

Este artigo discute os eclipses do Sol, em geral, e documenta o eclipse anular ocorrido em 3 de Outubro de 2005, com imagens obtidas pelo autor.

QUANDO A LUA OCULTA O SOL

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 facto poderia ser banal se não houvesse uma coincidência incrível: o Sol está, em média, cerca de 400 vezes mais distante de nós do que a Lua. Desta coincidência resulta o facto de ambos os astros, vistos da Terra terem 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 a órbita lunar está inclinada cerca de 5° em relação ao plano da órbita da Terra, ou plano da eclíptica. 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 no plano da eclíptica ou muito próxima deste plano. 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 passa a sombra da Lua. Esta sombra tem um diâmetro de aproximadamente 150 a 260 km, dependendo da distância da Lua à Terra 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, não se vê a Lua centrada com o Sol e o eclipse será parcial.

GUILHERME DE ALMEIDA

Colégio Militar
Largo da Luz, Lisboa
g.almeida@vizzavi.pt

Estas pequenas variações nas distâncias Terra-Lua e Terra-Sol traduzem-se por diferenças nos diâmetros aparentes com que, da Terra, vemos a Lua (variação de 14% do seu diâmetro aparente) e o Sol (variação de 3,3%). Se ocorrer um eclipse do Sol 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 o que ocorreu a 3 de Outubro (o apogeu lunar teve lugar a 26 de Outubro). Por isso, na lua nova de 3 de Outubro houve 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, por exemplo, para os observadores em Lisboa.

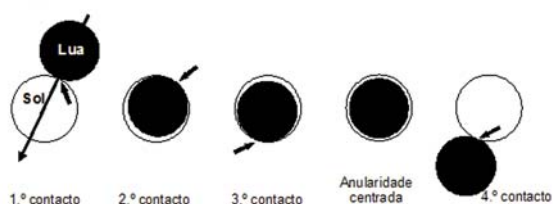


Fig. 1. Momentos característicos de um eclipse anular do Sol.

Acontece, porém, que a órbita da Lua em torno da Terra é elíptica e, conseqüentemente, a distância da Lua à Terra, com o valor médio de 384 400 km, varia entre uns 357 800 km (no perigeu) e uns 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 (afélio) e o mínimo de aproximadamente 147 000 000 km (periélio) a 7 de Julho de cada ano.

A VIAGEM AO NORDESTE

Para observar e documentar este eclipse desloquei-me às proximidades de Miranda do Douro, integrado num grupo de que faziam parte Pedro Ré, Rui Gonçalves, João Inácio, Luís Ramalho, José de Almeida, Raimundo Ferreira e Nicolas Cuvillier. A nossa equipa saiu de Lisboa a 2 de Outubro para percorrer os 490 km até ao local de destino.

Como o eclipse se iniciava às 8:39 (hora legal) na manhã seguinte foi necessário sair do hotel pelas 6:30. Houve que contar com o tempo necessário para chegar ao local previsto e montar, preparar e ajustar o material de observação. O local de observação foi junto à capela de S. João, nas imediações da Aldeia Nova. As coordenadas do local, indicadas por GPS, são: latitude $41^{\circ} 32' 28,8''$, longitude $6^{\circ} 13' 14,1''$ e altitude 678 m. Este local foi escolhido por ser um dos que se encontravam 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 se encontrava uma dezena de observadores, afastados de multidões, podendo, assim, concentrar-se melhor.



Fig. 2. Equipamento utilizado pelo autor para obter as imagens do eclipse anular deste artigo: 1- vista global; 2- tubo e montagem equatorial.

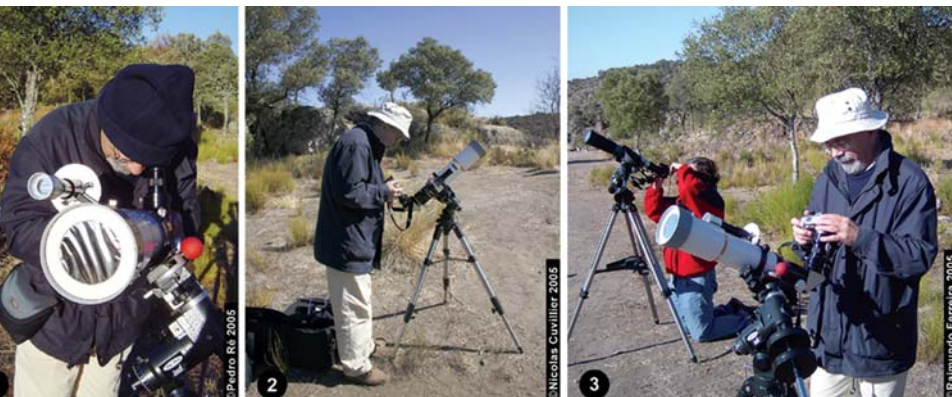


Fig. 3. O autor quando obtinha algumas imagens: 1 - a preparar o telescópio e alinhar o buscador (veja-se o filtro *AstroSolar Baader* na frente do telescópio e do buscador); 2 e 3- a fazer fotografias do eclipse.

PREPARAÇÃO DO EQUIPAMENTO

Chegados ao local, ainda cedo, verificámos com satisfação que não havia uma única nuvem no céu. Cada observador, bem agasalhado, preparou o seu equipamento. Como é habitual nestes eventos, cada um levou, entre os seus telescópios, aquele que melhor se adaptava à função, o que neste caso significava um telescópio portátil, mas de boa qualidade. No meu caso utilizei uma montagem equatorial alemã *EQ 3-2* sobre tripé em tubo de aço, sobre a qual 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 luz de 1/100 000, confeccionados com a película metalizada *AstroSolar*, produzida pela empresa alemã *Baader Planetarium*. 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*.

O ECLIPSE DE 3 DE OUTUBRO DE 2005

As várias fotografias apresentadas neste artigo documentam as diversas fases do eclipse e o equipamento utilizado. 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 acertado pela hora legal, obtida no *website* do Observatório Astronómico de Lisboa).

Um eclipse do Sol desta magnitude desencadeia sensações fortes, 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 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. Pensa-se que

este vento, conhecido como "vento de eclipse", tenha a sua origem no abaixamento de temperatura provocado pelo bloqueio da radiação solar, resultando daí diferenças de pressão atmosférica.

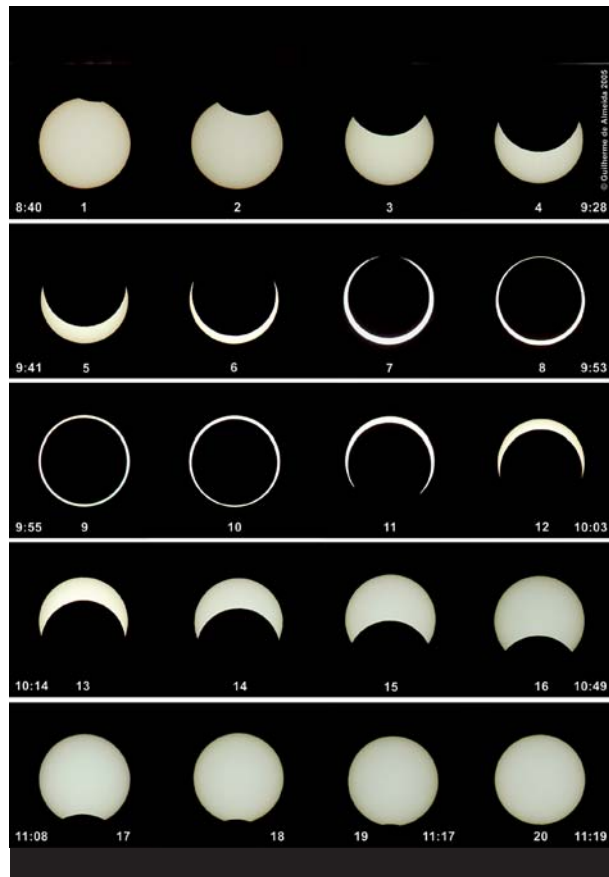
Durante a anularidade houve um abaixamento de temperatura mais pronunciado (cerca de 5 °C). A iluminação ambiente baixou bastante, mas não ficou escuro. O anel de Sol, bordejando o disco lunar, ainda iluminava, mas de forma mais fraca, quase mágica e surreal. As aves deixaram de cantar e fez-se um silêncio impressionante. A fase de anularidade (disco da Lua dentro do disco solar) durou 4 minutos e 6 segundos que correram céleres. 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.



Fig. 4. Composição de algumas imagens obtidas durante o eclipse anular de 3 de Outubro. A imagem maior, obtida às 10:03 (8 minutos depois da anularidade centrada) foi feita em maior escala, para destacar essa fase.

Fig. 5. Momentos sucessivos do eclipse anular de 3 de Outubro. Junto a algumas imagens está a 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. 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.



Terminado o eclipse, chegou o momento de desmontar e arrumar o equipamento nas suas malas e estojos de transporte. O procedimento rotineiro foi dificultado por alguma poeira levantada pelo vento. Pelas 11:50 tudo estava pronto. Esperava-nos a viagem de regresso a Lisboa. De passagem por Mogadouro, ao almoço, saboreámos a famosa "posta mirandesa".

UMA OUTRA PERSPECTIVA

As árvores de folhagem compacta permitem ver os eclipses do Sol numa outra perspectiva. 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, muitos crescentes minúsculos que são outras tantas imagens do Sol.

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. 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 se deve fazer com filtros especiais, e estes devem ser sempre colocados à entrada do sistema óptico, para que a luz solar que neles entra venha filtrada. À data do eclipse não havia manchas solares significativas, mas é frequente a nossa estrela apresentar manchas de dimensão superior ao diâmetro da Terra.

A análise 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 teria sido 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 após o 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 têm a particularidade de passar emocionalmente mais depressa do que o tempo contado pelos relógios. É sempre assim quando se assiste a algo de que se gosta... As recordações ficam e as imagens perpetuam o acontecimento.

BIBLIOGRAFIA

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