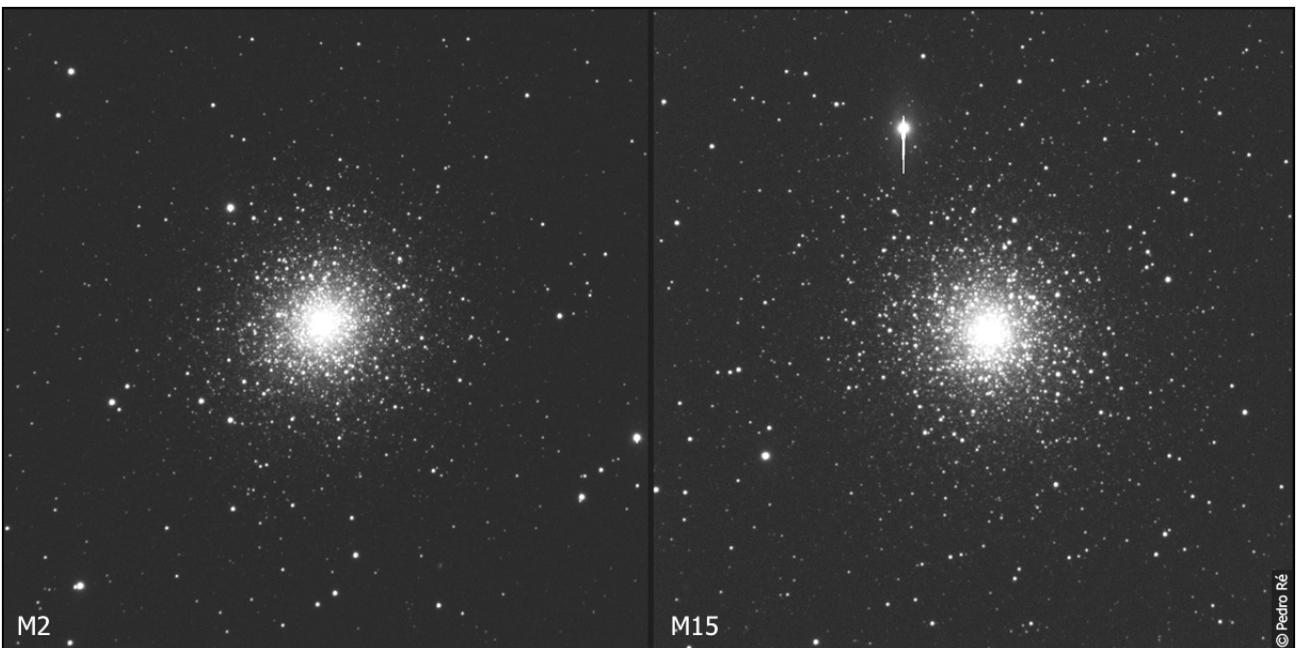
First Light (20050518). M51, Takahashi FS128 F/8.1, ST-10XE, 30 min, 6x5 min, self-guided, Sigma Clip, DDP. Pedro Ré (2005).



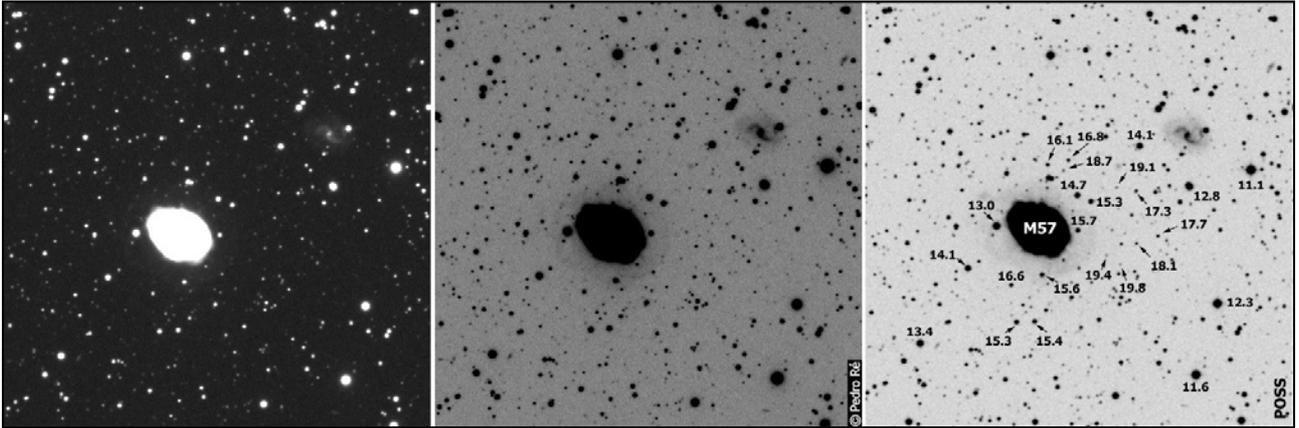
First Light (20050518). M57, Takahashi FS128 F/8.1, ST-10XE, 30 min, 6x5 min, self-guided, Sigma Clip, DDP. Pedro Ré (2005).



First Light (20050518). M71, Takahashi FS128 F/8.1, ST-10XE, 30 min, 6x5 min, self-guided, Sigma Clip, DDP. Pedro Ré (2005).



M2 (30 min), M15 (15 min). TMB152 mm F/8, ST-10XE, self-guided, SDmask, DDP, Paramount ME. Pedro Ré (2005).



M57. TMB 152 mm F/8, ST-10XE, 60 min (2x30 min), self-guided, SDmask, Paramount ME. UV/IR Astronomik filter (extended envelope). Pedro Ré (2005).



M033. TMB 152mm F/8 (Astrophysics 0.67x reducer), ST-10XE, 24min (8x3min), self-guided, SDmask, DDP, Paramount ME. UV/IR Astronomik filter. Pedro Ré (2005)

# PRISMA HERSCHEL BAADER: O SOL EM DIRECTO

Pedro Ré

[www.astrosurf.com/re](http://www.astrosurf.com/re)

A observação da nossa estrela reveste-se de inúmeros perigos. Nunca é demais referir que a observação solar deve ser efectuada com os maiores cuidados. Os danos que podemos provocar na nossa retina são irreversíveis e impossíveis de tratar. Existem vários métodos para observar o Sol em segurança. O mais seguro é o método da projecção. A utilização de filtros frontais é também muito usada (filtros montados *antes* da objectiva de um telescópio refractor, reflector ou catadióptrico). Os filtros que produzem melhores resultados são os filtros Baader (AstroSolar<sup>3</sup>). Estes filtros frontais são constituídos por um polímero extremamente fino que absorve as radiações UV e IV (prejudiciais) e transmite unicamente 0,003% da luz solar incidente no visível (380 a 780 nanómetros). As imagens do sol observadas com o auxílio destes filtros apresentam uma tonalidade natural (esbranquiçada) e um elevado contraste<sup>4</sup>.

Recentemente surgiu no mercado um acessório que permite observar o Sol em total segurança sem recorrer aos referidos filtros frontais. Trata-se do prisma de Herschel da Baader Planetarium. Os primeiros prismas deste tipo foram utilizados pelo astrónomo William Herschel (1738/1832) em trabalhos relacionados com o estudo do espectro solar na região do infravermelho próximo. Os prismas de Herschel são em forma de cunha com um ângulo próximo dos 23° que contrasta com os 90° graus de uma prisma usualmente utilizado como diagonal num telescópio refractor ou catadióptrico. O prisma de Herschel da Baader é composto por um vidro especial Zeiss e apresenta uma superfície reflectora com um elevado grau de correcção (1/10  $\lambda$ ). Reflecte unicamente 4,6 % da luz incidente (os restantes 95,6 % da luz e calor são desviados na direcção oposta de tal modo que a grande parte da radiação e calor são rejeitados) (Figura 1).



Figura 1- Prisma Herschel Baader. Pedro Ré (2005).

<sup>3</sup> [http://www.baader-planetarium.com/sofifolie/sofi\\_start\\_e.htm](http://www.baader-planetarium.com/sofifolie/sofi_start_e.htm)

<sup>4</sup> Ré (2002). *Fotografar o céu*. Capítulo 6, Fotografar o Sol. Plátano Edições Técnicas ISBN-972-707-345-X

O prisma em forma de cunha reflecte (na primeira face) a imagem solar e rejeita (na segunda face) de um modo muito eficaz grande parte da luz e energia solar. O prisma tem um tratamento anti-reflexo de grande qualidade o que reduz de um modo muito significativo eventuais reflexos internos maximizando o contraste da imagem produzida. É por este motivo que os prismas de Herschel fornecem as melhores e as mais contrastadas imagens solares a que podemos ter acesso com o auxílio de uma boa luneta astronómica.

Subsiste ainda a dúvida se este acessório é adequado para observar o sol em total segurança. As radiações UV e IV são em grande parte absorvidas pelos elementos ópticos de um refractor e também pelas lentes da ocular. Convém referir que não podemos usar prismas de Herschel se pretendermos observar o sol com o auxílio de um telescópio reflector ou catadióptrico (Schmidt-Cassegrain ou Newton-Cassegrain). Nestes casos as referidas radiações não são totalmente absorvidas (a não ser que se utilizem filtros especiais) e a observação não é segura. Os telescópios Maksutov-Cassegrain podem ser usados com alguma precaução (aquecimento intenso) uma vez que possuem um menisco concavo-convexo que absorve as radiações prejudiciais.

O prisma de Herschel da Baader reflecte de um modo muito eficiente grande parte da luz solar incidente através de um dispositivo<sup>5</sup> colocado na região traseira. Este dispositivo, contrário de outros prismas deste tipo, não produz um aquecimento excessivo nem uma radiação intensa.

Existem duas versões do prisma: visual e fotográfica: (i) A versão visual, tal como o nome indica é sobretudo indicada para a realização de observações visuais. Inclui além do prisma um filtro de densidade neutra (ND 3.0) e um filtro verde "Solar Continuum Filter" que produz imagens de alto contraste da fotosfera solar: (ii) A versão fotográfica inclui mais três filtros de densidade neutra (ND 1,8, ND 0,9 e DN 0,6) que podem ser usados na obtenção de fotografias solares.

O filtro de densidade neutra (ND 3) 1:1000 nunca deve ser removido. A quantidade de luz reflectiva é demasiado elevada para que se possa observar o sol directamente sem recorrer ao uso deste filtro e do prisma de Herschel. Para que se possa observar o sol sem que a intensidade luminosa seja muito elevada convém usar o filtro verde ou um segundo filtro de densidade neutra (eg. ND 0,9). Pode igualmente recorrer-se ao uso de um filtro polarizador que permite regular de um modo eficaz a intensidade luminosa (através de uma simples rotação do filtro).

Apesar da rejeição da energia solar ser muito eficiente não se deve olhar através da parte traseira do prisma (ratoeira de luz). Deve, sempre que possível, dirigir-se esta parte do prisma para o solo durante as sessões de observação (Figura 2).

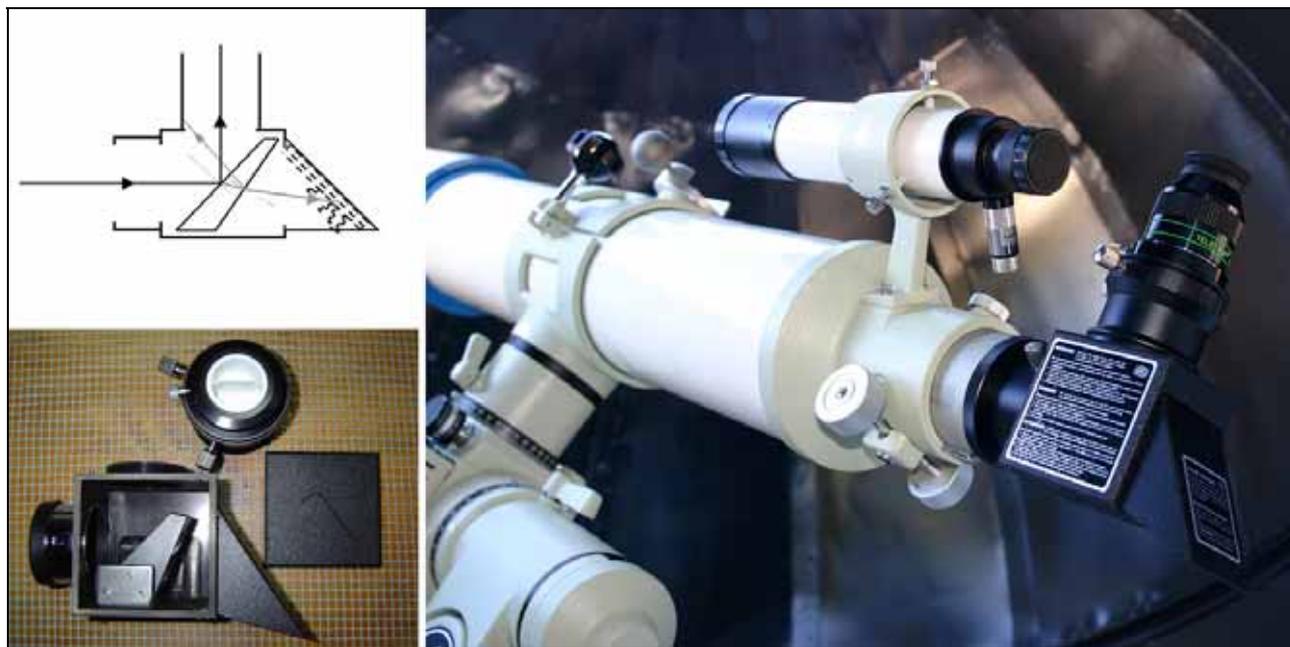


Figura 2- Prisma de Herschel Baader instalado num telescópio refractor apocromático Takahashi FS128 F/8.1. No canto inferior esquerdo da imagem é visível o prisma de Herschel, Pedro Ré (2005). Esquema do funcionamento de um prisma de Herschel, Guilherme de Almeida (2005).

Se pretendermos fotografar o sol com o auxílio de uma DSLR<sup>6</sup> é necessário usar um anel adaptador especial (Figura 3). É deste modo possível efectuar fotografias no foco principal de um telescópio refractor (Figura 3). O filtro de densidade neutra ND 3.0 bem como outros filtros podem ser montados neste anel. É também possível usar um anel T

<sup>5</sup> "Light Trap" ratoeira de luz.

<sup>6</sup> "Digital Single Lens Reflex", Câmara digital reflex.

para adaptar as diversas DSLR (Canon, Nikon, Olympus...). Existem diversos acessórios que podem ser usados com o prisma de Herschel (Figura 4).

As vantagens deste acessório são óbvias. Apesar dos diversos filtros frontais<sup>7</sup> produzirem excelentes imagens do Sol (Figura 5), um observador solar experiente pretende sempre obter a melhor e mais contratada imagem da nossa estrela. A qualidade das imagens obtidas com o prisma de Herschel da Baader não têm rival e é por este motivo que cada vez mais observadores solares recorrem a este acessório (Figura 6).

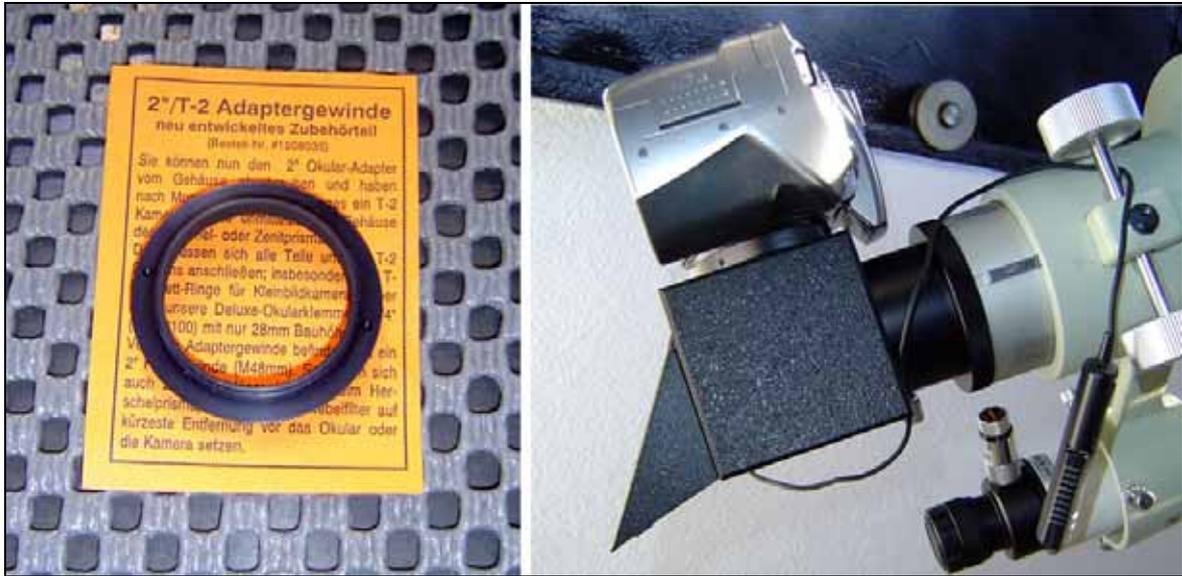


Figura 3- Anel que permite adaptar uma DSLR a um prisma Herschel Baader. Pedro Ré (2005).

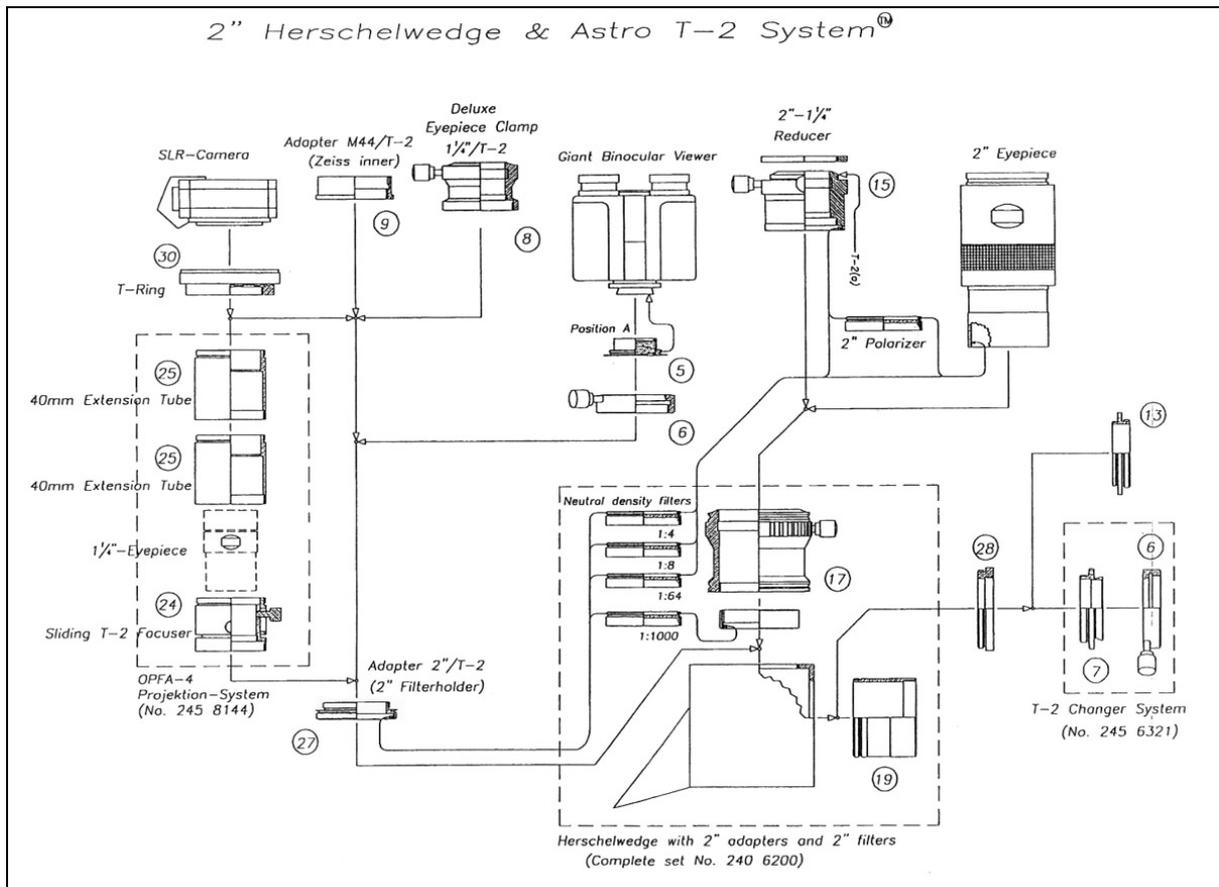


Figura 4- Acessórios que podem ser usados com um prisma de Herschel da Baader.

<sup>7</sup> Baader AstroSolar, Mylar e Thousand Oaks.

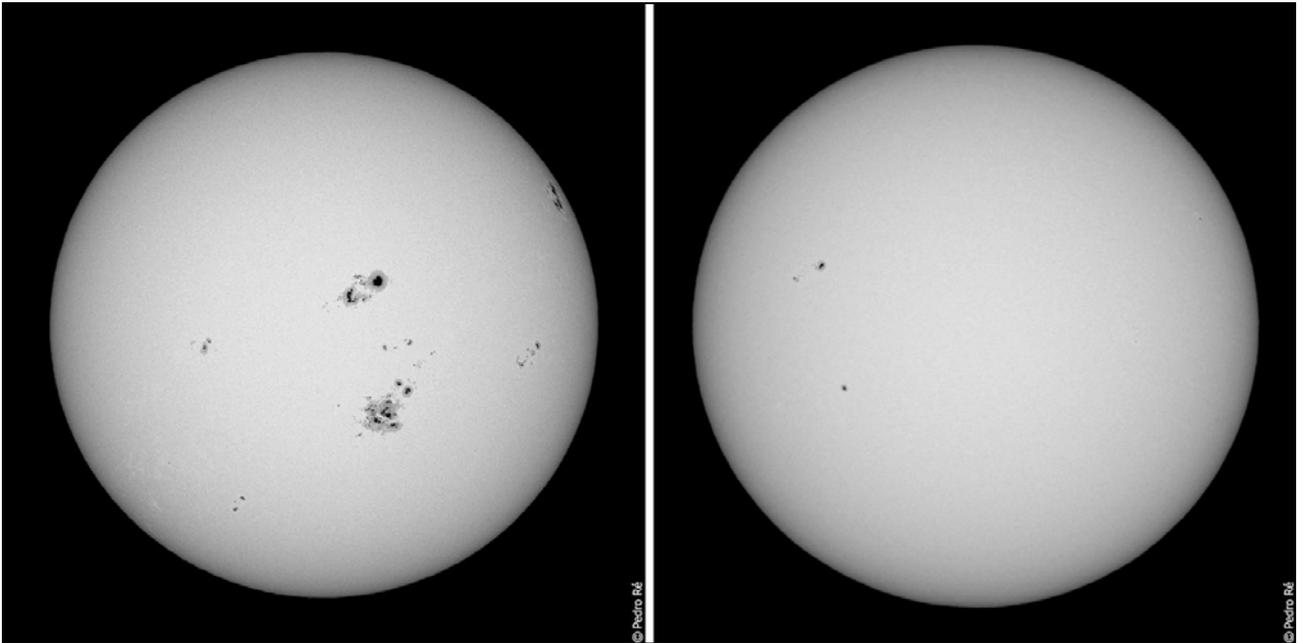


Figura 5- Sol (20031029) num período de grande actividade (esquerda), Takahashi FS128 F/8.1 (VR-1) + Fuji FinePix S1 Pro, Filtro Frontal Baader AstroSolar, Pedro Ré (2003). Sol (20051213) num período de menor actividade (direita), Takahashi FS128 F/8.1 + Canon 300D, Prisma Herschel Baader, Pedro Ré (2005).

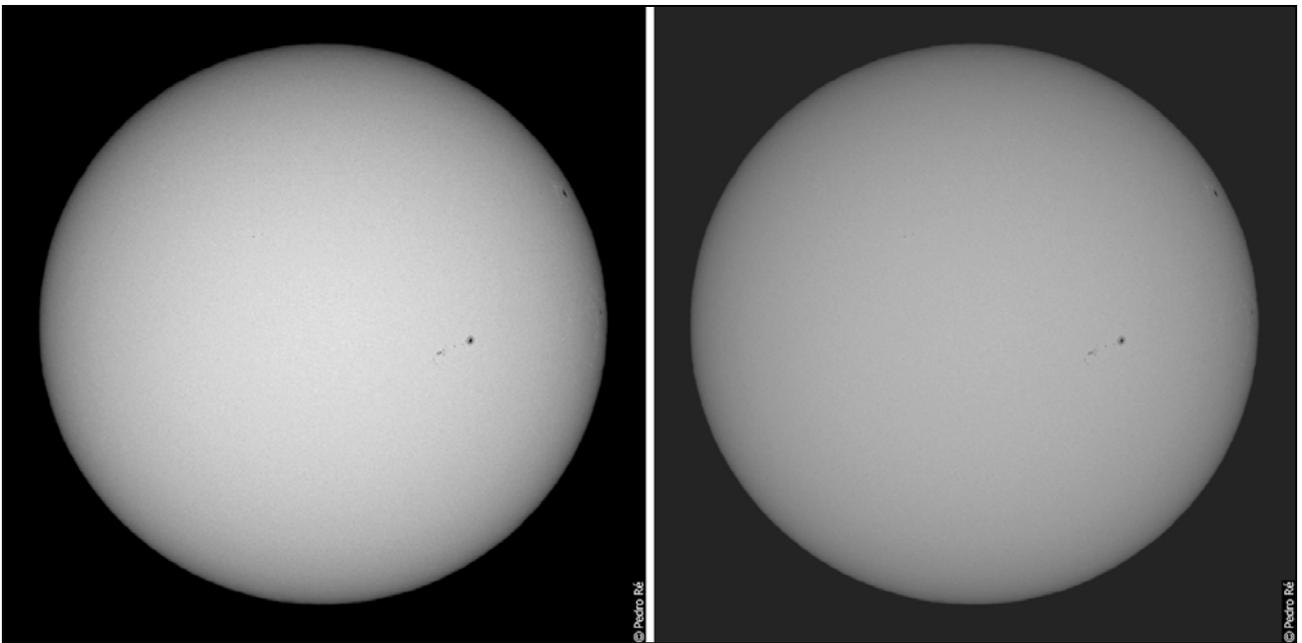


Figura 6- Sol (20051221). Simulação do aspecto visual do Sol observado com o prisma de Herschel Baader (esquerda) e com o filtro frontal Baader AstroSolar (direita). Pedro Ré (2005).

# O TELESCÓPIO IDEAL: ALGUMAS REFLEXÕES

Guilherme de Almeida

O conceito de ideal é demasiado difuso. Quem é que no dia-a-dia tem o automóvel ideal, o computador ideal, a casa ideal, a aparelhagem de som ideal, etc. Quem? Porque é que o telescópio que utilizamos *deveria* ser o ideal? Seguem-se algumas considerações a ter em conta. Este texto é necessariamente resumido, por limitações de espaço. No final, leitor encontrará outras fontes à sua disposição, onde poderá obter informações mais pormenorizadas sobre estes assuntos e sobre outros directamente relacionados com eles.

Cada pessoa terá a sua noção particular de "ideal", que deverá ser o compromisso entre a *abertura* do telescópio ("abertura" é nome dado ao diâmetro útil da objectiva do telescópio), a sua qualidade óptica e mecânica. São também relevantes a habitação do utilizador (tipo e local), a viatura utilizada, a duração dos tempos livres, os interesses de observação de cada pessoa, a liberdade de acção, a disponibilidade económica, etc. Uma velha máxima, ditada pela experiência, diz que a probabilidade de que um telescópio venha a ser utilizado (poucas semanas após a compra) é inversamente proporcional à sua abertura.



Figura 1- Exemplos de telescópios reflectores de Newton, sobre montagens altazimutais (neste caso montagens de Dobson (são por isso conhecidos como telescópios de Dobson ou telescópios dobsonianos).

A qualidade é o factor mais importante. Mais vale um bom telescópio de 150 mm de abertura que um de 200 mm de qualidade medíocre, ou um de 250 mm de má qualidade. Independentemente do facto de se adquirir um telescópio refractor, um telescópio reflector ou um telescópio catadióptrico, o que é importante é que o instrumento de observação tenha boa óptica e uma mecânica suave, firme e robusta. Devem evitar-se os telescópios-brinquedo. Qualquer telescópio (completo) que se compre, novo, por menos de 400 € é quase sempre um convite à decepção. Considerando telescópios de qualidade razoável, é certo que instrumentos de abertura maior revelarão aos olhos do observador no céu objectos mais ténues e em maior número. Mas é igualmente certo que os instrumentos de maior abertura pesam mais, são em geral mais volumosos, mais trabalhosos de utilizar e de transportar (sobretudo se o observador não tem uma instalação fixa de observação) e... custam mais se se pretende que tenham uma qualidade satisfatória.

A indicação de *amplificações* de enormes como, por exemplo 400x para um telescópio de 60 mm de abertura é um indicador de que se está a tentar vender "gato por lebre" (algumas pessoas preferem chamar "ampliação" ou "aumento" à amplificação de um telescópio). Em condições razoáveis de observação (atmosfera calma) e num instrumento *de qualidade*, no máximo podem obter-se boas imagens com cerca de 2x a 2,5x por cada milímetro de abertura (120x a 150x num telescópio de 60 mm de abertura). A objectiva de um telescópio, na observação da Lua e dos planetas revelará tudo o que permite (em termos de resolução) com amplificações da ordem de 1,2x por cada milímetro de abertura. Algumas pessoas, com telescópios de grande qualidade (e custo necessariamente elevado) afirmam obter boas imagens com amplificações acima desta regra das 2,5x por milímetro de abertura: obterão uma imagem eventualmente ainda agradável de ver, mas que não revelará pormenores que não tivessem já sido vistos, com esse mesmo telescópio, com 1,2x por milímetro de abertura: por outras palavras, uma imagem maior, eventualmente mais impressionante, mas que não revela novos pormenores.



Figura 2- Exemplos de telescópios de Newton sobre montagens equatoriais.

Abaixo dos 350 euros será preferível adquirir um binóculo 10x50 associado a um tripé do que comprometer-se com uma decepção. A indicação "10x50", num binóculo, significa que ele amplifica 10x ("10 vezes") e que o diâmetro das suas objectivas mede 50 mm. Um binóculo, devidamente utilizado, nas mãos de quem conhece o céu, presta grandes serviços. Um mau binóculo é muitíssimo mais útil do que um mau telescópio.

O "melhor telescópio" é o que se pode utilizar mais vezes, com satisfação, sem nos estarmos sempre a desculpar com o cansaço, condições adversas de uso, ou outras desculpas. Por isso, o "ideal" é o que está mais de acordo com as condições particulares de cada um, e não é nada agradável andar com um Megatelescópio às costas. O ideal para uns pode não ser o ideal para outros, e isso deve ser considerado. Alguns telescópios têm componentes pesados e a sua montagem e desmontagem exigem duas pessoas. Tudo isso tem de ser ponderado. A maior parte das pessoas dá-se quase por satisfeita com telescópio de abertura entre 80 mm e 200 mm.

No meu caso pessoal, este compromisso conduziu a um telescópio Maksutov-Cassegrain de 150 mm e a um telescópio apocromático de 115 mm. Qualquer deles pode ser montado sobre uma montagem equatorial robusta e fiável, motorizada nos dois eixos. Não pretendo fazer crer, com a indicação desta escolha pessoal, que um telescópio de abertura modesta substitui outro de grande abertura e *qualidade comparável*. Nem pretendo fazer crer que descarto as virtudes de uma abertura maior. É claro que, se vivesse num meio rural, gostaria de ter um telescópio maior. Porém, essa opção não se adequa às minhas condições de vida. Se não resistisse à "febre da abertura", podia ter feito uma escolha de impulso, irreflectida, e optado por um telescópio de Newton de 300 mm, na mesma montagem (Vixen GP-DX). Nesse caso só muito raramente poderia utilizar esse telescópio, que terminaria os seus dias na arrecadação, a apanhar pó. Quem é que quer um telescópio para o utilizar raramente, ou nunca ?



Figura 3- Exemplos de telescópios refractores.

Nem todos têm a tal casinha num local rural e remoto, onde a poluição luminosa quase não existe (quem a tiver, pode optar por um telescópio de Newton de 300 mm, ou mais, como dizemos na página 29 do nosso livro "Observar o Céu Profundo".) A maioria das pessoas não tem essas condições.



Figura 4- Alguns exemplos de telescópios catadióptricos (neste caso do tipo Maksutov-Cassegrain).

A escolha judiciosa de um telescópio deve merecer alguma reflexão da parte do comprador. Há quem goste de instrumentos complicados, munidos de um amplo manual de instruções, com necessidade de manipular muitos botões, ajustar parâmetros, etc; há quem goste das coisas simples e directas privilegiando a qualidade das imagens observadas ao requinte da automatização e da electrónica. A escolha de um telescópio deve também reflectir essa opção pessoal. Convém saber que também existem telescópios para estas preferências extremas dos utilizadores.



Figura 5- Exemplos de telescópios catadióptricos (neste caso são telescópios de Schmidt-Cassegrain).

Há diversos tipos de telescópios, mas a qualidade é mais importante do que o facto de o telescópio ser *reflector*, *refractor* ou *catadióptrico* ("catadióptrico" é uma palavra curiosa, que significa literalmente que a óptica principal do telescópio é constituída por espelhos e lentes).

Convém referir que as montagens equatoriais, capazes de suportar satisfatoriamente o mesmo telescópio, são geralmente mais pesadas do que as montagens altazimutais. E também é verdade que para tubos ópticos mais pesados, ou mais comprido, a montagem equatorial que os suporta tem de ser mais robusta, mais pesada, de transporte menos convidativo e ... mais cara.

Em termos gerais, podemos dizer que:

- a)- os telescópios de Newton dão as melhores imagens por cada euro que custam;
- b)- os telescópios catadióptricos (dos tipos Schmidt-Cassegrain e Maksutov-Cassegrain) apresentam a maior abertura por metro cúbico ocupado;
- c)- os telescópios refractores apocromáticos apresentam a melhor imagem por cada milímetro de abertura, mas são os mais caros de todos (para igual abertura);
- d)- os telescópios refractores acromáticos são muito mais acessíveis do que os apocromáticos, mas menos bons, é claro; no entanto, dentro de determinadas condições (como se refere seguidamente) podem dar resultados bastante satisfatórios.

Se o leitor pretende comprar um telescópio de preço relativamente acessível, é mais provável obter qualidade satisfatória se comprar um modelo  $f/9$  ou mais longo (num refractor) e  $f/6$  ou mais longo se optar por um reflector de Newton).

**NOTA:** " $f/8$ " significa que a distância focal é 8 vezes superior à abertura. Um telescópio  $f/8$ , de 100 mm de abertura terá  $8 \times 100 = 800$  mm de distância focal; se for  $f/5$  terá  $5 \times 100 = 500$  mm de distância focal.

Os telescópios reflectores de Newton precisam de *colimação* relativamente frequente, sobretudo se forem transportados ("colimação" é o nome que se dá ao ajuste e centragem dos seus componentes ópticos, para que as imagens possam ser o mais nítidas possível), do mesmo modo que uma viola tem de ser afinada para dar a melhor sonoridade. Os telescópios de Schmidt-Cassegrain requerem a colimação regular do espelho secundário; os refractores conseguem manter a colimação de fábrica, a não ser em caso de queda brutal, ou pancada muito forte (ou a pouca sorte de um transporte brutal do fabricante para o destinatário ...).

O termo "telescópio apocromático" designa (em termos simples) um telescópio refractor em que a correcção óptica foi levada a um extremo em que já não são perceptíveis ao observador quaisquer imperfeições de focagem das diversas cores, obtendo-se imagens irrepreensíveis. Mas convém saber que pelo preço de um apocromático de 102 mm de abertura se pode comprar um telescópio newtoniano de mais de 250 mm de abertura, e de razoável qualidade (mas muito maior e mais pesado). Os *telescópios refractores acromáticos* têm menor correcção de cor mas podem dar resultados bastante bons se o quociente da sua distância focal  $f$  pelo seu diâmetro  $D$  (abertura) satisfizer à relação:

$f/D > 1,2 D$  (com  $D$  em centímetros);

por exemplo, para  $D=10$  cm,  $f/D$  deverá ser superior a 12. Se esta regra não for cumprida, os resultados serão gradualmente piores à medida que o referido "não-cumprimento" se acentua. Nos casos mais graves ver-se-á uma auréola púrpura ou arroxeadada em volta das imagens das estrelas mais brilhantes. Por exemplo, um telescópio refractor acromático de 102 mm  $f/5$  ou  $f/6$  dará boas imagens de amplos campos estelares na Via Láctea, belos enxames abertos, etc., com amplificações até cerca de 80x, mas não se peça que dê imagens exemplares da Lua e dos planetas a 200x. O entanto, um refractor acromático de 102 mm de abertura, de boa construção,  $f/8$  ou mais longo, dá normalmente imagens bastante satisfatórias da Lua, dos planetas e (*com filtro apropriado*) belas imagens do Sol.

Para igual abertura, o tubo óptico de um telescópio acromático custa 1/5 a 1/8 do preço de um apocromático.

Para saber mais >>>Bibliografia:

ALMEIDA, G. — *Telescópios*, Plátano Editora, Lisboa, 2004.

ALMEIDA, G. e RÉ, P. — *Observar o Céu Profundo*, Plátano Editora, Lisboa, 2.ª edição, 2004.

FEREIRA, M. e ALMEIDA, G. — *Introdução à Astronomia e às Observações Astronómicas*, 7.ª edição, Lisboa, 2004.

# CIÊNCIA A BRINCAR – DESCOBRE O CÉU

Bizâncio/Sociedade Portuguesa de Física, Lisboa, 2005  
64 páginas, 20,5 cm×23 cm,  
ISBN —972-53-0283-4; 9,50 €  
Constância Providência, Nuno Crato, Manuel Paiva e Carlos Fiolhais.

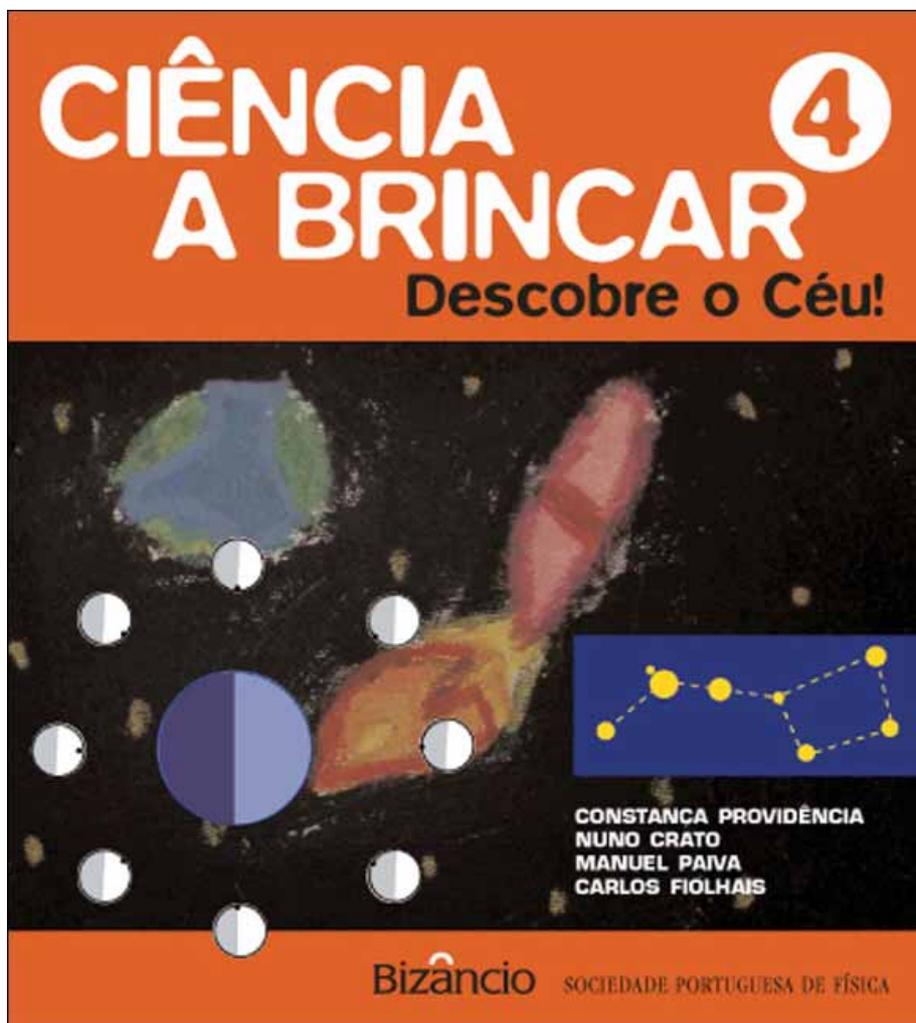
Os fenómenos celestes despertam a curiosidade natural de muitas pessoas. As crianças têm uma curiosidade ávida por estes assuntos e tendem a "bombardear" os adultos com perguntas e mais perguntas: é a famosa fase do "porque é que ...?"

Este grupo de pequenos leitores (7-10 anos) tem agora uma obra especificamente dedicada, escrita em termos simples *mas cuidados*, que dá respostas acessíveis a muitas perguntas movidas por essa curiosidade transbordante. Do pôr do Sol até construção de um relógio de Sol; do peso comparado de objectos nos vários planetas até à construção de um pequeno foguetão; da observação das quatro maiores luas de Júpiter ao reconhecimento de algumas constelações e daí até à estrela Polar, os pequenos leitores encontrarão muito para aprender com gosto. No final, a bibliografia dá apoio aos pequenos leitores e também indica obras de referência onde os pais, educadores e alguns professores podem obter informação adicional para melhor responderem à curiosidade incansável própria destas idades.

Ao longo de 64 páginas a abordagem é clara e dirigida a um público bem caracterizado. Os conceitos são acompanhados por bastantes ilustrações, na sua maior parte feitas por crianças com a idade aproximada do público-alvo da obra em apreço. Esta ideia é inovadora e pode ser eficaz: se tais ilustrações forem feitas com o acompanhamento de adultos conhecedores, ou seleccionadas (para garantir clareza e rigor suficientes), será possível criar, com estes pequenos leitores, pontes de comunicação que os desenhos feitos pelos mais crescidos nem sempre alcançam.

Constância Providência e Carlos Fiolhais são físicos na Universidade de Coimbra; Nuno Crato é professor de Matemática no ISEG e colaborador regular do jornal *Expresso*. Manuel Paiva lecciona Física na Faculdade de Medicina da Universidade Livre de Bruxelas. Os autores aliaram a experiência com os filhos (ou netos) pequenos à sua sólida formação científica. O resultado está à vista e recomenda-se.

Guilherme de Almeida





M42 (20060107). Takahashi FS102 F/8, SBIG ST-10XME (filtro UV/IR Astronomik Type II). 42x30s, SDMask. António Peres Gomes.



M57. RC Optical Systems 10" F/9, SBIG ST-10XME (filtro UV/IR Astronomik Type II), 42x60s. António Peres Gomes.



Observatório de António Peres Gomes. RC Optical Systems 10" F/9, Takahashi FS102, SBIG ST-10XME, MI-250 GoTo.



M8, M20. SBIG ST-10XE, Zeiss Sonnar 200 mm 2.8 @2.8, Astronomik H-alpha 13 nm filter, 60min (20x3min). SDmask, DDP. Processed with Maxim DL 4 and Photoshop CS. Chile, Pedro Ré (2005).



NGC3372. SBIG ST-10XE, Zeiss Sonnar 200 mm 2.8 @2.8, Astronomik H-alpha 13 nm filter, 60 min (20x3 min). SDmask, DDP.  
Processed with Maxim DL 4 and Photoshop CS. Chile, Pedro Ré (2005).