

# O SEU TELESCÓPIO DOBSONIANO TEM MOVIMENTOS SUAVES ?

Considerações sobre as forças mínimas a aplicar ao tubo deste telescópio para o mover relativamente aos dois eixos (de altura e de azimute).

Ulisses Martins  
[ulisses.martins@netvisao.pt](mailto:ulisses.martins@netvisao.pt)



Como é bem conhecido, os telescópios Dobson são telescópios reflectores de Newton montados sobre uma montagem simples e original, inventada por John Lowry Dobson no final da década de 1960.

Este artigo é a continuação de um outro, recentemente publicado, sobre a distribuição de massa no mesmo telescópio. O modelo testado foi um *Astro Dob* 200 mm f/5.

Tubo reflector Newtoniano 200mm f/5 com uma massa total de 11,77 kg

Garfo alt-azimutal tipo Dobson com um peso total de 8 kg

Base de fixação com uma massa de 2,5 kg

Figura 1- Aspecto geral do telescópio.

## 1. Momento de arranque do eixo de altura

Deverá ser considerada a existência de duas molas helicoidais, uma de cada lado do garfo, que aplicam sobre os quatro apoios de teflon nas juntas de atrito, duas forças que deverão ser somadas ao peso total do tubo.



A força total das duas molas será a soma das forças de cada uma.

$F_{mola} = F_{mola-esq.} + F_{mola-dir.}$

Cada mola é tensionada, apresentando uma extensão de 180mm e desta forma aplica uma força de 6,5 kgf (valor obtido com um dinamómetro), ou seja, as duas molas aplicam sobre os apoios uma força resultante de 13 kgf

Assim  $F_{mola} = 13 \text{ kgf}$ .

Assim, no total sobre os apoios no garfo, no eixo de rotação de altura, o tubo em conjunto com as molas aplicam uma força de 11,77 kgf mais 13 kgf, ou sejam 24,77 kgf.

Nota: o símbolo "kgf" significa "quilograma-força", isto é a força com que a Terra atrai um objecto de 1 kg de massa (1 kgf=9,81 newtons)

Figura 2- Molas helicoidais no lado esquerdo e no lado direito do tubo.

A junta de rotação do tubo no eixo horizontal (altura) divide o tubo de forma a que este esteja em equilíbrio sobre a junta de rotação (Fig. 3):

$$P1 \times L1 - P2 \times L2 = 0,$$

$$\text{ou seja, } P1 \times L1 = P2 \times L2$$

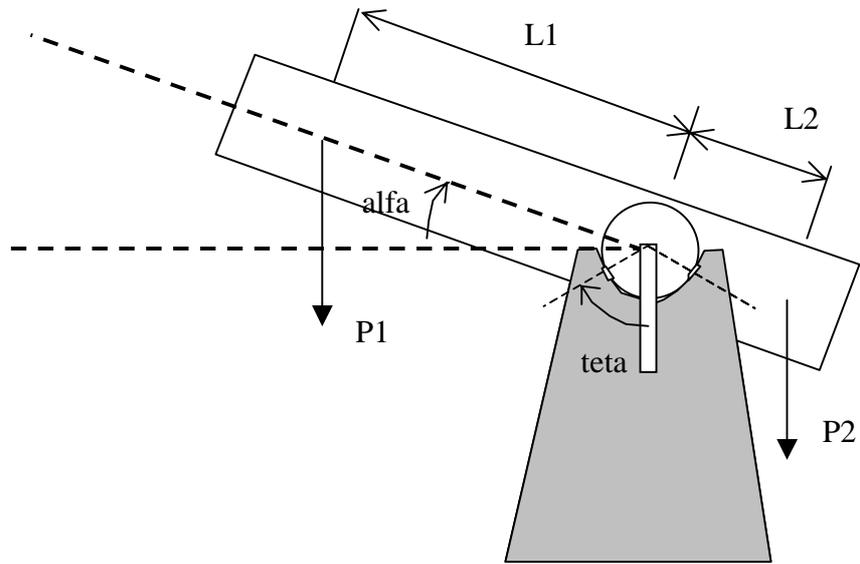


Figura 3- Equilíbrio do tubo do telescópio no garfo altazimutal.



Figura 4- Garfo de sustentação do tubo do telescópio e os quatro apoios de teflon na junta de rotação em altura.

Ao aplicarmos no ponto de apoio (pega no tubo junto ao gocador) uma força  $F_v$  para mover em altura o tubo do telescópio, é originado na junta de atrito no garfo, um binário de atrito resistente que se opõe ao movimento provocado por esta força.

Na prática a distância  $L_v$  desta força ao eixo de rotação são 530mm. ( $L_v = 530 \text{ mm}$ )

Como nas quatro bases de atrito no eixo de altitude no garfo a força aplicada pelo tubo e pelas molas é

$$P_{\text{total}} = 24,77 \text{ kgf}$$

$$\text{Em cada uma dessas bases teremos uma força } F_i = P_{\text{total}} / 4 = 6,2 \text{ kgf.}$$

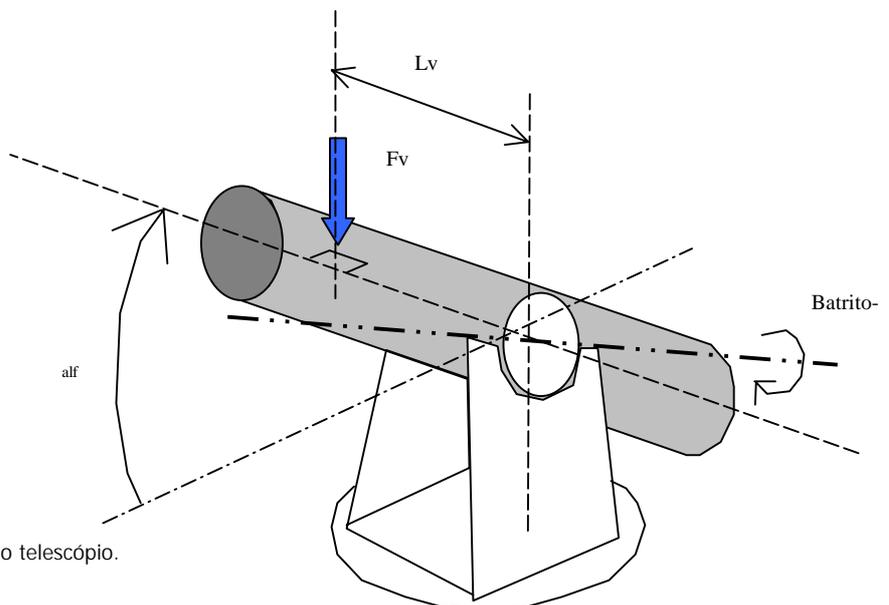


Figura 5- Força vertical aplicada no tubo do telescópio.

Cada uma destas forças  $F_i$ , ( $i=1, 2, 3, 4$ ) originará em cada uma das quatro bases uma força de atrito que será igual à componente perpendicular a cada uma das bases multiplicada pelo coeficiente de atrito  $\mu$  entre a base de teflon e os discos circulares em plástico de apoio do tubo.

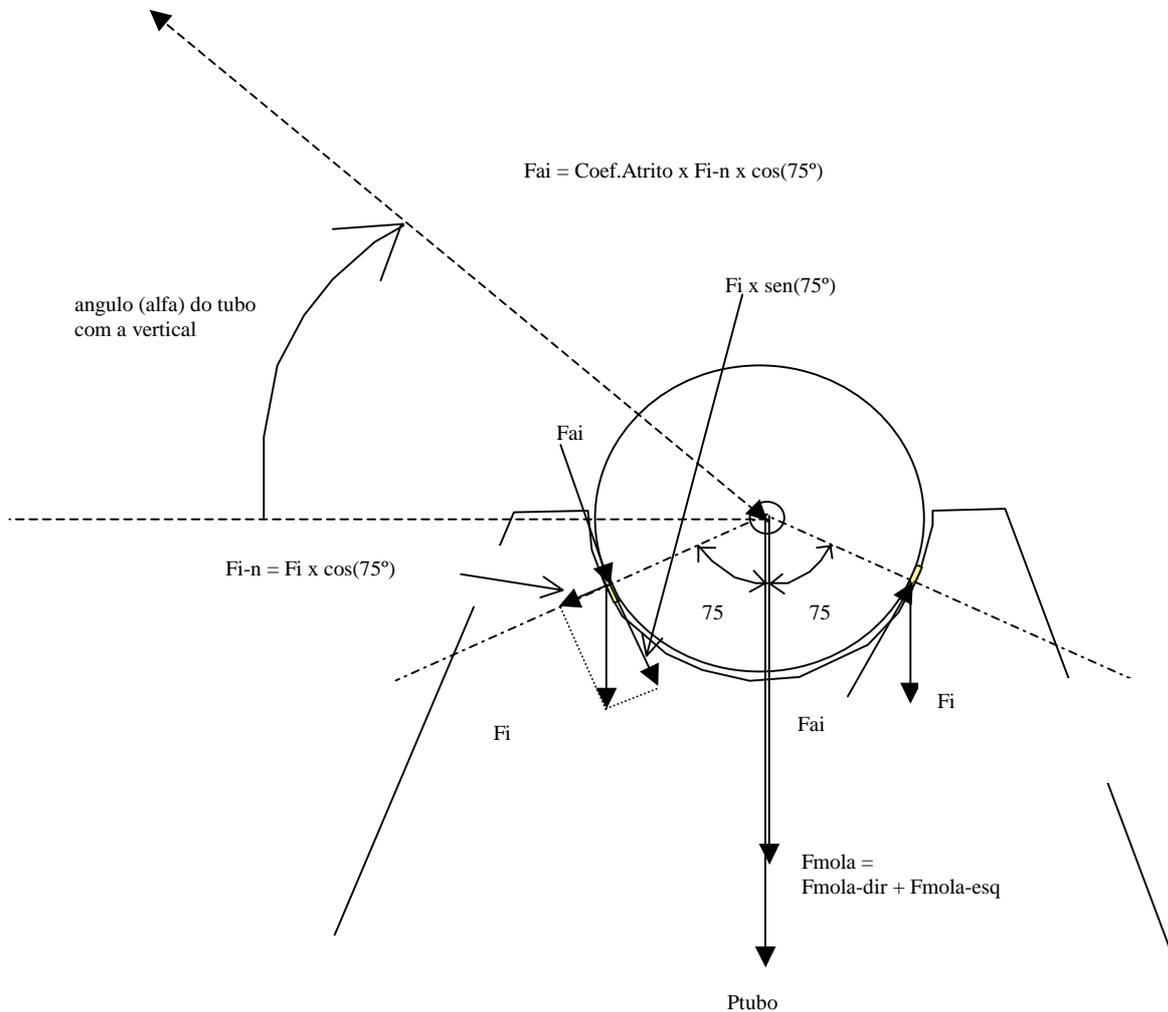


Figura 6- Decomposição das forças aplicadas nos quatro apoios de teflon no garfo alt-azimutal.

Assim, como as bases de teflon estão posicionadas no garfo de forma a fazerem um ângulo de  $75^\circ$  com a vertical a componente perpendicular às bases originada pelas forças  $F_i$  será:

$$F_{i-n} = F_i \times \cos(75^\circ), \quad (i=1, 2, 3, 4)$$

Vindo as forças de atrito em cada uma das bases de teflon dadas por  $F_{ai} = \mu \times F_{i-n}$ :

$$F_{ai} = \mu \times F_i \times \cos(75^\circ), \quad (i=1, 2, 3, 4)$$

Assim, o binário de atrito provocado na junta de rotação do tubo em altura, dado que a dimensão do raio dos discos de apoio do tubo é  $R_t = 67 \text{ mm}$ , será a contribuição das quatro forças de atrito nos apoios:

$$\text{Batrito-v} = R_t \times \sum F_{ai}, \quad i=1, 2, 3, 4$$

$$\text{Batrito-v} = R_t \times \mu \times \cos(75^\circ) \times \sum F_i \quad (i=1, 2, 3, 4)$$

$$\text{Batrito-v} = R_t \times \mu \times \cos(75^\circ) \times (F_1 + F_2 + F_3 + F_4) = R_t \times \mu \times \cos(75^\circ) \times P_{\text{total}}$$

Desta forma, o binário de arranque provocado pela força  $F_v$  terá que ser superior a este momento/binário resistente ao movimento no eixo de altura:

$F_v \times L_v > \text{Batrito-v}$   
 Ou seja

$$F_v > \text{Batrito-v} / L_v = R_t \times \mu \times \cos(75^\circ) \times P_{\text{total}} / L_v$$

Assim, com o coeficiente de atrito entre as bases de teflon e os discos de plástico com um valor de 0,10, teremos

$$F_v > 67 \times 0,10 \times \cos(75^\circ) \times 24,77 / 530 = 0,081 \text{ kgf}$$

## 2. Momento de arranque do eixo de azimute

Nas considerações sobre o momento de arranque do eixo, de azimute há que considerar que o peso do tubo deverá ser somado ao peso da base:

$$P_t = P_{\text{tubo}} + P_{\text{base}} = 11,77 \text{ kg} + 8 \text{ kg} = 19,77 \text{ kg}$$

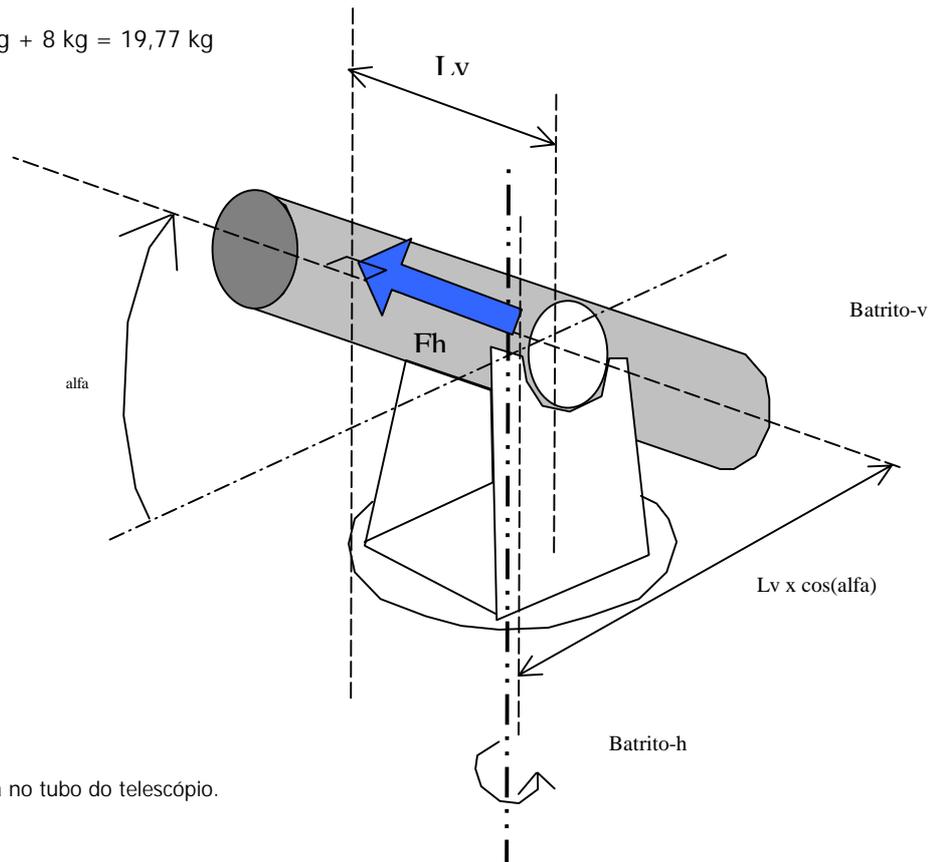


Figura 7- Força horizontal aplicada no tubo do telescópio.

Uma vez que a base assenta sobre três superfícies de atrito em teflon que estão a uma distância  $R_b = 175\text{mm}$  do centro, e estas fazem ângulos de  $120^\circ$  entre si, em cada ponto de apoio ter-se-á  $1/3$  da força aplicada e uma força de atrito que será dada por:

$$F_{a1} = \mu \times (P_t / 3); \quad F_{a2} = \mu \times (P_t / 3); \quad F_{a3} = \mu \times (P_t / 3)$$

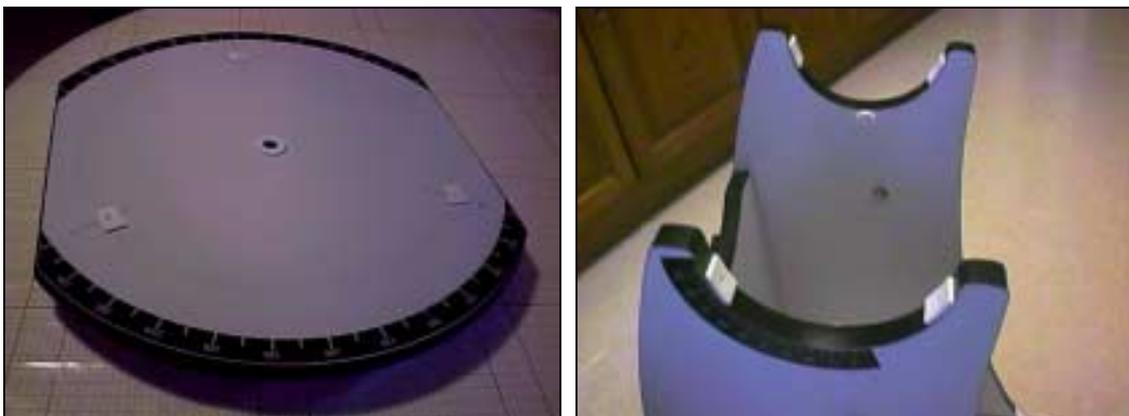
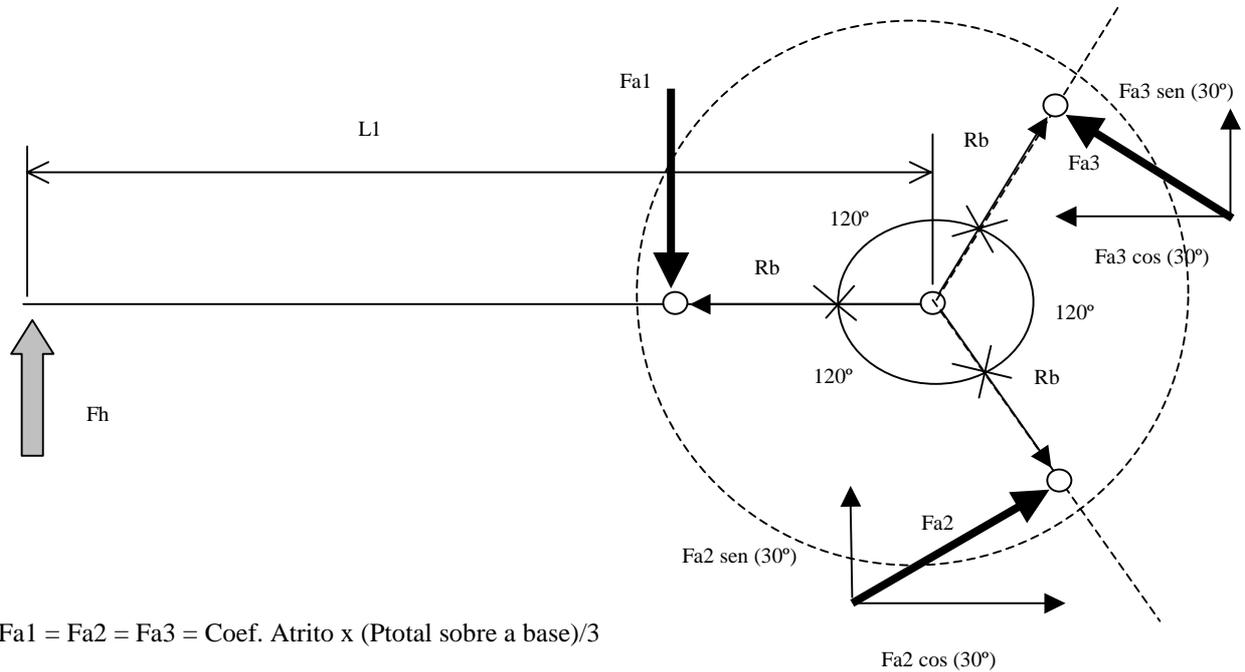


Figura 8- Base e garfo do telescópio.

Teremos na base um binário resistente dado por:

$$Br = Fa1 \times Rb + Fa2 \times Rb + Fa3 \times Rb = 3 \times \mu \times (Pt / 3) \times Rb = \mu \times Pt \times Rb$$



$$Fa1 = Fa2 = Fa3 = \text{Coef. Atrito} \times (P_{\text{total sobre a base}})/3$$

Figura 9 - Forças de atrito aplicadas na base do tubo do telescópio.

Assim o binário aplicado através de uma força horizontal a uma distância \$L\_1\$ do eixo de rotação, será:

$$B_h = F_h \times L_v \times \cos(\alpha)$$

Para obter o movimento de azimute, terá que ter-se \$B\_h > B\_r\$,

$$F_h \times L_v \times \cos(\alpha) > \mu \times Pt \times R_b$$

Ou seja,

$$F_h > [\mu \times Pt \times R_b] / [L_v \times \cos(\alpha)]$$

Para \$\alpha = 0^\circ\$, \$\cos(0^\circ) = 1\$ e então a força terá o seu valor menor:

$$F_h > [\mu \times Pt \times R_b] / L_v$$

Para \$\alpha = 60^\circ\$, \$\cos(60^\circ) = 1/2\$, a força será o dobro do valor:

$$F_h > [2 \times \mu \times Pt \times R_b] / L_v$$

Assim, para \$\alpha = 70^\circ\$ e um coeficiente de atrito de \$\mu=0.05\$ (atrito entre o teflon e a base polida de fôrmica), teremos uma força de arranque no eixo de azimute dada por :

$$F_h > 0,05 \times 19,77 \times 175 / [640 \times 0,342] = 0,79 \text{ kg}$$

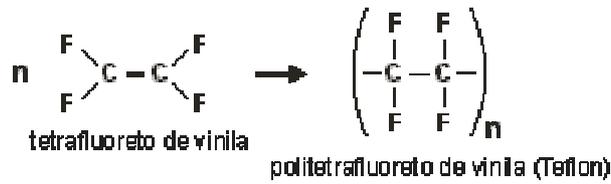
Se \$\alpha = 30^\circ\$ teremos:

$$F_h > 0,05 \times 19,77 \times 175 / [640 \times 0,866] = 0,31 \text{ kg}$$

NOTA:

Segundo pesquisei, o *Politetrafluoretileno* ou *Teflon* é obtido a partir do tetrafluoretileno.

É o plástico que melhor resiste ao calor e à corrosão por agentes químicos; por isso, apesar de ser caro, ele é muito utilizado em tubagens, válvulas, painéis domésticas, próteses, isolamentos elétricos, antenas parabólicas, revestimentos para equipamentos químicos etc. A pressão necessária para produzir o teflon é de cerca de 50 000 atmosferas.



### 3. Determinação experimental das forças de arranque nos dois eixos (altura e azimute)

Para medição das forças foi usado um dinamómetro digital MECMESIN *Advanced Force Gauge* AFG-1000N cuja resolução são 0,2 N (aprox. 0,02 kg). O leitor poderá obter resultados satisfatórios utilizando um vulgar dinamómetro de mola em hélice.

A condição para medição da força de arranque em altura foi a colocação do tubo do telescópio na vertical (alfa = 90°). Para medição da força de arranque em azimute foram usadas duas posições intermédias do tubo. A primeira com o tubo na horizontal (alfa = 0°) e a segunda com o tubo numa posição de altura intermédia (alfa = 45°).

O dinamómetro foi sempre aplicado perpendicularmente ao tubo e a meio da pega.



Figura 10 – Medição da força de arranque em altura do tubo do telescópio.



Figura 11 – Medição da força de arranque em altura do tubo do telescópio (pormenor).



Figura 12 – Medição da força de arranque em azimute do tubo do telescópio.



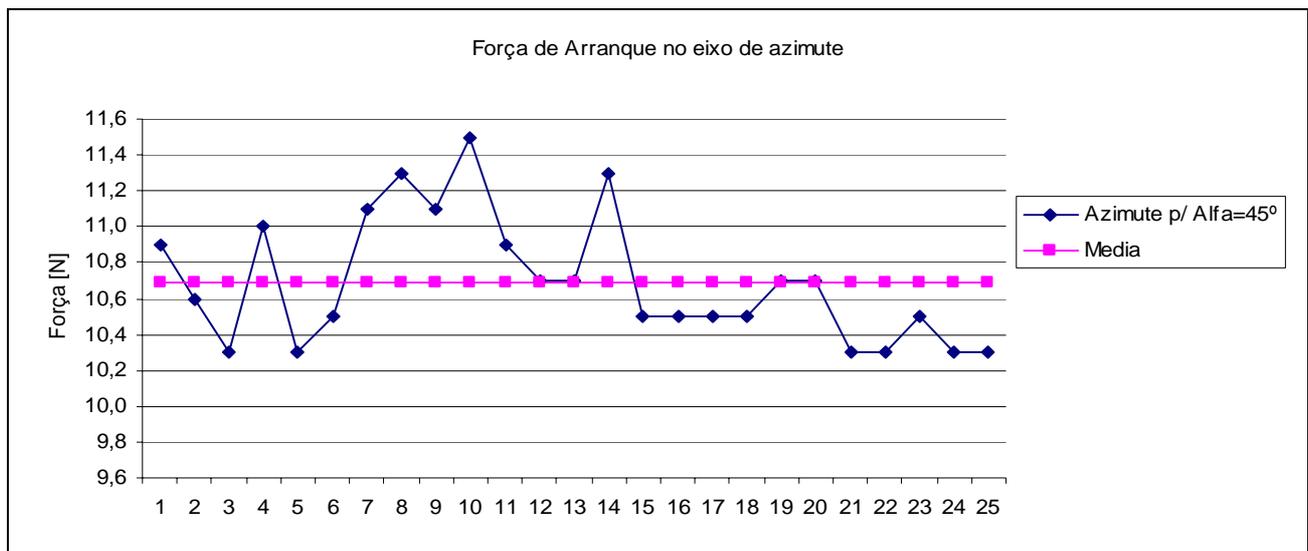
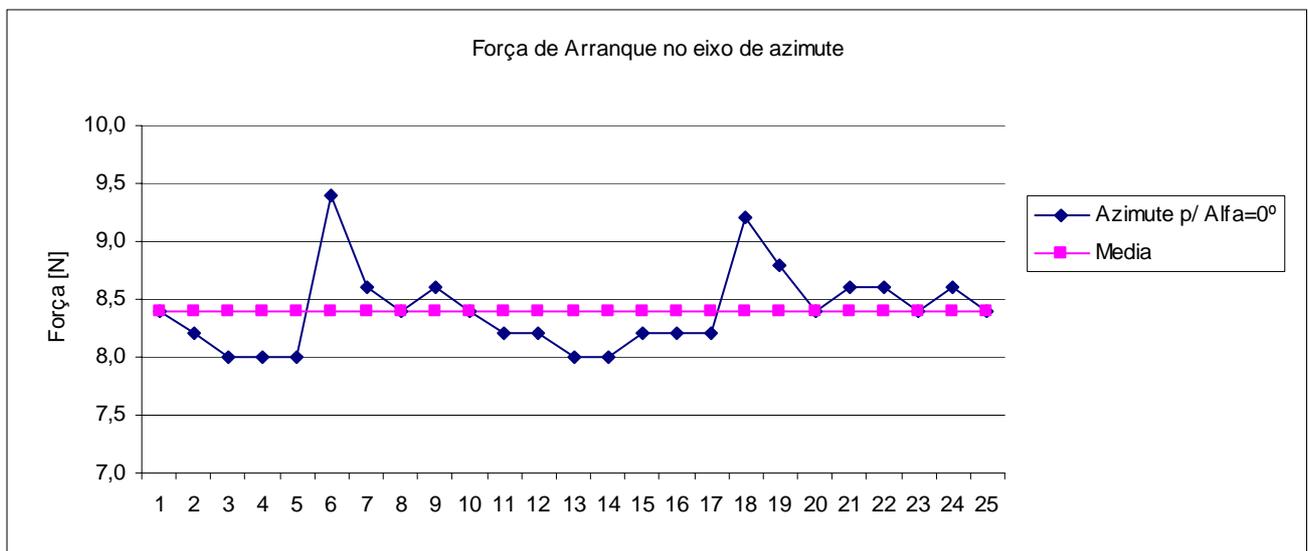
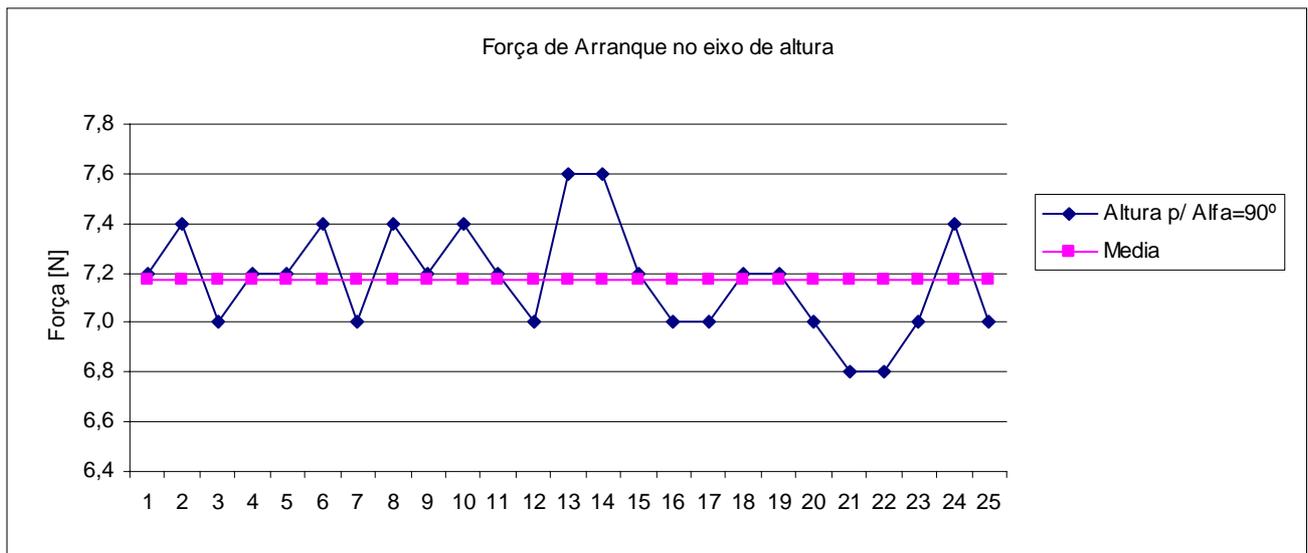
Figura 13 – Medição da força de arranque em azimute do tubo do telescópio.

O procedimento de medição para as 3 situações consistiu em obter para cada uma delas 27 medições da força, tendo sido depois retirados 2 valores em cada uma delas; o maior e o menor. Ficou-se assim com 3 conjuntos de 25 medições para cada uma das situações.

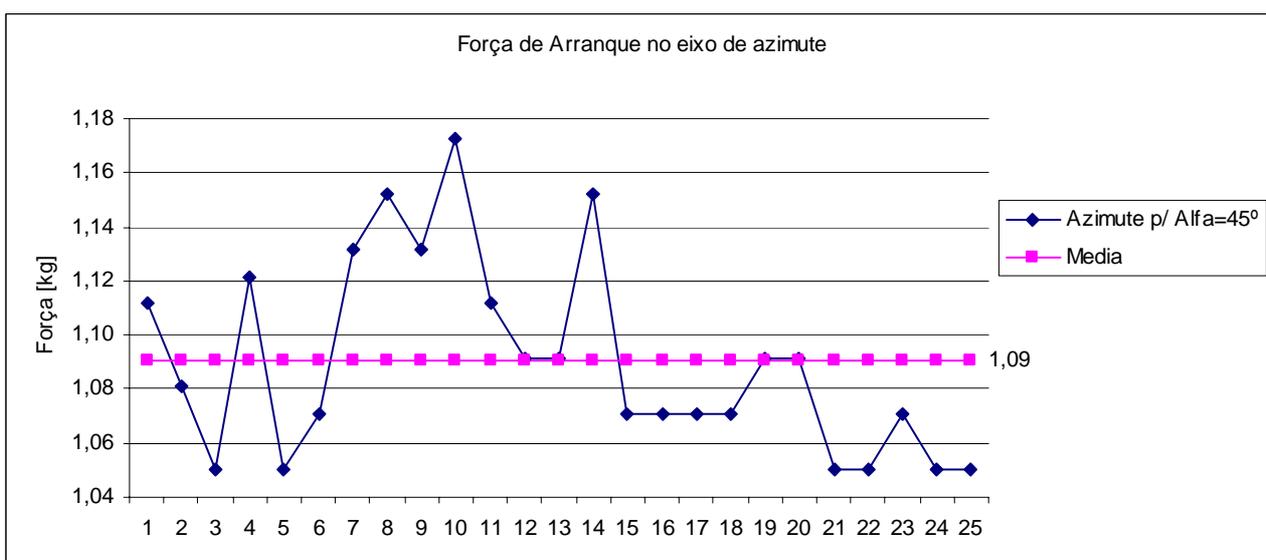
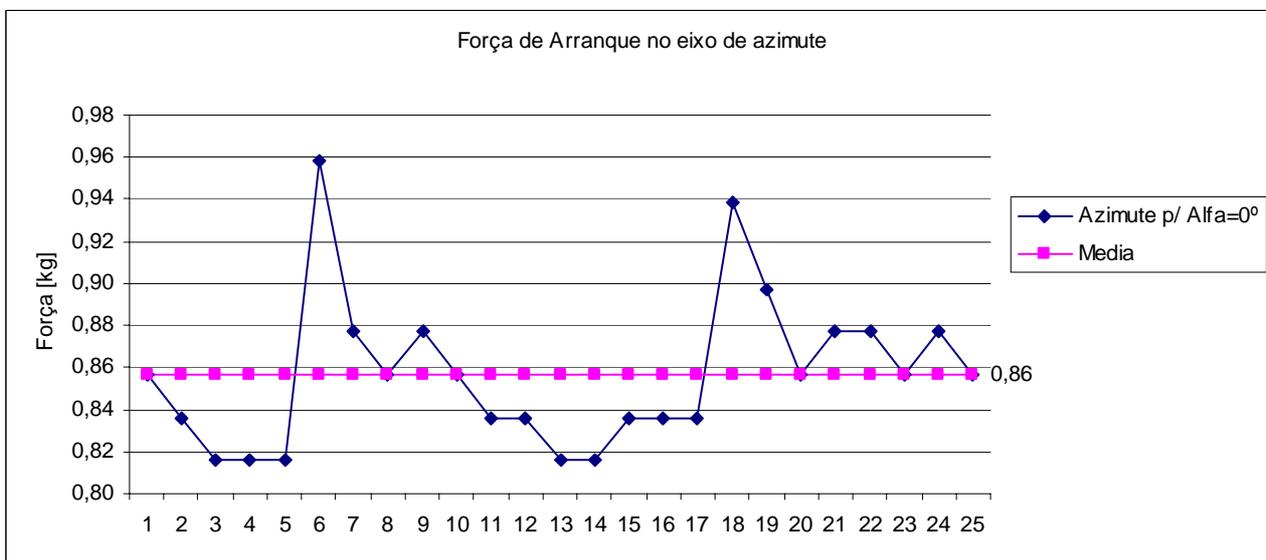
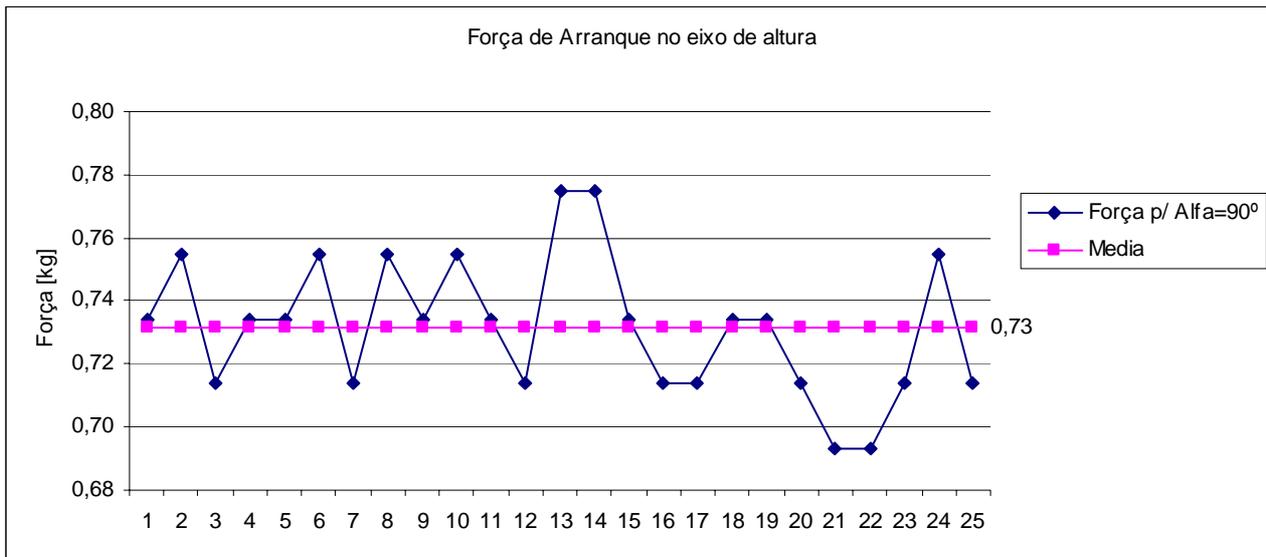
Com o dinamómetro mediu-se cuidadosamente, em cada caso, a intensidade da força mínima para iniciar o movimento do tubo do telescópio. Nos gráficos seguintes, os valores obtidos (expressos em newtons) foram indicados no eixo vertical. As sucessivas medições, de 1 a 25, foram representadas no eixo horizontal. O ângulo que o tubo do telescópio faz com a horizontal, nas condições de cada medição, foi indicado por Alfa.

NOTA: 1 newton é aproximadamente igual a 0,1 a quilograma-força.

#### 4. Resultados das medições



Para maior versatilidade, os valores obtidos para a intensidade da força capaz de iniciar o movimento do tubo indicam-se também em quilogramas força e representam-se nos gráficos seguintes.



# TELE-OPTIK GIRO II DELUXE

Luís Carreira

[seilah@clix.pt](mailto:seilah@clix.pt), <http://www.astrosurf.com/carreira>

## Descrição

A Giro II Deluxe é uma sólida montagem altazimutal para pequenos/médios telescópios que tem como principal característica a grande suavidade de movimentos quer em altura (cima/baixo), quer em azimute (esquerda/direita).

O corpo e o braço é construído em alumínio, tendo os braços um veio central em aço inoxidável. Por cima e de lado localizam-se dois parafusos com uma grande cabeça em plástico (ABS) para regular a fricção nos dois movimentos. A construção parece e é sólida, com acabamentos e precisão de montagem na minha opinião irreprensíveis.



Figura 1- Tele-Optik Giro II Deluxe, vista frontal - um maciço bloco de alumínio.



Figura 2- Os parafusos reguladores de fricção são grandes e eficazes, o que simplifica o balanceamento da montagem.

A fixação da base a um tripé é feita através de uma rosca de 3/8", que é tipo de rosca utilizado para fixação de cabeças nos tripés fotográficos mais robustos, podendo numa primeira análise dispensar a compra de um tripé caso se possua um deste género, isto tendo em consideração que o telescópio a montar seja leve - de qualquer modo é sempre preferível e aconselhável um tripé mais "astronómico".

O adaptador de braçadeira de telescópios tem de série a furação Vixen (com duas roscas), na qual se podem adaptar os mais diversos sistemas de braçadeiras ou anéis, isto depois de adquirir opcionalmente o adaptador pretendido. Felizmente no meu caso, a braçadeira do *Takahashi* tem o mesmo espaço entre as roscas, não sendo necessário qualquer adaptador, mas como os parafusos *Taka* tem uma rosca bem mais larga tive de arranjar 2 parafusos da medida Vixen com pelo menos 2 cm de comprimento, não podendo utilizar os parafusos nem da braçadeira (demasiados grossos) nem os que vinham com a montagem (demasiados curtos).

No outro veio pode-se aplicar contra-pesos ou então outro adaptador permitindo montar ainda outro telescópio, utilidade que me parece algo reduzida excepto para o "show-off". Pode no entanto ainda ser útil se conseguir arranjar/fazer um adaptador para uma câmara fotográfica ou coisa do género.



Figura 3- Perfeita integração com a braçadeira e tubo *Taka*. O alumínio ao tacto parece seda, muito suave - acabamentos de 1ª categoria. Fiz uma pequena prancheta rotativa em contraplacado com dois furos de 1.25" para conveniente arrumo de oculares e filtros. Também dá algum apoio suplementar à montagem.

O balanceamento na Giro é, e à semelhança de todos os tipos de montagem, algo crítico, mas julgo que menos que nas montagens equatoriais. É conveniente balancear bem a distribuição da massa e também ter em conta a inércia dos tubos mais compridos para que a sua operação seja suave.

Por exemplo, quando retiro o conjunto da prisma+barlow+radian 14mm, coisa para pesar quase meio quilo, é necessário apertar ligeiramente o parafuso de altitude para o tubo não cair a pique (algo que ainda me acontece frequentemente).

Graças aos compridos braços, o tubo fica afastado uns generosos 15 cm da montagem o que torna possível apontar para o zénite (e também para o nadir) sem qualquer obstrução tanto do tripé como da própria montagem - o tripé deixa praticamente de existir. Essa conveniente característica infelizmente pode obrigar a utilização de algum contra-peso no braço oposto quando o peso total num braço começa a ultrapassar os 3 kg. Não se pode ter tudo...

Convém também salientar que esta montagem está especificada para carregar cargas bastante mais elevadas (acima de 5 kg de cada lado) do que o pequeno *Taka* (2.0 kg), sendo seguramente o tripé utilizado o factor mais limitativo.

Noto isso mais particularmente no meu fiável (mas algo leve e franzino) tripé Gitzo G1224 com a coluna central subida (carga máxima 6 kg) que fica relativamente subdimensionado para observações a mais de 100 x, no entanto para os meus propósitos ainda vai servindo. Finalmente resta dizer que esta montagem pesa cerca de 3,5 kg e é bem mais massiça e imponente do que as fotografias aparentam mostrar. Não traz qualquer caixa ou estojo (opcional e caro).

### Utilização

Em utilização visual de telescópios, sou grande adepto das montagens altazimutais tanto pela sua simplicidade de utilização, como pela a sua versatilidade. Embora não possuindo quaisquer movimentos finos, não me parecem nem

sequer necessários para um confortável acompanhamento sideral, mesmo a 200 x com oculares de grande campo de visão aparente (*e.g.* naglers) e claro também com a ajuda de um indispensável Quickfinder.

Esta montagem é muito eficaz na observação/fotografia afocal do Sol, Lua e planetas brilhantes com o método que geralmente utilizo com câmaras digitais (sem adaptadores, apenas apontado a câmara à mão), podendo com alguma paciência utilizar *webcams*.

A falta de controlo torna a colocação e seguimento no campo do diminuto CCD das *webcams* um verdadeiro teste à paciência, especialmente se se usar distâncias focais superiores a 2 metros, mas com alguma perseverança é sempre possível pelo menos registar os planetas mais brilhantes.

Contudo não me resta qualquer dúvida que era possível acoplar uma câmara atrás sem qualquer problema de balanço que não se resolvesse em alguns segundos. É melhor que qualquer cabeça de tripé que alguma vez tenha utilizado - nem sequer pode haver grandes comparações.

A suavidade de movimentos em ambos os eixos é excelente, podendo ser facilmente regulada actuando nos reguladores de tensão, conseguindo-se com algum trabalho equilibrar a montagem de modo a ser possível mover o tubo óptico apenas com um dedo.

O balanço revelou-se mais crítico em tubos pequenos que em tubos mas pesados, especialmente quando se muda ou tira oculares pesadas, pois percentualmente, num tubo mais leve as oculares têm mais influência no balanço - podendo o tubo até em descair sem aviso. Convém o tubo ficar relativamente bem equilibrado (nariz e traseira com peso semelhante), senão obriga a uma maior utilização do parafuso fricção na altitude.

O conjunto do tripé (2.5 kg) + Giro (3.5 kg) + *Taka* FC-60 com diagonal e oculares (2.2 kg), somam pouco mais de 8 kg, tornando-o ainda perfeitamente transportável (tenho que ter boa mobilidade no meu local de observação usual - pátio - que é bastante obstruído).

A esta montagem ainda se pode adicionar motorização com um kit (Tech2000 GiroDrive) que na minha opinião é demasiado caro para o que faz e principalmente porque retira portabilidade e independência ao conjunto.



Figura 4- O *Taka* na Giro em plena acção - fotografia solar.  
O conjunto fica bastante atraente e invulgar à vista, transmitindo solidez e fiabilidade e classe.

## Conclusão

Talvez seja a última montagem altazimutal portátil que necessite de adquirir para montar pequenos/médios telescópios. Não consigo vislumbrar nenhum defeito ou mesmo melhoramento que possa desejar, para além de ter que utilizar um tripé mais sólido (de preferência de madeira) para tornar todo o conjunto ainda mais agradável de utilizar. A construção e mecânica são de primeira classe, sem quaisquer folgas ou ruídos e quer-me parecer que assim vai continuar por longo tempo. É realmente um prazer usar uma montagem desta tipo.

O que gostei:

- Cima/baixo esquerda/direita - simples não é? Não necessário alinhar, nem apertar porcas nem parafusos;
- Qualidade dos materiais e montagem (folgas inexistentes...);
- Suavidade dos movimentos e com fácil ajuste do balanceamento;
- Preço certo e adequado à qualidade da montagem - (280 €);
- É bonita de se ver e fácil de utilizar.

O que não gostei:

- Peso (pelo menos para mim que ando com telescópio por todo o lado);
- Preço dos acessórios (contra-pesos, adaptadores, estojo e motorização).

Links sobre Tele-Optik Giro II Deluxe

- <http://oldfield.uhome.net/star/gr2dx.html> - Outra opinião
- <http://oldfield.uhome.net/star/tech2k.html> - A motorização Tech 2000
- <http://www.cloudynights.com/mounts/gr-2d.htm> - Comentário no *Cloudynights*
- [http://www.perseu.pt/pt/dept\\_28.html](http://www.perseu.pt/pt/dept_28.html) - vendedor online português
- <http://www.apm-us.com/amateur/giro.htm> - vendedor online europeu



*Takahashi* FC-60 na Giro2 + Toucam Pro (esquerda). Saturno em 19-Dezembro-2002 01:00 TU (direita). Convém salientar que não foi nada fácil colocar/manter Saturno no campo do CCD. *Takahashi* FC-60 com barlow e Toucam Pro ( $f/20$ ), distância focal 1200 mm.

# UM CELOSTATO DE ESPELHO ÚNICO

Alcaria Rego

[alcaria.rego@netvisao.pt](mailto:alcaria.rego@netvisao.pt)

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

Há já muitos anos que o celostato de espelho único do observatório solar do *Kitt Peak National Observatory* presta muitos e bons serviços, mas não foi para imitar este Observatório que construí o meu celostato de espelho único.

Na verdade, não me restou outra hipótese, pois o espaço possível para a sua instalação não permitia um clássico celostato de dois espelhos. Residindo no último andar de um prédio cujo sótão é propriedade de todos os inquilinos, a única possibilidade seria fazer uma pequena abertura no telhado (Figura 1), para a observação solar.

Apesar das reduzidas dimensões desta pequena janela, decidi construir o celostato e instalá-lo, (Figura 2) de modo a reflectir a luz solar para um telescópio refractor, também de lente única, montado fixo, quase horizontalmente, e num alinhamento com uma diferença de aproximadamente  $7^\circ$ , em relação ao eixo Norte / Sul da esfera celeste.

O espelho plano não tem camada reflectora (Figura 3), rejeitando assim cerca de 95% da energia luminosa e calorífera que recebe. A face traseira do espelho é despolida com aloxite 50, de granulação muito fina, reflectindo pouca luz parasita, facto confirmado pela possibilidade de adquirir imagens de proeminências, conseguidas com um coronógrafo também simplificado. Uma vista geral do conjunto, visto de frente (Figura 4) e de trás (Figura 5).

O principal componente mecânico do celostato, é um eixo de roda de automóvel, (Figura 6), com a sua flange, os seus rolamentos e uma pequena parte da estrutura da qual fazia parte. O resto foi cortado.

O controle de movimento sincronizado num celostato deste tipo (altazimutal) é difícil, mas o facto de o objecto de estudo ser o Sol, permite a construção de um sistema automático seguidor da nossa estrela.

Este sistema automático, é constituído basicamente por um conjunto de quatro fotodiodos, montados em cruz (Figura 7) que matem o Sol no seu centro (Figura 8). Estes fotodiodos, em grupos de dois, controlam dois amplificadores que por sua vez alimentam os motores DC de 6 Volts (motores de leitor de vídeo) e estão instalados numa caixa única (Figura 9).

O conjunto de fotodiodos, está montado numa estrutura apropriada (Figura 10) e colocado um pouco antes do plano focal.

Esta estrutura, é móvel, por arrasto de peças com furo roscado dentro de calhas em dois eixos perpendiculares, podendo ser colocada de modo a que possa ser observada (ou fotografada) qualquer zona do Sol, no centro do plano focal. Assim se consegue um seguimento automático, com zona de observação seleccionável.

Para quem como eu, procura estudar e fazer imagem de alta resolução, um sistema destes é indispensável. Na Figura 5, são visíveis os dois motores. O movimento em azimute faz-se pelo arrasto de um troço de peça cilíndrica em nylon preto, com furo roscado, que se desloca dentro de duas calhas (Figura 11) cuja diâmetro interior é justo o diâmetro do cilindro (Figura 12) com uma folga mínima que possibilite o arrasto.

É evidente que este tipo de movimento não será circular, mas sim elíptico, mas dado que o comando dos motores é automático, esta consequência deixa de ser importante.

O movimento em altitude, faz-se pelo arrasto de um troço de peça cilíndrica com furo roscado, também em nylon preto, no qual existe um eixo a  $90^\circ$  ao qual está fixada uma peça móvel, que por sua vez recebe um conjunto (peça e parafuso) que movimenta o espelho, estando fixado ao respectivo suporte por dobradiça. É este conjunto (peça e parafuso) que permite ajustes de posição vertical, independentes do motor.

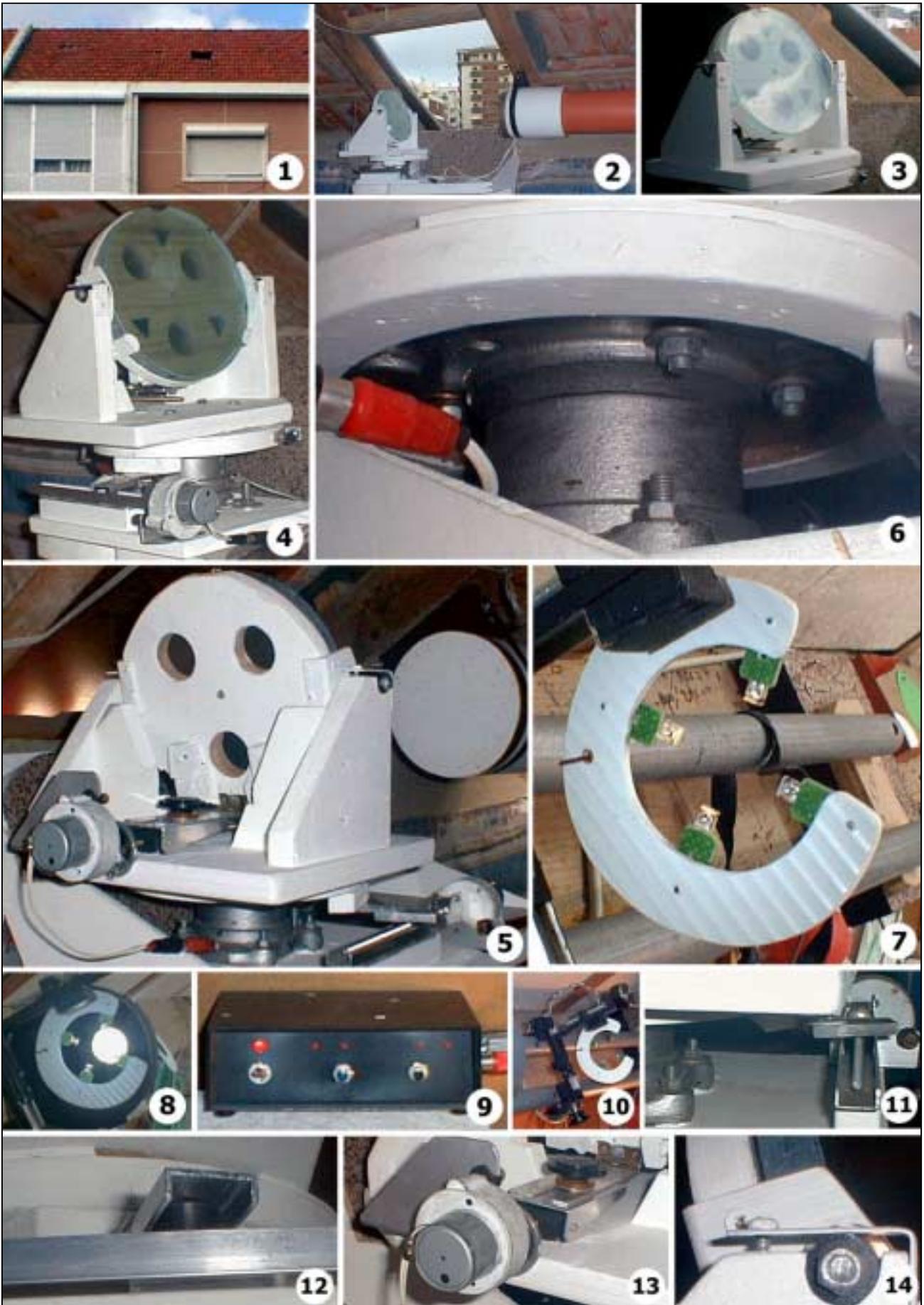
Por outro lado, os ajustes (independentes do motor) de posição azimutal, são possíveis aliviando a pressão feita pela embraiagem constituída por um anel em madeira, que abraça a flange (visível na Figura 6), e cujo manípulo de aperto é visível na Figura 3, em baixo, à direita.

O efeito de travão no movimento de latitude (ou vertical), efectua-se por aperto do parafuso superior (Figura 14), que aperta uma chapa de alumínio contra o eixo do suporte do espelho (também cilindro em nylon preto).

Como se pode ver na figura 14, o centro do eixo do suporte do espelho está (o mais possível) no alinhamento da superfície reflectora, e do centro do espelho, assim como também está alinhado do mesmo modo o centro do eixo do movimento de azimute.

Para qualquer pormenor menos bem esclarecido, estou á disposição no e-mail referido acima.

Imagens obtidas com a utilização deste conjunto, podem ser vistas na minha página pessoal, em: [www.astrosurf.com/regos](http://www.astrosurf.com/regos)



# A IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS DUPLOS (II)

António Magalhães

[a.magalhães@flaredesign.com](mailto:a.magalhães@flaredesign.com)

A observação das estrelas fornece-nos alguns elementos como o brilho e a cor. Através do espectro podemos saber a temperatura das suas camadas superficiais e com o auxílio do efeito Doppler a sua velocidade em relação a nós. A paralaxe assim como outros métodos informam-nos acerca da distância a que se encontram muitas delas. Mas há um aspecto decisivo para a compreensão das estrelas que a observação directa não permite saber: a sua massa.

É aqui que entram as binárias. Estes sistemas em que duas estrelas estão intimamente ligadas através da atracção gravitacional.

De facto, as binárias são pares de estrelas ligadas pela gravidade e que giram em torno dum centro comum de massas, podendo os seus movimentos ser descritos pela mecânica de Newton, o mesmo é dizer que obedecem à 3ª lei de Kepler. Basta modificar ligeiramente o texto inicial enunciado pelo seu autor e aplica-se na perfeição aos sistemas binários: «os quadrados dos períodos siderais das estrelas dum par (binárias) são directamente proporcionais aos cubos dos semieixos maiores das suas órbitas».

A lei pode ser resumida numa equação

$$M_1 + M_2 = a^3 / P^2$$

onde  $M_1$  e  $M_2$  são as massas das componentes do par, «P» é o período orbital em anos e «a» é a medida em Unidades Astronómicas do semieixo maior da órbita elíptica de uma estrela em relação à outra. Assim os astrónomos podem saber a soma das massas das duas estrelas, desde que saibam o período orbital e a medida do semieixo maior.

Na verdade as estrelas não giram em torno umas das outras, mas de um centro comum de massas. Este é determinado graças a uma observação rigorosa e prolongada usando as estrelas de fundo como pontos de referência. As órbitas das duas estrelas são então avaliadas e o centro de massa coincidirá com o foco comum às duas órbitas elípticas (Figura 1).

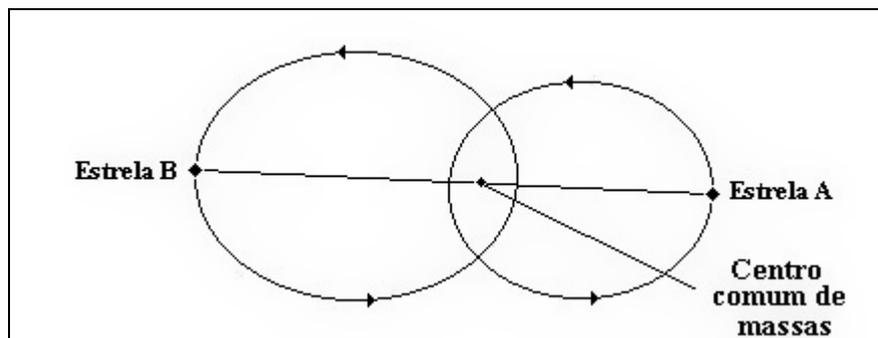


Figura 1- Duas estrelas dum sistema binário com massas não muito diferentes giram em torno dum centro comum de massas que fica mais próximo da de maior massa (A).

Após a determinação da localização do centro comum de massas é possível determinar as massas de cada uma das estrelas.

Ao longo de décadas foram sendo determinadas as massas de muitas estrelas, tornando-se evidentes alguns padrões. Por exemplo, para as estrelas da sequência principal há uma correlação directa entre a massa e a luminosidade (quanto maior a massa maior é a luminosidade), como se pode ver na Figura 2.

Como se sabe o diagrama Hertzsprung Russel (nomes dos seus autores) relaciona a temperatura superficial das estrelas com a sua luminosidade. Neste diagrama destaca-se uma sequência na qual se encontram todas as estrelas em plena fase de vida estável, ou seja, no período em que estão a fazer nos seus núcleos a fusão de átomos de hidrogénio em hélio. A essa sequência dá-se o nome de sequência principal.

A relação que se pode notar no gráfico que relaciona as massas com as luminosidades mostra que a progressão é perfeitamente sobreponível com a que existe na sequência principal do diagrama HR. Ou seja, a relação entre a massa e a luminosidade é a mesma que existe entre a temperatura e essa mesma luminosidade, pelo que há uma relação muito evidente entre a massa e a temperatura. Assim as estrelas muito quentes (azuis) e brilhantes são também as de maior massa. Pelo contrário, as frias (vermelhas) e de menor brilho são as mais pobres em quantidade de matéria. Do mesmo modo as que se situam a meio da sequência principal são as que têm massas intermédias. Fora da sequência principal as coisas não serão exactamente assim, mas aí trata-se geralmente das fases evolutivas finais da vida das estrelas.

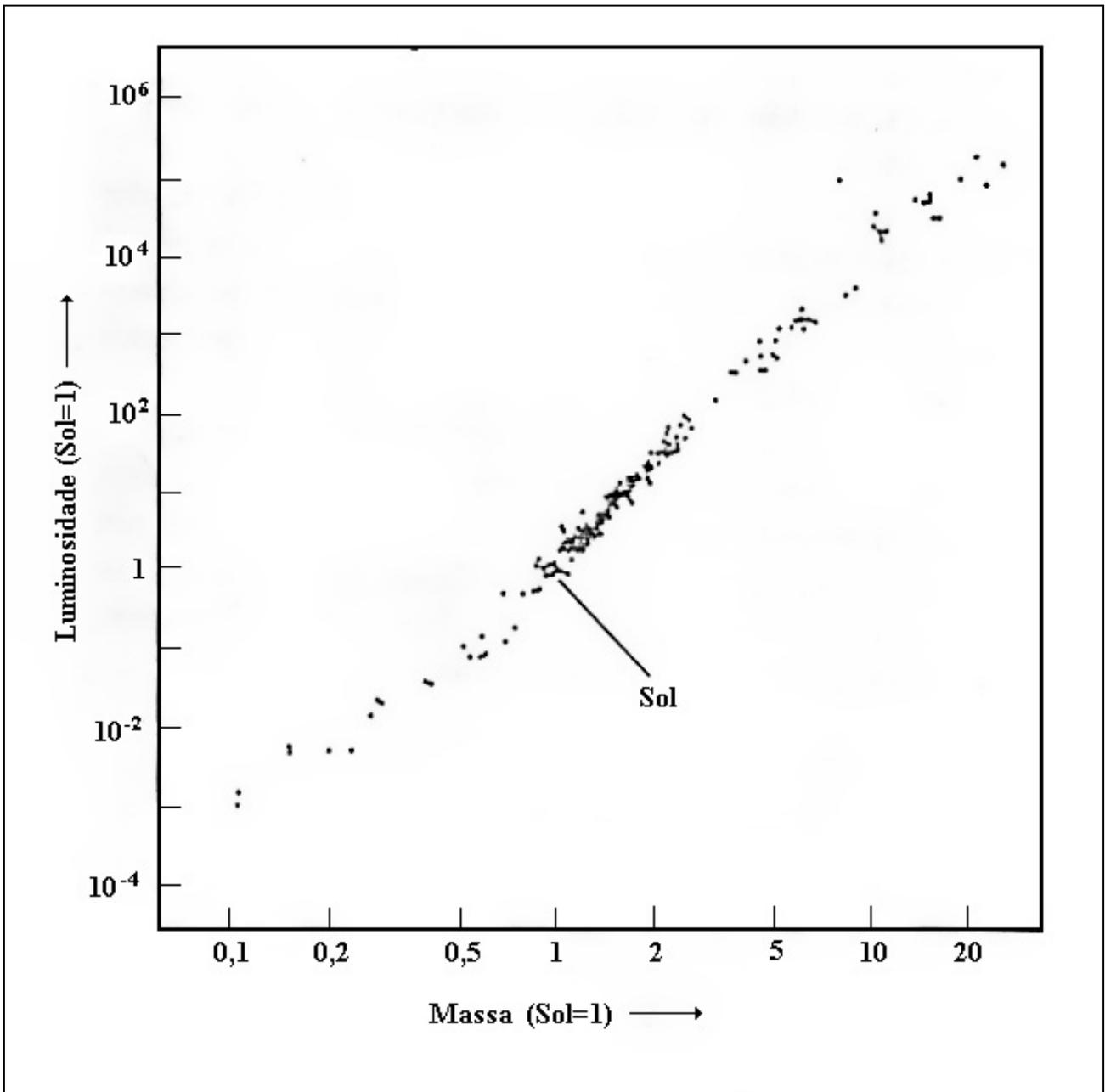


Figura 2- A relação entre a massa duma estrela e a sua luminosidade é evidente.

# QUANTO VALE O USNO-A 2.0 ?

Rui Gonçalves

[rui.goncalves@ipt.pt](mailto:rui.goncalves@ipt.pt)

Certamente não tem preço !

O maior catálogo estelar que existe na actualidade – o A2.0 – elaborado pelo United States Naval Observatory – é uma benção para muitos astrónomos, quer profissionais quer amadores. É com base nele que são feitas a maioria das determinações astrométricas (posições) dos asteroídes. O A2.0 (Setembro 1998) contém 526.280.881 estrelas, desde as mais brilhantes até às elevadas magnitudes de 20-21. A versão anterior (A1.0 - Dezembro 1996) tem um número semelhante de estrelas (mas inferior) e as versões reduzidas (SA1.0 e SA2.0) apenas cerca de um décimo deste número. O SA1.0 e o SA2.0 são “versões muito versáteis”, pois com apenas um décimo da densidade espacial das versões originais, atingem na mesma às elevadas magnitudes, que os actuais CCD facilmente alcançam. Embora versões mais leves, podem ser difíceis de usar, principalmente em campo de elevada densidade estelar – a confusão na identificação das estrelas nos catálogos e nas imagens pode ser muita. Para um “trabalho perfeito”, o USNO disponibilizou as versões completas, mediante uma justificação da sua necessidade. Rapidamente todas as cópias do A1.0 (10 CDs) e do SA1.0 (1 CD), e depois do A2.0 (11 CDs) e do SA2.0 (1 CD) se esgotaram. Após o pedido, em cerca de uma semana os CDs estavam na nossa mão, como por magia, sem gastar um tostão! Para consultas pontuais, ou para aceder a todo um catálogo, o USNO disponibiliza uma ligação internet (e ftp). Foi assim que obtive a minha cópia do A2.0 – fiz o download dos 6,5 Gb e gravei eu próprio os 11 CDs (a distribuição dos ficheiros pelos 11 CDs tem de ser conforme os originais). Para mim, o A2.0 “valeu” cerca de 11 € (cada CD a 1 €, o download e a gravações foram efectuados na escola).

Longe está o tempo em que o amador (e o profissional) só tinham acesso a catálogo impressos, linhas intermináveis de números. É o caso do famoso catálogo SAO, com menos de 100.000 estrelas, até cerca de 11<sup>a</sup> magnitude. Mapas estelares, cópias ou mesmo fotografias de todo o céu, até magnitude 15, eram um luxo, quer devido ao seu preço, quer à sua utilidade. Quantos de nós ultrapassavam esta magnitude há trinta anos? Com o telescópio espacial Hubble, começa a grande mudança. A feitura do GSC (Guide Star Catalogue), para uso na orientação deste telescópio, produz a primeira grande base estelar em sistema digital – cerca de 15 milhões de estrelas. Logo surgem programas “tipo planetário” baseados neste catálogo GSC. É o caso do GUIDE – CD-Rom Star Chart (Project Pluto). Toda esta evolução surge ao mesmo tempo e da necessidade de mais e melhores bases estelares – pois os CCDs tinham chegado para ficar ! Rapidamente se verifica ser o GSC de fraca qualidade e quantidade (erros de 0,5” nas posições). Novas versões melhoradas do GSC foram aparecendo, já por altura dos catálogos USNO-Ax. Claro que ao mesmo tempo, os catálogos Hipparcos e Tycho, e mais recentemente os ACT e UCAC-1, exibem uma qualidade bastante superior, ficando no entanto limitados 16<sup>a</sup> magnitude (UCAC-1). Em fase experimental temos já o USNO-B1.0, só acessível para já via internet, devido ao seu enorme volume de 80 Gb. Possivelmente teremos de enviar um disco rígido ao USNO, para obter a sua cópia. A grande vantagem desta nova base estelar, reside num maior número de parâmetros para cada estrela (nomeadamente o seu movimento próprio, não existente nas versões A).

A existência destes catálogos e a sua disponibilização à comunidade astronómica, tal como os actuais algoritmos de cálculo, faz com que não haja diferenças no resultado final das observações astrométricas entre profissionais e amadores, salvaguardando é claro, a enorme quantidade de dados obtidos por algumas equipas profissionais e as suas elevadas magnitudes atingidas (23-24). O Amador fica tipicamente pela 20<sup>a</sup> magnitude.

Mas quanto custaria uma versão papel (como o antigo catálogo SAO) do USNO-A 2.0 ? Pois bem, pensemos em somente 520.000.000 ( $520 \times 10^6$ , 520 milhões de estrelas). Se na impressão fizermos 52 linhas por página, teremos necessidade de  $10 \times 10^6$  (10 milhões de páginas), o que perfaz 5 milhões de folhas impressas de ambos os lados. Como cada resma são 500 folhas e como cada caixa A4 contém 5 resmas, precisaríamos de 10.000 resmas ou seja 2000 caixas A4. Se pagarmos cada caixa A4 a 15 €, teríamos de despende 30.000 €. Por outro lado se cada folha levar 10s a ser impressa, teremos de esperar cerca de 1 ano e 7 meses (1,58 ano ou 50 milhões de segundos) pela conclusão do trabalho. Mais um pouco se pensarmos que a cada 1000 folhas temos de mudar o tinteiro, pois não queremos folhas mal impressas... Para a totalidade da impressão teremos de usar 5000 tinteiros. Se levarmos um minuto a trocar cada um, só nas suas substituições levávamos 5000 minutos, qualquer coisa como 3 dias e 11 horas. Como cada tinteiro custa cerca de 35 €, teríamos de gastar 175.000 €. Contas feitas, 205.000 € para a versão papel do A2.0. Para arquivar este gigantesco catálogo, necessitamos agora de 500 m de estantes. Uma vulgar estante com 80 cm de largura e 5 prateleiras, perfaz 4m, pelo que 125 seria o número de estantes a usar. A 50 € cada móvel, mais 6250 € só para o arquivamento. No final, uma única versão papel do A 2.0 orçaria mais de 210.000 €. A versão digital (a única forma existente) é muito mais em conta, uma dezena de Euros como já vimos. O novo catálogo B1.0, sendo cerca de dez vezes mais extenso, é igualmente dez vezes “mais caro”. É claro que está fora do pensamento dos criadores destes fabulosos catálogos estelares, a sua impressão, como foi usual desde sempre. Esta nova informação astronómica, pela sua extensão só pode realmente existir nos novos e actuais suportes digitais. Nunca na história da Humanidade, tanta informação ficou disponível a tantas pessoas por custos ínfimos. Que seja sempre bem usada (e claro referenciada aos autores) é o que se pretende.

Boas Astrometrias.

# ALBIREO $\beta$ CYGNI

Jorge Almeida

[jorgemotalmeida@clix.pt](mailto:jorgemotalmeida@clix.pt)

A estrela deste número da revista APAA é ALBIREO. Princípio a crónica da estrela Albireo com o seu título poético... "o canto do cisne moribundo"... geralmente esta frase é associada à última produção de um génio prestes a extinguir-se... mas, felizmente que não é o caso do autor deste texto. :)

Antes de mais, respirem fundo... e apreciem esta bela imagem da dupla Albireo [http://www.edmar-co.com/adriano/ccd/Alberio\\_rgb\\_med.jpg](http://www.edmar-co.com/adriano/ccd/Alberio_rgb_med.jpg) da autoria de Adriano DeFreitas, e partam à descoberta do que Albireo nos oferece! :) Albireo é também conhecida como beta Cygni, ou ainda pelas seguintes designações menos utilizadas: 6 Cygni (número de Flamsteed baseando-se na ordenação das estrelas por ordem crescente da ascensão recta); BD+27 3410 (Bonner Durchmusterung, catálogo de Bona que contém 457 847 estrelas entre as declinações +90° e -23°); HD 183912 (catálogo de Henry Draper); HR 7417 (catálogo da Harvard Revised); SAO 87301 (catálogo da Smithsonian Astrophysical Observatory); WDS 19307+2758 (catálogo de Washington Double Stars; existem outros catálogos de estrelas duplas e múltiplas como os de Robert Grant Aitken (1864-1951) [A ou ADS], Sherburne Wesley Burnham (1838-1921) [beta ou BDS], Paul Couteau (1923-?) [Cou], Robert Thorburn Innes (1862-1933) [SDS], Friedrich Georg Wilhelm Struve (1793-1864) [sigma ou S], Otto Wilhelm von Struve (1819-1905) [O sigma ou OS], Friedrich August Theodor Winnecke (1835-1897) [WNC], Observatório de Córdoba [Cor ] entre outros). As coordenadas equatoriais são para a ascensão recta de 19 h 30 min 43,280 s e declinação de +27° 57' 34,852" para o ano 2000.0.

Os romanos chamavam à estrela Ireo. O nome parece ter originado a partir de uma má tradução do termo ab ireo na edição de 1515 do catálogo de estrelas de Ptolomeu conhecido como "Almagesto". Segundo Camille Flammarion (1842-1925), a expressão deve ter originado no grego-latim ab ornis (pássaro) que foi corrompido para ab ireo. O nome árabe original era Al Minhar al Dajajah , ou seja, o bico da ave. Nos mapas de Riccioli a estrela aparece como Menkar Eldigiagieh ou ocasionalmente como Hierzim.

A famosa dupla de 3ª magnitude (integrada, ver adiante), pertencente à constelação Cygnus (Cisne), situa-se num dos pontos extremos do famoso asterismo - CRUZEIRO DO NORTE (alfa Cyg+ beta Cyg + gama Cyg + delta Cyg + epsilon Cyg + zeta Cyg + eta Cyg) . A olho nu, não é possível separar a estrela. Apresenta-se-nos com uma tonalidade amarelada. Albireo pode ser separado com alguma dificuldade no binóculo 10x50 mas é certamente mais fácil num de 10x40, uma vez que a menor abertura do binóculo diminui o brilho da companheira da estrela primária. Ora, aqui estamos perante um caso em que o menos (neste caso, a abertura) oferece mais (maior facilidade de separação da dupla). O forte contraste de cores é melhor apreciado num telescópio com amplificação próxima das 100x. É um júbilo enorme vislumbrar estas jóias no céu. Não é muito fácil encontrar "rivais" que possam "competir" com o belo cenário de cores que Albireo nos oferece. Reiterando novamente: Albireo é, sem dúvida, uma das jóias que podemos desfrutar nos céus. Albireo é uma dupla óptica (pois as estrelas componentes não constituem sistemas físicos já que não existe interacção gravitacional. Uma das componentes situa-se, por isso, regra geral, consideravelmente mais próxima deste pequeno ponto azul). James Bradley (1692-1762), em 1755, terá sido o astrónomo a reconhecer o sistema estelar duplo que caracteriza Albireo. A magnitude das componentes de uma estrela dupla relaciona-se com a magnitude total do sistema a qual é conhecida como magnitude integrada ou combinada do sistema. Assim Albireo possui magnitude integrada de 3,08 na qual a componente primária possui magnitude 3,1 e a sua companheira magnitude 5,1. O conjunto situa-se a cerca de 390 anos-luz; na altura em que a sua luz partiu, Galileu Galilei era o primeiro observador universal (com intenção científica) a apontar um telescópio para Vénus, Júpiter, Saturno, Lua e eventualmente Albireo... Continua na mesma, para todos os efeitos, assim como perdura o elevado espírito de Galileu. É de ressaltar que, na realidade, se as componentes estivessem ligadas gravitacionalmente o período orbital das componentes, em torno do centro de massa comum (baricentro do sistema), seria estimado em 7300 anos!!

Aprofundando um pouco mais cada uma das componentes é possível destacar a primária como sendo uma gigante alaranjada/amarelada com tipo espectral K3II, e a companheira como uma anã azul mais quente (cerca de 3 vezes; no entanto, menos luminosa cerca de 100x) relativamente à primária. É de realçar que a primária é uma binária espectroscópica, na qual as duas estrelas não são separadas no telescópio. A sua estrela mais próxima (da primária) é uma anã mais pálida em relação à sua gigante companheira. Portanto, Albireo constitui, na realidade, um sistema triplo de estrelas. O quadro não fica completo sem nos referirmos à separação entre as duas componentes visuais do sistema bem como ao seu ângulo de posição. Assim a separação é de 34,4" ao passo que o seu ângulo de posição tem o valor de 54°. Relativamente a objectos próximos, pertencentes à constelação Cygnus, da estrela Albireo nada há assinalar que seja de relevância.

A estrela do próximo número da revista será DENEK - alfa Cygni.

## DADOS:

Nome(s): Albireo; Al Minhar al Dajajah; Hierzim; Ireo; Menkar Eldigiagieh; beta Cygni; 6 Cygni; BD+27 3410; HD 183912; HR 7417; SAO 87301; WDS 19037+2768

Constelação: Cygnus - Cisne - Swan - Schwan - Cygne - Cisne

Magnitude visual (integrada / aparente visual de cada uma das componentes): 3,08 / 3,1 (primária) ; 5,1 (companheira)

Cor: amarela (olho nu); alaranjada/amarelada - primária \* azul - companheira (binóculo / telescópio)

Tipo espectral (K - primária; B - companheira ) / Classe espectral (3 - primária; 9.5 - companheira) / Classe de luminosidade (II - primária; V - secundária) : K3II - primária / B9.5V – companheira  
Distância: 390 anos-luz (não tenho em mão o erro de incerteza associado)  
Coordenadas equatoriais:  
Ascensão recta: 19 h 30 min 43,280 s  
Declinação: +27° 57' 34,852"  
Índice de cor: +1,13  
Objectos próximos: Nada a assinalar que seja de relevância  
Observações: Estrela dupla; a primária é uma binária espectroscópica daí que Albireo constitua, na realidade, um sistema triplo.



# SER ASTRÓNOMO AMADOR<sup>1</sup>

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

Pedro Ré  
[pedrore@mail.telepac.pt](mailto:pedrore@mail.telepac.pt)

Pretendemos com este artigo dar a conhecer os diferentes aspectos relacionados com a astronomia de amadores em Portugal: quem a faz, como faz, quais são as actividades desenvolvidas, as áreas de observação, os encontros periódicos e outros eventos. Para melhor corresponder a estes objectivos optámos por estruturar o texto sob a forma de perguntas e respostas.

## 1. O que são astrónomos amadores?

Os astrónomos amadores são pessoas com as mais diversas profissões que se dedicam às observações astronómicas movidas apenas por prazer. Não há nisto nada de invulgar. Há quem se divirta a pescar, a observar aves, a coleccionar folhas de árvores, fósseis, selos ou moedas. Há em Portugal vários milhares de pessoas que se podem considerar astrónomos amadores e nos países que nos habituamos a considerar evoluídos esses números são muito maiores. O leitor (ou leitora) poderá também vir a ser um astrónomo amador.

Entre os astrónomos amadores há quem observe ocasionalmente e quem o faça sistematicamente. Uns fazem só observações visuais e outros preferem registar fotograficamente os objectos do seu maior interesse; há quem tenha começado há poucos meses e quem já tenha acumulado várias décadas de conhecimento e experiência: a variedade e profundidade de conhecimentos é imensa entre os amadores (a palavra *amador* não tem nada de pejorativo). As características da profissão de cada um também podem facilitar a escolha das diferentes opções. F

Os astrónomos profissionais são geralmente doutorados numa determinada área da Astrofísica e dedicam-se à Astronomia como profissão que é a sua fonte de subsistência. Têm conhecimentos teóricos obviamente muito mais profundos que os amadores e têm programas de trabalho muito delineados, dedicados à investigação e incidindo sobre temas específicos. Por isso, mantêm uma linha relativamente rígida de trabalho e em geral não podem diversificar muito os seus objectos de estudo. Na maior parte dos casos não fazem observações visuais nem conhecem o céu nocturno tão bem como os amadores.

Os astrónomos amadores podem escolher o que querem observar e quando fazê-lo. Alguns dedicam-se à observação dos planetas e da Lua; outros preferem observar regularmente o Sol (com filtros apropriados); há quem goste mais de observar enxames de estrelas, nebulosas e galáxias; outros observadores optam por observar estrelas variáveis e estrelas duplas. Os astrónomos amadores mudam à vontade a sua área de interesse, desde que seja compatível com o seu equipamento de observação ou com as características do local de onde fazem as suas observações. Podem assim dedicar-se ao que lhes interessa sem os constrangimentos de um programa de trabalho rígido (típico dos profissionais). Por isso, são quase sempre os amadores que descobrem os fenómenos imprevisíveis e fortuitos: supernovas, novas e cometas. Existem actualmente muitos projectos em que os profissionais e amadores participam e colaboram de um modo activo.

Um dos autores deste artigo (GA) ensina Física há 28 anos e licenciou-se nesta área, tendo incluído Óptica e Astronomia na sua formação académica. Faz observações astronómicas há cerca de 36 anos. A sua actividade levou-o a orientar acções de formação, palestras e comunicações sobre Astronomia, observações astronómicas e Física, e também a escrever vários livros sobre estas temáticas, em autoria e em co-autoria. O outro autor (PR) é professor Associado da Faculdade de Ciências de Lisboa, onde se licenciou em Biologia e se doutorou em Ecologia Animal; interessa-se por Astronomia há mais de 27 anos e começou cedo a fazer fotografias astronómicas. Ao longo dos anos construiu e adquiriu vários telescópios, de diversos tipos (aberturas entre 60 mm e 356 mm), que totalizam actualmente cerca de 30 instrumentos de observação regularmente utilizados. Fez astrofotografias sobre emulsões fotográficas e desde há alguns anos utiliza quase exclusivamente câmaras CCD. A sua actividade levou-o também a escrever livros sobre observações astronómicas e astrofotografia, a fazer palestras, escrever artigos e a fazer dois Atlas em formato CD-Rom com imagens do céu profundo.

## 2. O que é preciso para se ser astrónomo amador?

A actividade de astrónomo amador é feita pelo prazer da observação, pela satisfação de ver objectos belos e interessantes, pelo desejo de os fotografar ou de fazer medições. Estas actividades podem ter diferentes níveis de complexidade ou ser feitas de acordo com os interesses e as possibilidades de cada pessoa. Não é preciso ter estudos ou habilitações especiais para ser astrónomo amador. Embora a formação inicial possa influenciar o tipo de observações, ou a sua profundidade, a profissão de cada um não constitui entrave ao gosto por estas observações nem à sua concretização. Por isso, em qualquer associação de astrónomos amadores encontram-se todas as profissões. A astronomia de amadores é uma actividade que cada um faz como entende. De início nem sequer é preciso ter um telescópio, nem mesmo um binóculo. Num outro artigo publicado nesta revista, o leitor interessado poderá encontrar uma referência às diversas fases por que pode passar um astrónomo amador, desde o início, mesmo que nessa fase incipiente nem sequer consiga localizar a Ursa Maior no céu.

---

<sup>1</sup> Artigo publicado na revista CAIS (Janeiro de 2003).

Existem em Portugal duas associações de astrónomos amadores: A APAA—Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores e a ANOA—Associação Nacional de Observação Astronómica, assim como vários grupos de observação. No final deste artigo, o leitor encontrará os contactos destas associações. Pertencer a uma destas associações e participar livremente nos eventos que referiremos seguidamente facilita e acelera a iniciação à Astronomia e às observações astronómicas. Além disso, através destas associações é normalmente possível ter acesso a instrumentos de observação ou até adquiri-los em condições vantajosas. Há muito para observar e a fascinação pela imensidade cósmica deve ser partilhada. O apoio de livros que entusiasmam, com conselhos práticos e acesso a mais informação constitui também uma ajuda preciosa.

Há ainda diversos eventos periódicos (de entrada livre), ligados à Astronomia de Amadores, que promovem a troca de informações e de experiências entre os participantes. Nestes eventos, que serão referidos mais adiante com algum pormenor, as pessoas surgem cada vez em maior número, evidenciam mais conhecimentos, fazem perguntas mais interessantes. Isso é um grande progresso.



### **3. Como é que os astrónomos amadores compatibilizam as suas actividades profissionais com as actividades de astrónomos amadores?**

Quem faz observações do Sol pode ter algumas dificuldades em coordenar essa actividade diurna com o horário de trabalho. Nos outros casos as observações são nocturnas, o que não cria sobreposição. O que é preciso é gerir bem o tempo, pois no dia seguinte há trabalho, ou aproveitar fins de semana. As observações do céu profundo (enxames de estrelas, nebulosas e galáxias) são mais interessantes a partir de locais com a menor poluição luminosa possível, e por vezes é preciso levar os equipamentos para locais mais favoráveis, afastados das cidades e grandes povoações. Algumas destas observações (por exemplo as observações da Lua, dos planetas e de estrelas duplas) podem fazer-se mesmo dentro das cidades. Há observações que só se devem fazer com pouca poluição luminosa, ou utilizando filtros especiais, nos arredores das cidades. Outras vezes os interessados deslocam-se para locais com menor poluição luminosa.

### **4. O que é o céu profundo?**

Numa primeira impressão, o céu nocturno só nos mostra a Lua, os planetas principais e as estrelas relativamente brilhantes que para os antigos desenhavam as figuras mitológicas das constelações. Para *além* dessas primeiras evidências encontram-se outros objectos que não pertencem ao Sistema Solar nem são estrelas individuais: esses são os *objectos do céu profundo*: neste contexto incluem-se as galáxias, as nebulosas e os enxames de estrelas (globulares e abertos). A galáxia de Andrómeda, a nebulosa de Oriente, o enxame das Pléiades (que na linguagem popular é

conhecido como "Sete Estrelas") e o enxame globular de Hércules são exemplos comuns de objectos do céu profundo. As estrelas duplas também são, por vezes, consideradas objectos do céu profundo.

Ao dizer "observar o céu profundo", o que se está a referir é a "observação de *objectos* do céu profundo". Para o astrónomo (amador e profissional), as estrelas, as nebulosas, os enxames de estrelas, as galáxias, etc., são "objectos". Exceptuando alguns casos mais óbvios, os objectos do céu profundo são subtis, mas não deixam de ser muito belos e fascinantes. Para ter sucesso nestas observações é preciso acumular algumas horas de "convívio" com o céu nocturno, começar por ver os objectos mais fáceis e utilizar determinadas técnicas e procedimentos. E também há filtros especiais que reduzem os efeitos da poluição luminosa. Alguns objectos do céu profundo, digamos uns quatro ou cinco, são detectáveis a olho nu desde que a poluição luminosa não seja excessiva. Podem detectar-se algumas dezenas desses objectos utilizando um binóculo que amplifique 10x e tenha objectivas de 50 mm de diâmetro (tecnicamente um binóculo 10x50), mas ainda é mais fácil e evidente com um 15x70. Com um telescópio pode observar-se muito mais, e com mais espectacularidade, dependendo da abertura instrumental e da maior ou menor poluição luminosa existente no local de observação. No entanto, estas observações são muito mais fáceis e espectaculares em locais quase sem iluminação nocturna. Mas repare que tudo isso de nada serve se o observador não conhecer o céu a olho nu, o que *qualquer pessoa consegue*, podemos garantir, desde que seja persistente... Por isso, o primeiro passo é conhecer o céu a olho nu.



##### **5. Entre os astrónomos amadores há os observadores do céu profundo e os observadores do "céu não profundo"?**

Um astrónomo amador observa por prazer. Por isso, é natural que as preferências de cada um, o local onde vive, o equipamento que possui e outros factores pessoais determinem diferentes áreas de observação ou de fotografia astronómica. É claro que quem prefere observar o Sol, a Lua ou os planetas do Sistema Solar (e os satélites de alguns deles) não é um observador do céu profundo. Os observadores de cometas e os que se dedicam às ocultações de estrelas pela Lua também não o são. No entanto, entre amadores, o observador "puro" (o que só observa um determinado tipo de objectos) não existe. Muitos são "generalistas" e observam tudo o que podem, pois o Universo é fascinante. Os observadores do céu profundo também gostam, por vezes, de observar objectos do Sistema Solar e vice-versa: sempre que se pode dá-se uma "olhadela" aos objectos de outros tipos.

##### **6. O que faz um astrónomo amador numa sessão de observação?**

Uma sessão de observação astronómica deve ser planeada. O telescópio tem de se adaptar à temperatura ambiente (cerca de uma hora) para que o ar dentro e fora dele fique à mesma temperatura e as imagens não evidenciem perturbações da sua nitidez. Também precisamos de adaptar os olhos à obscuridade, para aumentar a sensibilidade

visual; para consultar mapas utiliza-se luz vermelha amortecida. Consoante o local de observação, a data e a hora da noite, determinadas constelações são observáveis e outras não. Em cada sessão de observação decidimos o que é que se quer observar, de acordo com o nosso interesse, com a época do ano, as condições de observação e o telescópio utilizado. Há observadores que fazem observações visuais, outros fazem astrofotografias. Para apontar o telescópio para os diversos objectos, há vários métodos que se podem pôr em prática, utilizando mapas, ou por vezes sistemas electrónicos associados à parte mecânica de suporte dos telescópios. O sistema de suporte do telescópio, denominado "montagem" é de importância crucial para a comodidade e eficácia das observações. Deverá ser sólido e firme.

Em geral as observações fazem-se, se possível, quando o objecto pretendido já está a uma altura considerável, para minimizar os efeitos perturbadores que a atmosfera imprime às imagens observadas. Mesmo assim, em algumas noites, a atmosfera não está suficientemente calma: as imagens ondulam e contorcem-se e não se consegue nitidez suficiente (mesmo que o telescópio seja muito bom). De facto, quando observamos qualquer objecto astronómico, a luz que dele recebemos tem de atravessar a atmosfera terrestre. Há tendência para esquecer este facto, mas a realidade é que observamos sempre através da atmosfera terrestre; ela não é homogénea, nem estática, e condiciona a nitidez das imagens observadas.



## 7. Através dos telescópios vêem-se as cores fantásticas que se evidenciam nas fotografias publicadas em alguns livros e revistas?

Algumas pessoas pensam que os livros de Astronomia observacional devem ter muitas fotografias a cores. Aconselhamos essas pessoas a fazer uma experiência muito fácil. Para isso, pega-se numa fotografia a cores, e nem sequer é preciso que seja uma fotografia astronómica (a capa de uma revista serve perfeitamente para fazer esta experiência). Leva-se a fotografia para um local escuro, de preferência iluminado apenas por uma luz fraquíssima (pode ser a luz das estrelas, que globalmente é muito parecida com a do Sol, embora muito mais débil); depois de esperar cerca de 10 minutos, para que os olhos se adaptem à obscuridade, olhe-se para a fotografia. Nessa altura, algo parece estranho: para onde foram as cores? Esta experiência desmistifica muitas ideias pré-concebidas, porque, em condições de obscuridade, o olho não consegue distinguir cores. Vê-se a luminosidade do objecto observado, por vezes pormenores da sua estrutura, mas não as cores.

Na grande maioria dos objectos do *céu profundo* não conseguimos ver cores e as fotografias que se vêem em alguns livros e revistas resultam de exposições demoradas: não é isso que se vê através de um telescópio e querer passar essa ideia seria enganar as pessoas. No caso dos planetas, o olho recebe muito mais luz e as cores são visíveis; no entanto, a capacidade para extrair informação e pormenores das imagens planetárias observadas vai aumentando gradualmente com o treino e com a experiência de quem observa. A melhoria das capacidades com o treino não é

surpreendente e manifesta-se em muitas outras actividades. Por exemplo, tocar uma viola, pescar à linha ou esquiar na neve não se conseguem capazmente nos dias seguintes à compra desse material, a não ser que já se tenha experiência anterior. E começar a utilizar um telescópio é mais fácil do que as actividades anteriormente referidas.

### 8. É possível fotografar o céu nocturno?

Fotografar o céu é uma ambição natural de muitas pessoas, entre as quais se contam os entusiastas de fotografia e de astronomia, os amantes da natureza e os astrónomos amadores. Por vezes pensa-se que registar estas imagens exige equipamento altamente sofisticado e amplos conhecimentos, mas algumas destas fotografias estão ao alcance de qualquer pessoa motivada e persistente. O equipamento necessário é, por vezes, surpreendentemente simples. No livro "Fotografar o Céu" (Pedro Ré, 2002, Plátano Edições Técnicas), são referidos alguns aspectos relacionados com a astrofotografia, ou seja a fotografia dos diversos objectos celestes que se encontram próximos de nós (Sol, Lua e planetas) ou para além do sistema solar (constelações e objectos do céu profundo).



### 9. Que eventos periódicos sobre astronomia de amadores há em Portugal?

Em Portugal, as pessoas que se interessam por Astronomia e por observações astronómicas, sejam inexperientes ou com largos anos de prática, têm vários eventos periódicos em que podem participar ou a que podem assistir livremente. Nestes encontros todas as pessoas têm possibilidade de assistir a palestras e de observar o céu através dos telescópios e binóculos que lá se encontram, ou de levar os seus próprios instrumentos de observação. Estes eventos ocorrem geralmente em locais de céu favorável, com pouca poluição luminosa, proporcionando a muitos cidadãos uma visão celeste que nunca sonharam ter. A observação da Lua e de vários planetas, a visão fabulosa dos enxames de estrelas, das nebulosas, das galáxias e a imponência da Via Láctea, encantam e surpreendem mesmo os espíritos mais endurecidos. Todos estes eventos são absolutamente grátis, e pode lá ir quem quiser, mesmo que nunca tenha usado um telescópio nem seja capaz de localizar uma única constelação no céu. Haverá lá sempre quem lhe mostre como se faz. Basta querer lá ir. Para muitos jovens e menos jovens, podem ser momentos inesquecíveis. Em geral, nestes eventos concentram-se várias centenas de pessoas.

Nesta oferta nacional incluem-se actualmente os *Encontros Nacionais de Astrónomos Amadores* (promovidos pela APAA), os *Encontros Regionais de Astronomia Amadora* (promovidos pela ANOA), os *Encontros Nacionais de Astronomia* (promovidos pelo NACO), as *Astrofestas* (promovidas pelo Museu de Ciência em colaboração com várias associações de astrónomos amadores), o *Astrovide* (em Castelo de Vide) e o *Astromira* (em Mira, próximo de Aveiro). Estes encontros ocorrem pontualmente, durante alguns dias e com periodicidade anual. Estão abertos a todas as pessoas que se interessam pelo céu (não é preciso ser um "astrónomo amador consagrado" para poder participar). Para saber quando ocorrerá o próximo evento basta contactar as associações referidas no final deste artigo. Os significados das siglas destas organizações são os seguintes: APAA — Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores; ANOA — Associação Nacional de Observação Astronómica; NACO — Núcleo de Astronomia da Câmara de Ourém.

Nestes encontros, o recinto começa por receber os participantes e muito material de observação. Tripés, telescópios de todos os tipos e tamanhos, binóculos, acessórios e outros adereços (uns trazidos por particulares e outros por empresas do ramo), alguns deles quase inéditos no nosso país, fazem a sua aparição e são muito apreciados pelos participantes. As várias empresas de equipamento de observação astronómica para amadores estão normalmente presentes nestes eventos, fazem demonstrações do seu material e prestam esclarecimentos sobre o mesmo. De dia fazem-se observações do Sol, com filtros apropriados. Há também várias palestras interessantes, realizadas por oradores convidados e por astrónomos amadores; incidem sobre temas variados, umas mais técnicas outras mais voltadas para a prática. À noite fazem-se observações da Lua, de várias estrelas duplas e, mais tarde, de algumas nebulosas e de vários enxames de estrelas. O silêncio da noite é várias vezes cortado por exclamações de assombro e espanto, vindas de quem observava coisas que nunca pensou poder ver através de telescópios de amador. Um pequeno *snack-bar*, bem equipado e aberto permanentemente, aconchega o estômago aos participantes, com preços acessíveis, boa variedade de produtos e atendimento simpático.

Além das observações astronómicas, há vários outros atractivos nestes eventos: por um lado, é de realçar a possibilidade de contactar com centenas de pessoas que se interessam pela mesma área temática. A troca de experiências e de conhecimentos, o convívio agradável e o ambiente extremamente simpático estão também entre os factores mais positivos destes eventos; há ainda a destacar a oportunidade de ver directamente, manusear e até experimentar numerosos instrumentos de observação, assim como diversos acessórios. Nestes eventos o tempo passa depressa. Após a última noite, chega célere a hora de empacotar o material e regressar a casa. À espera da próxima vez.



## 10. O que é a Astronomia no Verão?

A Astronomia no Verão é um evento com características diferentes dos anteriormente referidos. Começou por ser promovido pelo Ministério da Ciência e da Tecnologia e é actualmente coordenado pela agência Ciência Viva (acessível através do endereço internet [www.cienciaviva.mct.pt](http://www.cienciaviva.mct.pt) e do e-mail [info@cienciaviva.mct.pt](mailto:info@cienciaviva.mct.pt)). O objectivo da Astronomia no Verão é dar a largos milhares de pessoas a possibilidade de fazer observações astronómicas. Para isso, nas noites das sextas-feiras e sábados, durante o mês de Agosto de cada ano (e por vezes durante parte de Setembro), são colocados telescópios em mais de uma centena de locais distribuídos por todo o país, de norte a sul. Em cada local há pessoas habilitadas (monitores) que manipulam os telescópios e apontam-nos para alguns alvos interessantes; mostram também os procedimentos para localizar no céu, a olho nu, as principais constelações e as estrelas mais óbvias. Quem estiver próximo desses locais pode observar através dos telescópios e binóculos disponibilizados nesses pontos de observação. Em cada ano, as oportunidades proporcionadas pela Astronomia no Verão são aproveitadas por cerca de 100 000 pessoas.



## 11. Contactos úteis

Indicam-se seguidamente os contactos das duas principais associações de astrónomos amadores existentes em Portugal. Através destes contactos é possível saber quando e onde haverá encontros de observação.

APAA—Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores  
Rua Alexandre Herculano, 57 –4.º Dt.º  
1250 LISBOA  
Telef: 213 863 702  
E-mail: [info@apaa.rcts.pt](mailto:info@apaa.rcts.pt)  
Página Internet: [www.apaa.online.pt](http://www.apaa.online.pt)

ANOA—Associação Nacional de Observação Astronómica  
Apartado 582  
2430 MARINHA GRANDE  
Telef: 244 691 704  
E-mail: [almtree@astropor.com](mailto:almtree@astropor.com)  
Página Internet: [www.anoa.pt](http://www.anoa.pt)

AAMCUL—Associação de Apoio ao Museu de Ciência da Universidade de Lisboa  
Secção de Astronomia  
Rua da Escola Politécnica, 56-58  
1250-102 LISBOA  
Telef: 213 921 808  
E-mail: [info@aa.mcul.rcts.pt](mailto:info@aa.mcul.rcts.pt)  
Página Internet: [www.museu-de-ciencia.ul.pt](http://www.museu-de-ciencia.ul.pt)

# O TELESCÓPIO DO COMANDANTE

Nuno Crato<sup>2</sup>

[ncrato@iseg.utl.pt](mailto:ncrato@iseg.utl.pt)

O pai dos astrónomos amadores portugueses foi um comandante de carreira que construiu o maior telescópio da península e fundou o Planetário de Lisboa.

O Observatório Real da Marinha comemora agora o seu duplo centenário. Criado em Março de 1798 no reinado de D. Maria II e primeiramente instalado na Casa do Risco, em Lisboa, o Observatório Real é o precursor do actual Observatório da Tapada, na Ajuda, que hoje se encontra incluído na Universidade de Lisboa.

Integrada nas comemorações do observatório, o Planetário Gulbenkian decidiu prestar uma homenagem ao seu grande impulsionador, o comandante Eugénio Conceição Silva (1903–1969), um dos homens que mais contribuíram para o desenvolvimento e a divulgação da Astronomia em Portugal.

**Conceição Silva foi o pai da astronomia amadora em Portugal.** Na realidade, o comandante Conceição Silva transmitiu aos seus inúmeros alunos e amigos o seu amor pelos céus, trabalhou incansavelmente pela divulgação científica e a ele se deve em grande parte o Planetário Gulbenkian, um instrumento precursor da divulgação astronómica no nosso país.

Conceição Silva era um homem sabedor e simples, que por natureza e por ideais nunca esteve do lado do regime salazarista. Dizem todos os que o conheceram que se via nesse homem de grande talento uma simplicidade igualmente grande. Tinha a arte de tornar simples as coisas difíceis, pelo que atraía para a ciência e para a astronomia os seus alunos e amigos.

Ao longo de mais de 25 anos, o comandante Conceição Silva acumulou milhares de observações astronómicas e um conjunto surpreendente de fotografias celestes. Alguns dos seus trabalhos fotográficos vieram a ser publicados em livros de astronomia, como o *Outer Space Photography* de H. E. Paul, saído em 1970, e em muitas revistas internacionais.

Pedro Ré declara-se impressionado com os trabalhos fotográficos do comandante de marinha, pois eles **«revelam um elevado grau de profissionalismo e uma precisão e riqueza de pormenor absolutamente notáveis»**. Pedro Ré, que organizou uma exposição itinerante e um CD com imagens celestes de Conceição Silva, é também ele um astrofotógrafo de renome, com um CD editado em Inglaterra e com trabalhos publicados na «Sky and Telescope» e noutras revistas internacionais especializadas. São dele algumas das fotografias do cometa Hale-Bopp que o Expresso publicou há um ano (1997).

Pedro Ré utiliza os meios mais modernos — telescópios motorizados e a técnica digital dos CCD, que permite a recolha electrónica do sinal luminoso e o seu tratamento directo em computador. As técnicas de fotografia celeste estão hoje incomparavelmente mais desenvolvidas do que o estavam há trinta, quarenta ou cinquenta anos. De qualquer forma, Pedro Ré considera que os trabalhos de Conceição Silva **«são notáveis mesmo quando apreciados pelos critérios actuais»**

A fotografia astronómica é um trabalho de precisão e paciência que exige ciência e arte, nomeadamente nas fotografias de objectos de céu profundo, tais como as de galáxias e nebulosas. Ora as câmaras fotográficas são acopladas aos telescópios e é necessário trabalhar com exposições muito longas, de forma a acumular a fraca luminosidade que nos chega de objectos muito distantes. E as exposições longas levantam um problema considerável. Como a esfera celeste tem um movimento aparente bastante rápido — um grau em cada quatro minutos — se o telescópio estiver parado as estrelas aparecem como riscos e os objectos menos luminosos ficam esbatidos e irreconhecíveis na fotografia. Por isso, a fotografia tem de acompanhar o movimento da esfera celeste, o que se consegue com o movimento de rotação dos telescópios na montagem chamada equatorial. O telescópio roda para acompanhar a esfera celeste. Em fotografias de poucos minutos tal movimento não levanta problemas consideráveis, desde que o telescópio esteja montado com razoável precisão. Mas em fotografias com horas e horas de exposição os problemas são muitos, pois um pequeno desvio é o suficiente para provocar imagens esbatidas. Ora algumas das fotografias de Conceição Silva foram tiradas com uma exposição que alcançou as sete horas, por vezes conseguida acumulando períodos de céu favorável ao longo de vários dias sucessivos. Imagina-se a dificuldade de tal trabalho. As magníficas fotografias que nos legou eram das mais perfeitas conseguidas na época.

Conceição Silva foi oficial da marinha de guerra portuguesa. Fez várias comissões na China, no tempo das concessões ocidentais, e foi durante muitos anos professor da Escola Naval, onde ensinava matemática, electricidade, hidrografia, instrumentação e balística, esta última a sua especialidade. Costumava dizer que a sua profissão e o seu *hobby* tinham algo de comum: em ambos os casos se apontavam canudos para o céu.

Conceição Silva foi também director do Laboratório de Explosivos da marinha e criou a Oficina de Óptica da Armada, uma instituição inovadora que permitiu uma relativa auto-suficiência na instrumentação óptica da marinha de guerra. Interessou-se desde sempre pela astronomia. Começou as suas observações com um simples óculo e foi construindo ele próprio instrumentos cada vez mais poderosos. Participava regularmente nos congressos mundiais de astronomia e fez um trabalho notável de cartografia celeste, nomeadamente no reconhecimento de estrelas duplas e de estrelas variáveis. Construiu um espectroscópio com que estudava a composição das estrelas.

---

<sup>2</sup> Parte deste texto é baseada num artigo que o autor escreveu para o Expresso de 4 de Abril de 1998. Agradece-se ao semanário a autorização para uso de extractos desse artigo. Em 13 de Maio de 2003 comemorou-se O centenário do Comandante Eugénio Conceição Silva.

Os filhos do comandante, Tomás e Guilherme, seguiram também a carreira militar. Tomás George Conceição Silva entrou para a aviação naval e juntou-se depois à força aérea. Foi Chefe de Estado Maior da Força Aérea e retirou-se há um ano como general de quatro estrelas. Guilherme George Conceição Silva tornou-se muito conhecido no 25 de Abril como um dos homens do MFA. Dirigiu a Comissão de Extinção da PIDE/DGS e foi Secretário de Estado da Comunicação Social. Continuou na marinha e reformou-se como Capitão de Fragata. «É hoje advogado especialista em direito internacional marítimo.

A família morava no Alfeite, local que «o meu pai escolheu para se afastar do céu iluminado da capital» diz Guilherme Conceição Silva. «Aí construiu um anexo da casa, com uma cúpula em que instalou o telescópio».

O general Tomás Conceição Silva lembra-se bem dos tempos em que vivia no Alfeite e em que o comandante construiu o maior dos seus telescópios, aquele que se tornaria conhecido internacionalmente como um modelo de engenho inventivo e de perfeição óptica. «Lembro-me ainda do processo de correcção do espelho reflector. Foi feita com meios extraordinariamente simples, no corredor da nossa casa. Numa ponta estava o espelho, noutra uma vela. A luz da vela passava por um pequeníssimo orifício de um cartão. Do outro lado estava o meu pai com a ocular e com uma lâmina de barba, a fazer de régua, com que verificava a curvatura do espelho. É extraordinário como com meios tão caseiros conseguiu obter resultados tão precisos.»

O telescópio que Conceição Silva então construiu tinha 500mm de abertura e seria, à altura, o maior da península ibérica. Em Janeiro de 1951 o boletim da Associação Astronómica Francesa, *L'Astronomie*, dizia tratar-se de um «magnifique instrument» e o *Scientific American* de Setembro de 1952 falava do «fine telescope of a Portuguese navy officer».

Muitas das fotografias que Conceição Silva conseguiu obter com esse telescópio estão hoje reproduzidas no CD preparado por Pedro Ré e fazem parte da exposição itinerante da APAA. Mesmo numa época em que nos habituámos ao esplendor das imagens do Hubble, as fotografias do comandante continuam a destacar-se pela sua beleza e riqueza de pormenor.

Igualmente notáveis são os instrumentos que Conceição Silva construiu e utilizou e com os quais conseguiu tais fotografias. Muitos desses instrumentos encontram-se agora em Belém no Planetário Gulbenkian. Aí pode hoje o público apreciar o telescópio do comandante.

