



APAA

Associação
Portuguesa
de Astrónomos
Amadores

ASTRONOMIA de Amadores

N.º 51 julho/dezembro 2016



DEM AÍ A LUA DAS COLHEITAS. PREPARE-SE - Guilherme de Almeida

FOTOGRAFE O SOL A PARTIR DA SUA VARANDA - Carreira Martins

A MATEMÁTICA DAS LENTES DE BARLOW - Guilherme de Almeida

COMO DETERMINAR FACILMENTE A MAGNITUDE LIMITE DO SEU LOCAL
DE OBSERVAÇÃO - Guilherme de Almeida

DEEP-SKY IMAGING - Pedro Ré



APAA

Associação
Portuguesa
de Astrónomos
Amadores

DESEJA PUBLICAR UM ARTIGO NA REVISTA *ASTRONOMIA DE AMADORES*?

**ENCONTROU UMA TÉCNICA INTERESSANTE DE OBSERVAÇÃO
OU DE ASTROFOTOGRAFIA QUE GOSTARIA DE PARTILHAR?**

CONTACTE A APAA ATRAVÉS DO E-MAIL: INFO@APAA.CO.PT

(Os artigos são sujeitos a uma apreciação prévia, pelo que a APAA não pode garantir a publicação de artigos que não reúnam os requisitos necessários).

ASTRONOMIA DE AMADORES

Revista de divulgação astronómica (n.º 51) — Julho/Dezembro — ano 2016

Propriedade: Associação Portuguesa de Astrónomos Amadores (APAA); P.C. n.º 501 213 414.

Sede: Rua Alexandre Herculano, 57- 4.º Dto., 1250 - 010 Lisboa (telefone: 213 863 702)

email: info@apaa.co.pt • <http://apaaweb.com/>

facebook: <https://www.facebook.com/pages/APAA-Associação-Portuguesa-de-Astrónomos-Amadores/286187630111>

REPRODUÇÃO PROIBIDA, EXCEPTO SOB AUTORIZAÇÃO EXPRESSA DA DIRECÇÃO DA APAA.

AS REFERÊNCIAS E AS CITAÇÕES DE PARTES OU CONTEÚDOS DESTA DEVEM INDICAR EXPLICITAMENTE A ORIGEM.

REVISTA ASTRONOMIA DE AMADORES

Equipa redactorial: Pedro Ré, Guilherme de Almeida.

Periodicidade: Semestral

Distribuição: a Revista **ASTRONOMIA DE AMADORES** é distribuída gratuitamente a todos os associados que à data da publicação do respectivo número estejam em pleno gozo dos seus direitos, assim como aos sócios honorários e membros do Conselho Técnico e Científico.

Conselho Técnico e Científico: Alcária Rego, Alfredo Pereira, António Cidadão, António da Costa, Cândido Marciano, Carlos Saraiva, Guilherme de Almeida, José Augusto Matos, Pedro Ré e Rui Gonçalves.

Colaboraram neste número: , Correia Martins, Guilherme de Almeida, Pedro Ré.

Artigos para publicação: Os trabalhos destinados a publicação, devem ser fornecidos em formato Word 2010 ou anterior, acompanhados de memorando explicitando o fim a que se destinam e sendo o conteúdo da responsabilidade dos autores. Só serão aceites trabalhos originais. Os artigos destinados a publicação serão previamente apreciados por um ou mais membros do Conselho Técnico e Científico ou da Redacção que, caso entendam necessário, incluirão nota devidamente assinalada. A APAA encoraja os seus sócios (e até os não sócios) a enviar artigos. Estes traduzem a opinião dos autores, e não necessariamente os pontos de vista da APAA.

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE ASTRÓNOMOS AMADORES (APAA)

Direcção

Presidente: Pedro Ré; **Vice-Presidente:** Carlos Saraiva; **Tesoureiro:** Pedro Figueiredo; **Secretário:** Vítor Quinta;

Secretário-Adjunto: Raimundo Ferreira.

Mesa da Assembleia-Geral

Presidente: António Magalhães; **Secretário:** Rui Gonçalves; **Vogal:** José Egeia.

Conselho Fiscal

Presidente: José Cardoso Moura; **Vogal:** Paulo Coelho; **Vogal:** Miguel Claro.

Pagamento de quotas

A quota mensal é de 2 Euros/mês, ou 24 Euros/ano.

As quotas podem ser pagas na sede, de 2ª a 5ª feira, das 10 h às 13 h e das 15 h às 19 h.

Pagamentos em cheque cruzado à ordem da APAA, vale postal ou transferência bancária.

Novos sócios:

Para se inscrever na APAA, basta enviar por carta, ou entregar pessoalmente na sede, uma folha A4 contendo nome, morada, data de nascimento, habilitações literárias e endereço e-mail (caso tenha), acompanhado de meio de pagamento da inscrição (5 Euros) e das quotas de pelo menos um trimestre (6 Euros). A quota mensal é de 2 Euros/mês. Os jovens até 25 anos têm uma redução das quotizações de 50%. Em <http://apaaweb.com/> existe um formulário de inscrição on-line que poderá facilitar todo este processo.

OBSERVATÓRIO APAA

Este observatório resulta de um protocolo estabelecido entre a APAA e o Planetário Calouste Gulbenkian. Denomina-se "Observatório Comandante Conceição Silva" e encontra-se anexo ao Planetário Calouste Gulbenkian, em Belém, junto ao Mosteiro dos Jerónimos.

ÍNDICE

VEM AÍ A LUA DAS COLHEITAS. PREPARE-SE	6
Guilherme de Almeida	
FOTOGRAFE O SOL A PARTIR DA SUA VARANDA	10
Carreira Martins	
A MATEMÁTICA DAS LENTES DE BARLOW	15
Guilherme de Almeida	
COMO DETERMINAR FACILMENTE A MAGNITUDE LIMITE DO SEU LOCAL DE OBSERVAÇÃO	21
Guilherme de Almeida	
DEEP-SKY IMAGING	33
Pedro Ré	



Imagem da capa: Messier 42. FS128 F/8.1, modified Canon 350D (Baader filter), 800ISO, 25x30s, SDMask, DDP. Processed with Maxim DL and Photoshop CS3. Pedro Ré (2010).

EDITORIAL

A Astronomia de Amadores é uma actividade fascinante, uma das poucas em que mesmo os amadores mais principiantes têm acesso *ao original*, e não a cópias desse original (já assim falava Robert Burnham Jr. (1931-1993) no distante ano de 1977, no seu *Burnham's Celestial Handbook*).

O muito famoso astrónomo francês Camille Flammarion (1842-1925), “o Carl Sagan do século XIX”, insistia na necessidade de uma revista de astrónomos amadores como factor essencial de coesão dos entusiastas desta prática. É esta a função da nossa revista ASTRONOMIA DE AMADORES.

Por outro lado, todos os artigos que abordam a entrada nas esferas da astronomia amadora, pelo mundo fora, insistem num ponto comum: quem quer conhecer o céu e aventurar-se nas maravilhas celestes deve, além de ler livros de iniciação, inscrever-se numa associação de astrónomos amadores. Isso possibilita ao novato o acesso a bons conselhos, partilha de experiências e *feedback* constante, quase em tempo real. É essa também a função da APAA. Junte-se à APAA.

Neste número temos um bom leque de artigos variados, desde os aspectos históricos e interpretativos da tradicional Lua das Colheitas, às recomendações e sugestões para fotografar o Sol com poucos meios e más condições. Da matemática das lentes de Barlow, agora apresentada com apresentação gráfica original e com gráficos de utilização simples, até ao método prático e funcional para determinar a magnitude limite do céu de um qualquer lugar onde os leitores se encontrem.

OS EDITORES



DEM AÍ A LUA DAS COLHEITAS. Prepare-se

Guilherme de Almeida
g.almeida(a)vizzavi.pt



Em cada ano podemos assistir a um fenómeno astronómico muito especial: a *Lua das colheitas*. Segundo, a tradição, ela foi essencial aos trabalhos nocturnos dos antigos agricultores, devido a uma conjugação de circunstâncias, que permitem que a Lua (cheia ou próximo de cheia) nasça quase à mesma hora, no início de noites sucessivas.

Abordagem histórica e interpretação simplificada da Lua das colheitas

A Lua das colheitas é a Lua-cheia mais próxima da data do equinócio de Setembro, que ocorre em cada ano por volta de 22 ou 23 deste mês e marca o começo do Outono no Hemisfério Norte. Mas o que é que a coincidência da Lua-cheia com o início do Outono tem assim de tão especial? Que espectáculo oferecerá a quem o quiser ver?

Em cada noite, a Lua nasce aproximadamente 50 minutos mais tarde do que na noite anterior. No entanto, próximo do equinócio de Outono, esta diferença reduz-se apenas a cerca de 30 minutos e essa proximidade horária persiste por várias noites sucessivas, em torno da data desta Lua-cheia. A justificação para isto é que, nesta época do ano, o plano orbital da Lua apresenta a inclinação mínima em relação ao horizonte leste. Tal inclinação é bastante menor do que nas restantes partes do ano (**Veja-se a figura 1**). Por isso, a Lua, nesta época, move-se (em relação às estrelas) pouco para leste e nasce apreciavelmente mais a norte, de noite para noite, o que a faz aparecer mais cedo do que se esperaria no início da noite seguinte.

Aparentemente isto não tem nada de especial, mas para quem observa habitualmente o céu, como os antigos agricultores, produz uma diferença enorme. Na época da Lua das colheitas, durante várias noites consecutivas antes e depois da data da sua fase cheia, a Lua (cheia ou quase cheia) nasce *quase à mesma hora*, ao anoitecer.

Alguns produtos agrícolas amadurecem sucessivamente entre os últimos tempos de Verão e o início do Outono, obrigando a uma sequência cansativa de colheitas. Antes de existirem lâmpadas eléctricas e tractores, os agricultores tinham uma vida tão preenchida e esgotante que precisavam de continuar a trabalhar após o pôr do Sol para completar as colheitas a tempo. A Natureza revela-se particularmente cooperativa em torno da data do equinócio de Setembro,

fazendo o nascer da Lua (cheia ou quase cheia) único em torno desta data. A Lua das Colheitas evitava um período de escuridão entre o pôr do Sol e o nascer da Lua ao longo de várias noites sucessivas. Quando a luz do Sol esmorecia, a oeste, a Lua nascia logo, a leste, iluminando pela noite fora os campos pujantes de vida. É esta proximidade entre as datas de nascimento da Lua quase cheia em noites sucessivas que torna a Lua das Colheitas tão especial e quase mágica.

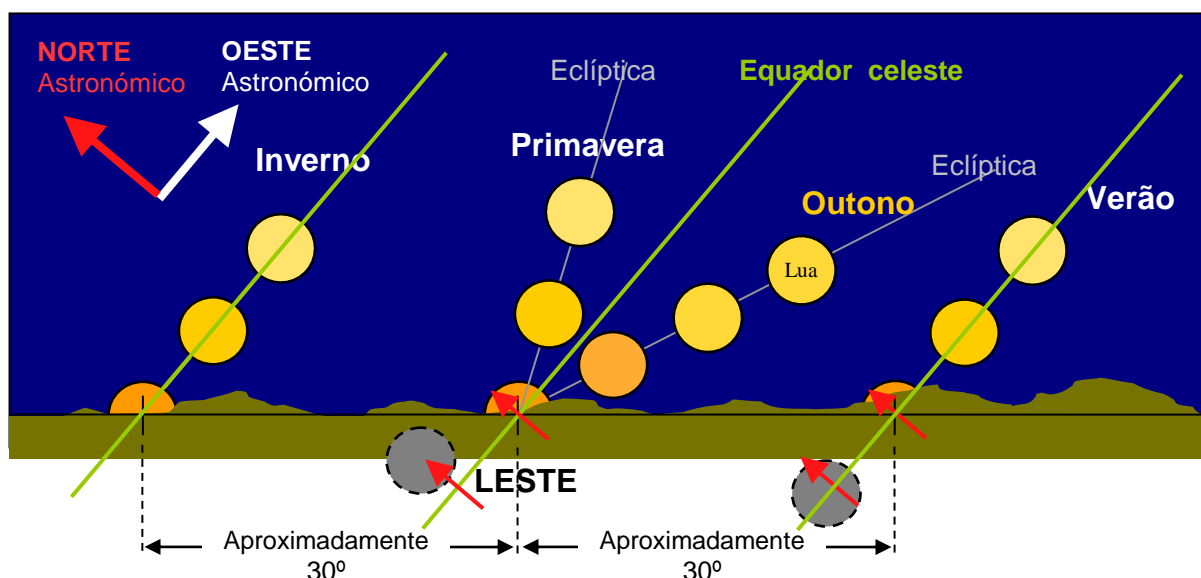


Figura 1 – O pequeno ângulo da eclíptica em relação ao horizonte, no equinócio de Setembro, significa que a Lua nasce mais para norte (e menos para leste) de noite para noite, o que a faz nascer mais cedo do que seria de esperar. As setas vermelhas estão igualmente espaçadas entre si, nos esquemas do Outono e do Verão. (Escreveu-se "leste", em vez de "este", para evitar confusão com o pronome demonstrativo da mesma grafia).

Mas o espectáculo tem mais encantos. A Lua junto ao horizonte aparece avermelhada devido à dispersão da luz nas poeiras e fumos, pois a luz que nos chega dos astros junto ao horizonte atravessa a atmosfera terrestre obliquamente, numa espessura muito maior do que quando olhamos para cima. E junto ao horizonte a Lua *parece* muito maior, de um tamanho extraordinário, devido ao efeito da ilusão da Lua.

Durante quase de uma semana, quase parece haver um "comboio de luas quase cheias"! Esta visão fascinante, ao longo de várias noites, repete-se todos os anos próximo da data do equinócio outonal. Como vai ser desta vez? Em 2016, o equinócio de Outono será a 22 de Setembro e a Lua cheia mais próxima ocorrerá a 16 de Setembro, perto da época favorável. A oportunidade de observação da Lua das colheitas decorrerá este ano entre aproximadamente 19 e 25 de Setembro, com a Lua quase na segunda giba ("giba" é um termo usado para designar as duas fases lunares intermédias entre a fase cheia e cada uma das quadraturas). No dia da Lua cheia, o nosso satélite ainda está a mais de 75° para oeste do ponto vernal e o efeito "Lua das Colheitas" não será notório.

A Lua das colheitas foi uma bênção para os agricultores de há mais de 100 anos e é ainda hoje um belo espectáculo de início de noite, celebrando o início do Outono no Hemisfério Norte. Quando o Sol se puser a 8 de Setembro, veja a Lua nascer e siga o seu rasto no céu, nas primeiras horas da noite. Para melhor desfrutar da continuidade do fenómeno, e da sua particularidade, assista sucessivamente ao nascer da Lua em várias noites de 20 de Setembro a 24 de Setembro.

Considerações astronómicas suplementares

Devido ao seu movimento orbital, a Lua desloca-se *aproximadamente* na eclíptica*, em relação às estrelas, cerca de $13,2^\circ/\text{dia}$ **, em média (ou seja, $360^\circ/27,3$), para leste, originando com isso dois importantes efeitos ou factores:

- 1- uma deslocação para leste, pelo que a sua ascensão recta, vai sempre aumentar, dependendo desse aumento da obliquidade em relação ao equador celeste da secção da eclíptica no ponto em que a Lua se encontra;
- 2- uma variação na sua declinação, cujo valor depende da posição da Lua em relação ao ponto vernal.

Devido ao efeito 1, para iguais deslocamentos da Lua na eclíptica, a contribuição desses deslocamentos para leste é máxima nos pontos solsticiais, pois aí o troço de eclíptica é paralelo ao Equador Celeste (a ascensão recta terá a máxima variação). Nos pontos equinociais essa componente de desvio é mínima em ascensão recta, dado que o troço de eclíptica em torno dos pontos equinociais é inclinado cerca de $23,5^\circ$ em relação ao Equador Celeste, pelo que a sua projecção em ascensão recta será mínima.

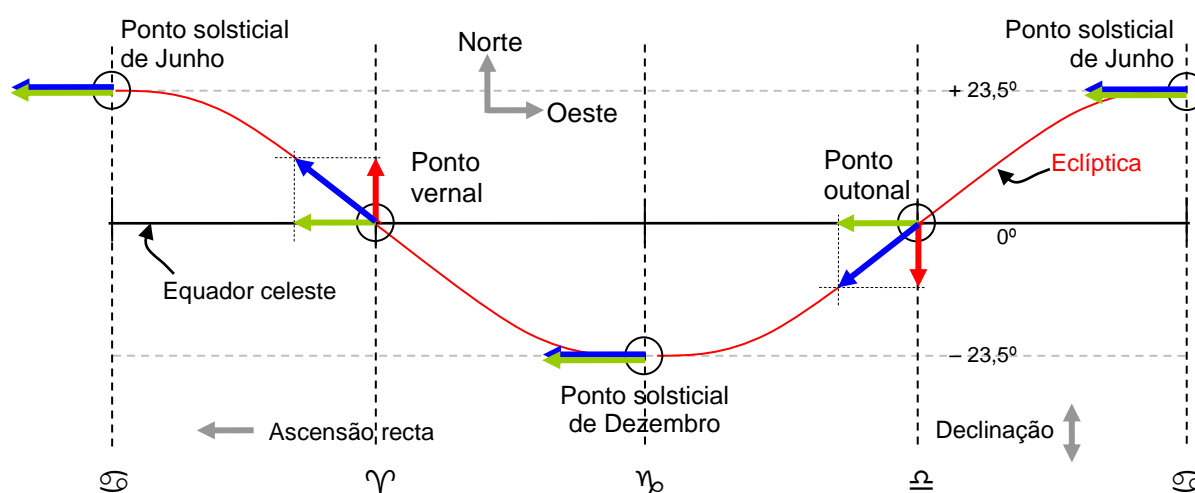


Figura 2 – Representação planificada da eclíptica e do equador celeste. Considera-se, por simplificação, a Lua sempre sobre a eclíptica (na realidade, o plano da órbita lunar está inclinado cerca de 5° em relação à eclíptica). Mostra-se a velocidade aparente da Lua na eclíptica (a azul), bem como as componentes dessa velocidade em ascensão recta (a verde) e em declinação (a vermelho). Guilherme de Almeida (2014).

Como resultado do efeito 2, considerando também iguais deslocamentos aparentes da Lua na eclíptica, a contribuição desse movimento em declinação é máxima nos pontos equinociais e é mínima nos pontos solsticiais, pelas razões já referidas de obliquidade dos correspondentes troços de eclíptica. Na vizinhança da passagem no ponto vernal, a Lua move-se para norte com o máximo de rapidez; ao passar próximo do ponto outonal, a Lua move-se para sul com o máximo de rapidez.

Da conjugação dos efeitos 1 e 2 acima referidos, resulta que, com a Lua nas proximidades do ponto vernal, ela desloca-se por dia para leste menos do que habitualmente, pelo que se atrasa menos no seu nascimento na noite seguinte (factor 1). Por outro lado, devido ao factor 2,

movendo-se a Lua mais para norte (irá nascer mais à esquerda do observador) de noite para noite, ela nasceria mais cedo, mesmo que não existisse o factor 1. Como sabemos, a Lua "nasce" devido à rotação da Terra. Da conjugação dos dois factores referidos, que se realçam mutuamente, nas proximidades do ponto vernal a Lua nasce com muito menos atraso em relação à noite anterior. E isto repete-se várias noites sucessivas.

A figura mostra que um atraso igual na eclíptica significa (com a Lua no ponto vernal), menor componente do desvio da Lua para leste (em relação às estrelas) e maior deslocamento para norte, de noite para noite.

Ora, a Lua está nas proximidades do ponto vernal (e na sua fase cheia) quando o Sol estiver nas proximidades do ponto outonal, ou seja no início do Outono. Como só excepcionalmente é que ocorre Lua cheia mesmo no dia do equinócio de Setembro, a Lua das colheitas de cada ano será a que ocorrem na data mais próxima de 22 ou 23 de Setembro desse ano.

[Por decisão pessoal, o autor não escreve segundo o acordo ortográfico de 1990]

[Todas as ilustrações são do autor]

Referências

http://ciencia.nasa.gov/ciencias-especiales/16sep_harvestmoon/
<http://earthsky.org/space/harvest-moon-2>
<http://earthsky.org/space/harvest-moon-2#which-night>
http://en.wikipedia.org/wiki/Harvest_moon#Harvest_moon

Para a explicação de alguns termos e concertos envolvidos, veja-se

Ferreira, M. e Almeida, G. – *Introdução à Astronomia e às Observações Astronómicas*, 7.^a ed., Plátano Editora, Lisboa, 2004).

Notas

* O ângulo entre o plano da órbita lunar e a eclíptica é de cerca de 5°, aqui não considerado por razões de simplificação e porque estamos apenas a apreciar variações.

** Devido à forma elíptica da órbita lunar, com excentricidade 0,055 (maior até que a excentricidade da órbita da Terra, 0,0167), e sendo ainda a órbita da Lua muito perturbada, a sua velocidade orbital é variável, pelo que este valor deve ser tomado em média, tal como os 50 minutos de atraso referidos no início deste artigo).

FOTOGRAFE O SOL

A PARTIR DA SUA VARANDA

Equipamento acessório de grande utilidade



Carreira Martins [martinsze\(a\)oniduo.pt](mailto:martinsze(a)oniduo.pt)

Na sequência do excelente e completo artigo de Pedro Ré sobre fotografia solar, publicado no número anterior da nossa revista, será natural que o mesmo tenha vindo a entusiasmar vários leitores, desejosos de obter belas imagens da nossa estrela. Porém, muitos entusiastas não possuem observatório nem as condições logísticas do nosso estimado presidente, mas, isso não os deve fazer desistir por falta de meios. Por isso mesmo, resolvi escrever estas linhas dando conta da minha experiência recente nesse campo.

Será por certo óbvio que não acrescentarei nada ao citado artigo, mas o meu objectivo é *diferente*: quero mostrar que, mesmo sem aquelas condições ideais, muito se pode fazer. Por essa razão, não me referirei nem à aquisição das imagens nem ao seu processamento e tratamento, já soberbamente plasmados. Quem sou eu para acrescentar mais nesse campo?

Limitar-me-ei a referir o local e as suas condições, o equipamento que uso e, **principalmente, o equipamento acessório que adaptei e/ou “bricolei”, para tornar a tarefa possível, o que se veio a revelar de grande utilidade.**

A varanda

Começamos pela varanda, que é a do meu quarto. É limitada a Norte por uma parede do prédio, visto que está encaixada num ângulo, e tem livre o lado Lés-sudeste até ao lado Sul. A maior dimensão é perpendicular à parede, onde está a porta, apenas um metro e meio. E a menor dimensão, paralela a essa mesma parede, com uns centímetros mais do que a largura da porta.

É fácil de intuir que é uma varanda pequeníssima, não permitindo sequer abrir completamente as pernas do tripé da montagem.

A montagem

Trata-se duma pequena e leve montagem dita de viagem *Celestron NexStar*, altazimutal, com *go-to*, alimentada por pilhas ou sector. Inclui tripé próprio, este sim, bastante estável e robusto. A colocação do telescópio, até 5 kg (máximo admissível), faz-se lateralmente, por meio de *dovetail* standard.

Está longe de ser a montagem “perfeita”, tendo vários defeitos: um seguimento apenas sofrível; uma resposta ao comando bastante delicada (e pouco linear); a circunstância de sofrer de oscilações, diria antes, “tremeliques”, sob os toques nos botões do comando e principalmente aquando dos ajustes no botão de focagem do instrumento, de tal modo que se torna muito difícil fazer a focagem fina da imagem no monitor do portátil.

Aqui chegados, é por demais evidente que, tais condições, nada têm a ver com as relatadas por Pedro Ré no artigo que leram no anterior número da revista mas “quem não tem cão...”

Apenas a título de informação, referirei o equipamento principal que pode, naturalmente, ser um qualquer, dentro das limitações da montagem.

O instrumento

Uma pequena luneta *William Optics* de 72 mm de abertura e 432mm de focal ($f/D=6$). É uma luneta apocromática, bem construída, com focador rotativo e desmultiplicado a 1/10.

O equipamento fotográfico

A câmara é uma QHY5 L II monocromática. Tem a forma de uma ocular e pesa apenas 45 g (menos do que uma ocular).

Com um sensor de 1280 píxeis x 960 píxeis (1,3 Mp) permite um enquadramento generoso e consegue chegar a um bom número de imagens/segundo. Como exemplo, a 800x600 vai até a cerca de 75 imagens por segundo. O seu preço é bastante módico.

Devo referir que abandonei o filtro frontal, folha *Baader*, quando no início do verão de 2015 apareceram no mercado os prismas de *Herschel* de 1.25" da marca *Lunt*, a preço bastante moderado. É óbvio que serão imprescindíveis os filtros ND 3 e verde ou "continuum", como já sabem das lições de Pedro Ré.

NOTA - Cabe aqui recordar que estes prismas só são utilizáveis em refractores

Os acessórios

Vamos agora aos tais acessórios, a parte que me parece com mais interesse neste artigo, pela utilidade que têm, no sentido de eliminar ou minimizar as más condições com que me deparo e que podem ser as mesmas de quem me lê.

A luneta, na sua montagem, fica o mais fora possível, para aproveitar o máximo da zona livre de visão que é razoável nos meses de Verão e bastante diminuta nos de inverno, quando o Sol se desloca muito cedo para o Sul.

O portátil fica já no interior para não ficar exposto ao Sol, o que prejudicaria enormemente a imagem no monitor. Para que o portátil possa ficar bastante perto da luneta e à mesma altura, construí dois acessórios:

- **1º. acessório** – Uma plataforma com um rectângulo de contraplacado que fica assente num tripé. Qualquer tripé serve desde que tenha estabilidade para o PC não ir parar ao chão. No meu caso comprei um, por "dois tostões", numa montagem equatorial pequena e que estava inutilizado para essa finalidade, mas que permitiu ter uma base para a plataforma, muito mais ampla em relação a um tripé de modelo fotográfico. A regulação das pernas permite ter o PC à altura ideal. Fazendo parte deste tripé vem o...

- **2º. Acessório** – Para eliminar os citados tremeliques na focagem, comprei um focador electrónico da *Sky Watcher*, bastante barato mas muito preciso, que montei na luneta.

O comando deste focador fica instalado na borda da plataforma, numa base forrada e ligada a esta por um suporte metálico comprado no AKI, seguro por um elástico forte, e obviamente ligado ao motor na luneta pelo seu cabo próprio.

Foram totalmente eliminados os tremeliques, visto que o comando está no tripé de apoio e obtive muito maior precisão na focagem.

Melhorei ainda a estabilidade da montagem, passando o suporte do seu comando para este mesmo tripé de apoio e assim eliminei também "as tremuras" que este provocava, quando seguro na mão, pela oscilação do cabo.



Figura 1 – A parte superior do tripé de apoio, com a plataforma, o comando do focador no seu local e ainda, numa das pernas, o comando da montagem no seu suporte/descanso.



Figura 2 – Vista global de todo o equipamento, pronto a ser utilizado.

Alguns procedimentos úteis

Estes procedimentos, a que se poderia chamar “truques”, não são exactamente acessórios mas, têm, no entanto, relevância para serem descritos. Trata-se sim, de colocar pedaços de velcro (ou um arame de torcer) em pontos estratégicos, no braço da montagem ou nas pernas do seu tripé, para segurar os diversos cabos de modo a que estes não oscilem e/ou não “puxem” pelos equipamentos a que estão ligados. São os casos do cabo do comando do focador e da câmara para o PC e ainda do comando da montagem.

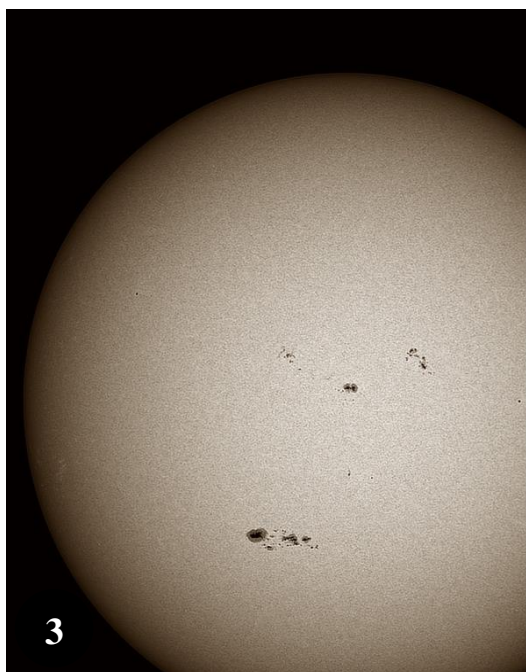
Um pormenor importante

O meu computador portátil foi adquirido na altura em que estavam na moda os monitores brilhantes – pelo menos nos baratos. Acontece que, embora o PC fique à sombra, eu próprio tenho de ficar ao Sol. Devido a estas circunstâncias, o que eu via no monitor era a minha cara e não a imagem do Sol.

Depois de muito procurar, não consegui encontrar uns filtros que antigamente se usavam para colocar sobre o monitor. Tive de optar pela solução mais drástica mas a melhor: substituir a tela do monitor por uma mate. Encontrei uma casa especializada, em Loures, que fez o trabalho em muito poucas horas, por um pouco mais de 100.00 €. Como pode vir a interessar aos meus leitores, aqui fica a indicação (passe a publicidade): **Mediatronik 219881176** www.mediatronik.net
Tem um site com os serviços, preços etc.

E os resultados?

Para finalizar, não obstante este singelo artigo não contemplar a fotografia propriamente dita, como prometido no início, mal seria que não mostrasse algum resultado. Para isso, os leitores podem ver as figuras seguintes, que foram obtidas nas condições e com o equipamento descritos ao longo deste artigo.



Figuras 3 e 4. Fotografia do disco solar quase completo, obtida no foco principal (3); a figura 4 evidencia conjuntos de manchas solares, numa imagem obtida com o auxílio de uma lente de Barlow de 2x.

E como “nem só de dia se faz astrofotografia”, a Lua está também à nossa disposição; basta esperar pela noite, quando ela se levanta a horas decentes para o meu caso. Para fotografar planetas, o diâmetro de 72 mm não chega. Dito isto, na figura 5 pode ver-se um mosaico com a imagem do Sol e outro com a imagem da Lua (cheia). Posso adiantar que a imagem do Sol reúne 4 imagens parcelares e a da Lua agrupa 9 imagens.

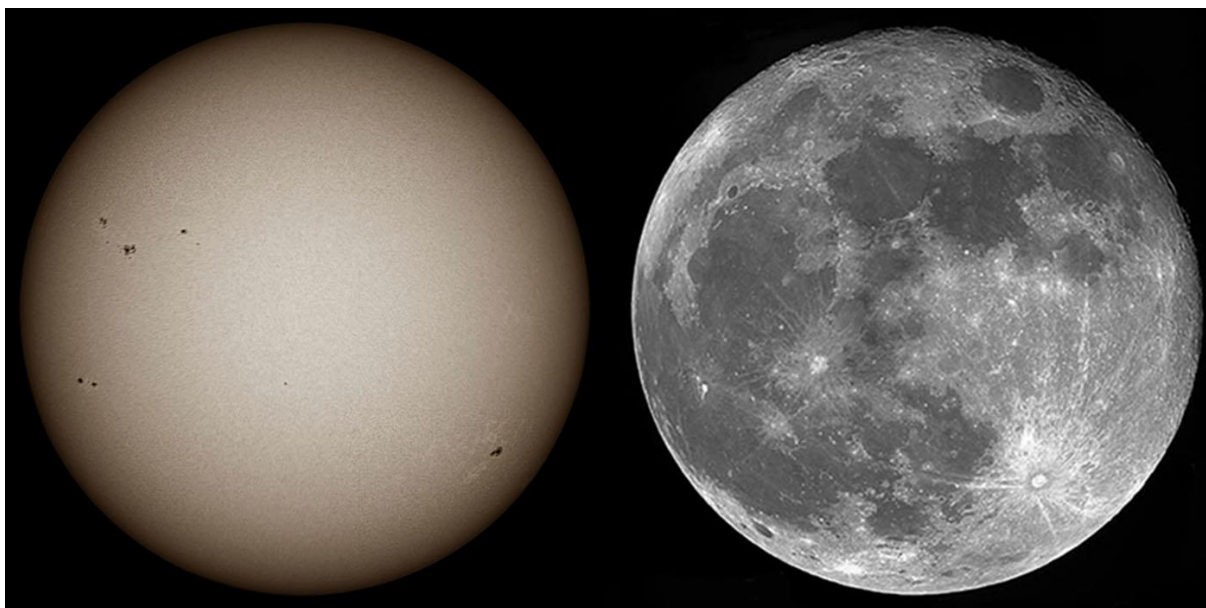


Figura 5. Fotografias do disco solar (à esquerda) e do disco lunar (à direita), completos.

Considerações finais

Como disse no início, este artigo destina-se a quem tem umas condições idênticas às minhas e não se “atrevia” a começar esta gratificante actividade, por pensar que tal não seria possível.

Quem tiver uma varanda maior (tenho uma mas está ocupada por mobiliário de jardim e vasos com plantas), ou terraço, com maior horizonte, onde possa colocar uma montagem mais a sério, tem a tarefa facilitada.

Note-se, no entanto, que um tripé de apoio como o descrito é útil em todas as circunstância. Posso informar que o utilizo no observatório (a céu aberto) da Sertã, para onde vai sempre comigo, mesmo para a fotografia do céu profundo. Pela sua mobilidade, pode colocar-se à distância ideal do telescópio. Com as pernas do tripé reguladas a meio comprimento, o computador portátil fica a uma altura conveniente para que o o utilizador trabalhe sentado, manobrando-o sem fadiga, o que proporciona uma comodidade muito apreciável.

Na esperança de ter contribuído para o vosso entusiasmo, desejo bons céus e boas fotos.

Carreira Martins – 2016

(Todas as fotografias são do autor)

A matemática das lentes de Barlow



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

Crédito da fotografia: Guilherme de Almeida (2004)

A lente de Barlow e a justificação do seu funcionamento foram já referidas anteriormente no número n.º 12 de *Astronomia de Amadores*, de Outubro-Dezembro de 2001, pág. 27 (artigo *O Mistério da Lente de Barlow*). O aspecto inovador do presente artigo reside no cálculo prático da amplificação *em uso* das lentes de Barlow (que não é fixa), segundo um processo independente do modelo e marca da lente de Barlow, adaptando-se a todas as marcas.

1. Introdução

A figura 1 mostra o corte longitudinal de uma lente de Barlow. Aumentos da distância d conduzem a amplificações (A) superiores à amplificação nominal da Barlow, o que permite, dentro de certos limites (v. nota 1) uma razoável flexibilidade quanto às amplificações possíveis com uma mesma lente de Barlow. Estes dados estão disponíveis para marcas e modelos determinados. Por exemplo, a marca *Televue* dá tabelas para as suas lentes de Barlow, relacionando A com d (utilizando d expresso em milímetros), o que só serve para os modelos indicados (v. nota 2). Neste artigo obteremos uma fórmula que serve para todas as lentes de Barlow, de qualquer fabricante e de qualquer modelo (v. nota 3).

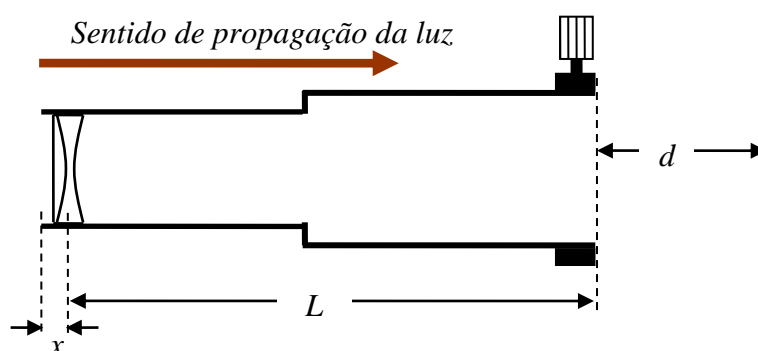


Fig. 1. Representação de uma lente de Barlow em corte longitudinal. A distância x mede-se entre o extremo do tubo e o ponto médio da lente (vale cerca de 7 mm). L é a distância entre o ponto médio da lente e a boca do tubo (onde se inserem as oculares). A distância d mede o afastamento entre a boca do tubo e o plano onde a imagem final se vai formar. Por concepção, a amplificação da Barlow é definida para $d = 0$. Imagem: Guilherme de Almeida (2016).

Na figura 2 podemos ver que a imagem primária do objecto observado, dada pela objectiva, forma-se (não havendo lente de Barlow) no plano focal que contém o foco principal-imagem, F' . Com a lente de Barlow, esta imagem primária é tomada como objecto virtual (à distância p

da Barlow) e a Barlow vai produzir, a partir deste objecto virtual, uma imagem real, mais afastada, à distância p' da lente de Barlow. Essa imagem será maior do que a imagem primária inicial.. No caso da figura 2, a Barlow está a amplificar 2x.

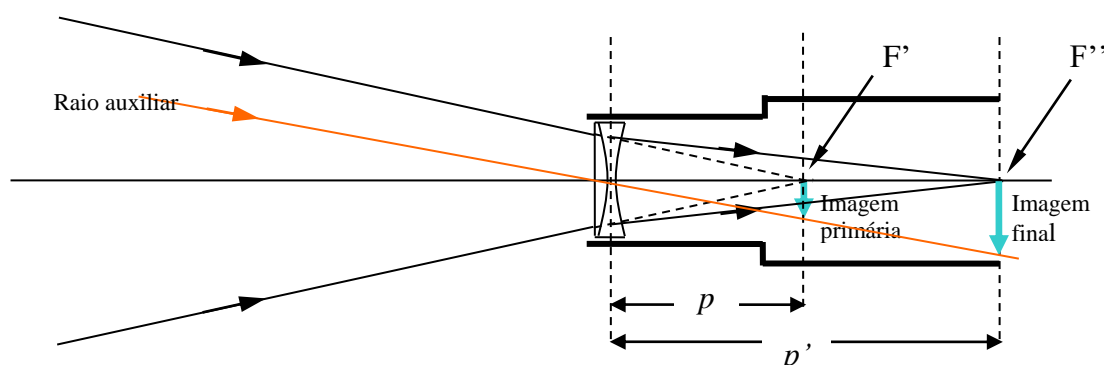


Fig. 2. A lente de Barlow estreita o cone de luz que vem da objectiva, de tal modo que a distância focal nativa da objectiva é multiplicada pelo quociente p'/p , denominado amplificação da Barlow. Por exemplo se $p'/p=2$, a amplificação da Barlow será de duas vezes (abreviadamente: 2x). Imagem: Guilherme de Almeida (2016).

2. Considerações inerentes ao cálculo

Dado que p é a distância entre a lente e um objecto virtual, esta distância (entendida como coordenada de posição) será negativa, por convenção óptica ($p < 0$). Assim sendo, a amplificação nominal (A) da lente de Barlow é dada por

$$A = -\frac{p'}{p}, \text{ ou seja, } p = -\frac{p'}{A}, \quad \text{(equação [1])}$$

onde p designa a distância da lente ao objecto virtual.

A equação de Gauss dos pontos conjugados relaciona a distância focal (f) de uma lente com a distância-objecto (p) e a distância-imagem (p'), na forma seguinte:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'},$$

Como a distância focal de uma lente divergente é, por definição, negativa, vamos incluir o sinal “-” já dentro da equação e passaremos a tomar o valor absoluto de f para a distância focal da lente de Barlow, nos nossos cálculos:

$$-\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}, \text{ e substituindo nela a equação [1], obtemos}$$

$$-\frac{1}{f} = -\frac{A}{p'} + \frac{1}{p'} \text{ de onde se obtém } p' = f(A-1) \quad \text{(equação [2])}$$

Como já se referiu, a *amplificação nominal* de uma lente de Barlow é definida para a distância d nula (o significado da distância d é explicado na figura 1). Neste caso, a imagem final forma-se no plano da boca do tubo da Barlow (com $p' = L$), situação típica do uso da Barlow com oculares, própria da observação visual. Porém, a amplificação nominal de uma lente de

Barlow *não é fixa* e depende da distância d . Valores crescentes de d ($p' > L$) conduzem a ampliações maiores do que a amplificação nominal.

No caso da observação visual, a ocular inserida leva o seu diafragma de campo praticamente para o plano da boca do tubo da Barlow e a amplificação pouco ou nada diferirá do seu valor nominal, gravado na Barlow. Porém, o observador *pode* criar intencionalmente uma distância suplementar (d) entre a boca do tubo da Barlow e a sua ocular, para obter uma amplificação superior à nominal. Para isso, utilizador visual pode inserir um tubo prolongador na sua Barlow. E com o presente artigo pode calcular a amplificação que a sua Barlow passa a ter.

Se d não for nulo, p' pode escrever-se como

$$p' = L + d.$$

Note-se que p' coincide com L para $d = 0$. Como já foi referido, a amplificação da Barlow só assume o seu valor nominal para $d = 0$.

No caso do uso astrofotográfico de uma lente de Barlow, a distância d nunca pode ser nula e em geral assumirá valores bastante significativos, que devem ser levados em conta, dado que modulam a amplificação da Barlow, determinando fortemente a distância focal *efectiva* que presidiu à captação da imagem.

3. Análise dos casos das Barlows de 2x e de 3x

Barlow de 2x

A equação [2] mostra que, numa Barlow de 2x ($A = 2$), no caso em que se faz uso da amplificação nominal ($d = 0$) se tem $p' = f(2 - 1) = f$, ou seja, neste caso $p' = f = L$. Esta circunstância sugere a utilização prática de L como “unidade” para a medida de d em todas as lentes de Barlow. Esta forma de quantificação permite uma muito maior generalidade de uso. O valor absoluto da distância focal desta Barlow é, conseqüentemente, $f = L$.

Por exemplo, se $d = L$, o novo valor de p' (que podemos designar como p'_2) será $p'_2 = 2f$ e a equação [2] dá-nos imediatamente

$2f = f(A_2 - 1)$; a nova amplificação, a que chamaremos A_2 , será tal que $2 = A_2 - 1$ e A_2 será, portanto, igual a 3 ($A_2 = 3x$). Se for $d = 2L$, obteremos $A_3 = 4x$ e assim sucessivamente.

Na Barlow de 2x, por cada acréscimo de $L/2$ (na distância d) a amplificação da Barlow soma 0,5x ao valor nominal. E soma 1x por cada acréscimo de valor L .

Barlow de 3x

No caso de uma Barlow de 3x, em uso com a sua amplificação nominal ($d = 0$, $p' = L$), a equação [2] mostra que a sua distância L vale $L = f(3 - 1)$, ou seja, $L = 2f$. O valor absoluto da distância focal desta Barlow é, portanto, $f = L/2$.

No caso em que $d = L$, o novo valor de p' (que podemos designar como p'_2) será $p'_2 = 4f$ e a equação [2] dá-nos imediatamente

$4f = f(A_2 - 1)$ e a nova amplificação, a que chamaremos A_2 , será tal que $4 = A_2 - 1$ e A_2 será, portanto, igual a 5 ($A_2 = 5x$). Se for $d = 2L$, obteremos $A_3 = 7x$ e assim sucessivamente.

Na Barlow de 3x, por cada acréscimo de $L/2$ (na distância d) a amplificação da Barlow soma 1x ao valor nominal. E soma 2x por cada acréscimo de valor L .

Para poupar cálculos eventualmente fastidiosos ao leitor, os dados foram generalizados para diversos valores de d e estão apresentados, já prontos a utilizar, na figura 3. Os mesmos dados apresentam-se também, de uma forma diferente, na figura 4.

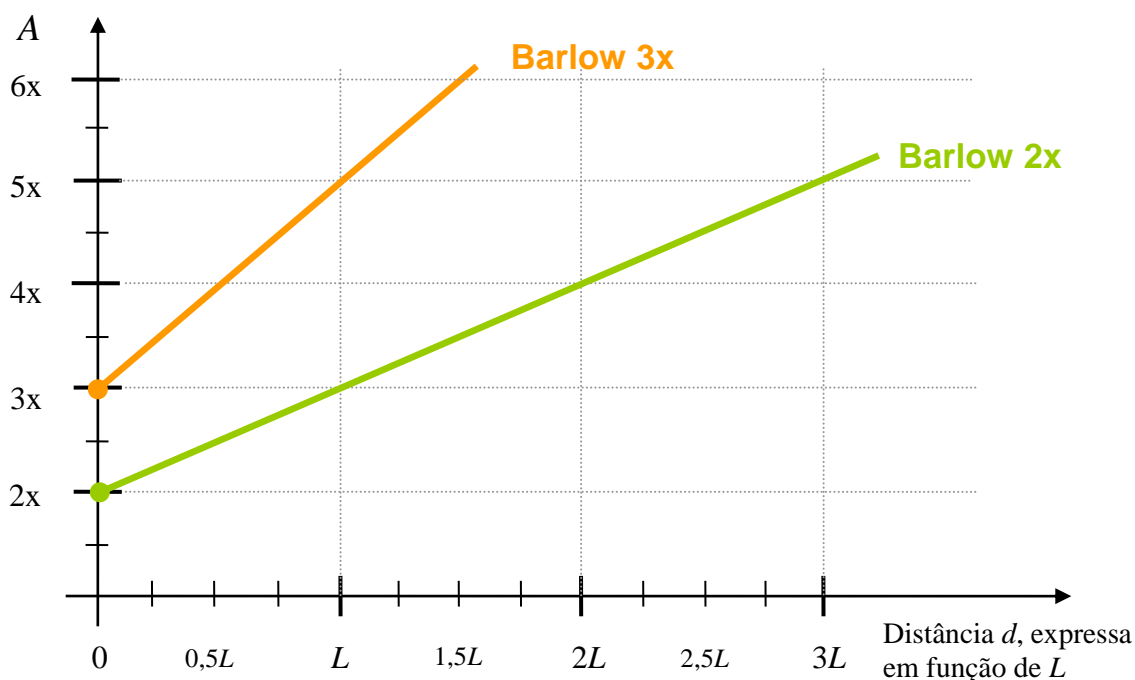


Fig. 3. Relação entre a distância d e a amplificação A de uma lente de Barlow (v. nota 4). Estes valores, pela forma como foram quantificados, servem para qualquer lente de Barlow, de qualquer modelo, de qualquer fabricante. Imagem: Guilherme de Almeida (2016).

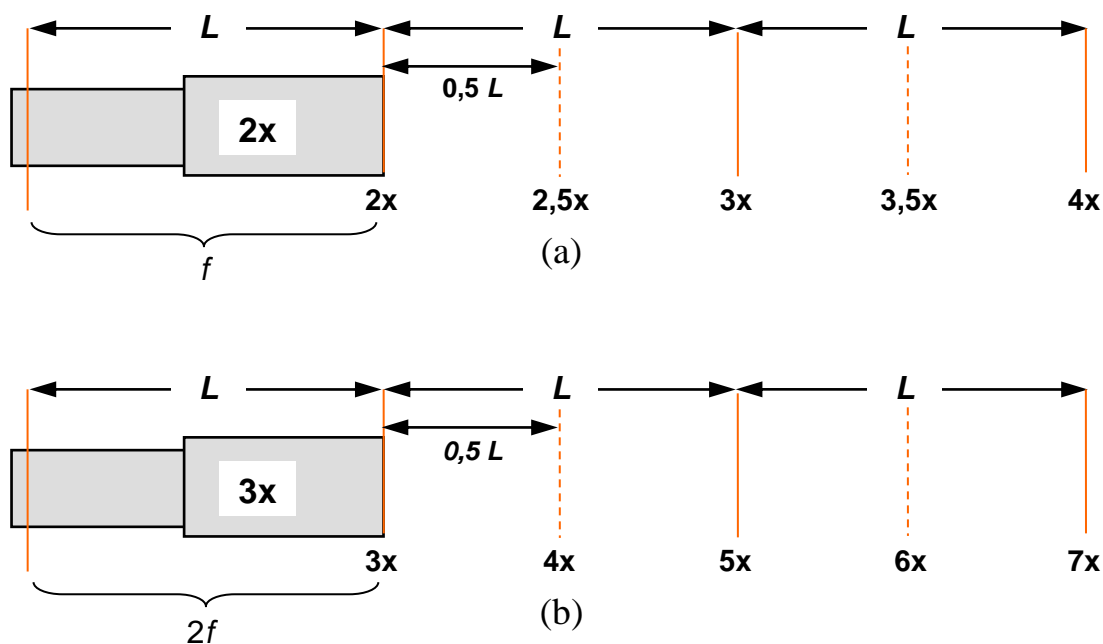


Fig.4. Resultados figura ex 3 expressos de outra forma. Variação de A com d , para diversos valores de d entre 0 e $3L$. Apresentam-se esquematicamente as posições dos planos-imagem para Barlows de 2x (a) e de 3x (b), com indicação das correspondentes ampliações obtidas. Imagem: Guilherme de Almeida (2016)

Recomenda-se ao leitor que, na medida de L na(s) sua(s) lente(s) de Barlow, não se esqueça de subtrair cerca de 7 mm ao comprimento total mecânico (o valor x está explicado na figura 1). Note-se que a distância p' é medida desde a lente (ponto médio da sua espessura) e não desde o início do tubo, dado que a lente tem pelo menos dois elementos e está em geral rebaixada em relação à extremidade do tubo.

O valor de x deve ser medido com cautela, em cada caso particular, mas sem obsessões de perfeição. Não é necessária uma grande exactidão na determinação de x , dado que x é muito inferior a L . Como L é quase sempre superior a 100 mm, um erro de 2 mm da determinação de x induz um erro relativo inferior a 2% na determinação de L .

4. Cálculo directo para uma lente de Barlow em particular

Também é possível personalizar o cálculo para a Barlow do leitor. Como sabemos que $p'=L+d$, a equação [2] pode ser reescrita como

$$L + d = f(A - 1), \text{ onde } A \text{ designa a amplificação em uso.} \quad \text{(equação [3])}$$

Nesta nova forma, é possível calcular pontualmente o valor de d para um dado A , e reciprocamente. No caso dos observadores visuais, para calcular o prolongamento a criar com vista a uma dada amplificação pretendida para a Barlow.. No caso dos astrofotógrafos, pode medir-se a distância d da extremidade do tubo da Barlow ao sensor, exprimindo essa distância em função de L . Basta depois utilizar a figura 3 (ou a figura 4), de modo a obter a amplificação que a lente de Barlow produz nessas condições.

Exemplo 1

Tome o leitor a sua Barlow nas mãos e meça a distância L . Admitamos que no seu caso obteve $L = 114$ mm. Se for uma Barlow de $2x$, o valor absoluto da distância focal dessa Barlow será $f = L$, ou seja, $f = 114$ mm (figura 4). Se a distância d for 62 mm, será, de acordo com a equação [3],

$$114 + 62 = 114 (A - 1) \Leftrightarrow A - 1 = (114+62)/114 \Leftrightarrow A = 2,54x.$$

Para $d=100$ mm obter-se-ia (usando o mesmo tipo de cálculo, mas com diferentes números) $A = 2,88x$

Exemplo 2

Também é possível, invertendo o cálculo, determinar o valor d adequado para obter uma determinada amplificação pretendida. Admita-se que o leitor tem uma Barlow de $3x$, com $L = 128$ mm. Neste caso $f = 128/2 = 64$ mm. Que valor d será necessário para obter $3,7x$?

$$128 + d = 64 (3,7 - 1) \text{ [utilizando novamente a equação (3)].}$$

$$128 + d = 172,8 \Leftrightarrow d = 44,8 \text{ mm} \approx 45 \text{ mm.}$$

Para obter $4,5x$ precisaríamos de $d = 96$ mm.

Exemplo 3

Podemos ainda utilizar apenas parte do tubo da Barlow, se ele puder ser desenroscado, de modo a colocar a lente mais perto (do que a distância L) da ocular ou do sensor fotográfico, obtendo uma amplificação *menor do que a nominal*. Isso pode ser feito quer no contexto do

exemplo 1 quer no contexto do exemplo 2. Para concretizar, admitamos que se tratava de uma Barlow de 2x, com $L=120$ mm (valor medido antes de desenroscar o tubo da Barlow); $f=120$ mm (por ser uma Barlow de 2x, $f=L$). Que amplificação se obterá, colocando a lente de Barlow apenas a 70 mm do sensor fotográfico?

A equação [2], $p' = f(A - 1)$, conduz-nos a $70 = 120(A - 1) \Leftrightarrow A = 1,58x$

Se a lente de Barlow fosse colocada a 58 mm do sensor, a amplificação obtida seria ainda menor: 1,48x.

5. Conclusão

Neste artigo procurámos desmistificar a lente de Barlow e mostrar que a sua amplificação nominal, gravada pelo fabricante, não é um valor fixo e que, consoante as condições de utilização, esse valor pode variar muito. Deste modo, fica o leitor alerta para a informação de que nem sempre está a usar a amplificação da Barlow que pensava ter ou, no sentido inverso, passa a poder modular intencionalmente a amplificação deste útil acessório, de acordo com os seus interesses e objectivos.

Este artigo original vai ao encontro dos interesses de muitos utilizadores de lentes de Barlow, quer na perspectiva meramente visual quer na utilização fotográfica. Resta-me esperar que os leitores encontrem utilidade neste artigo e que tirem dele o maior proveito possível.

[Por decisão pessoal, o autor não escreve segundo o acordo ortográfico de 1990]

Referências:

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

<http://www.platanoeditora.pt/index.php?q=C/BOOKSSHOW/15>

http://www.astrosurf.com/re/indice_teloscopios.pdf

(1) – De um modo geral, as lentes de Barlow são optimizadas para a sua amplificação nominal. Fora dela, a aberração de esfericidade (principalmente) aumenta à medida que cresce a distância d . No entanto, a imagem ainda é muito satisfatória para amplificações até ao dobro da amplificação nominal. No entanto, convém não abusar desta liberdade e com o triplo da amplificação nominal os resultados podem já não satisfazer o utilizador. Mas a experimentação é livre e recomenda-se.

(2) – Os dados indicados pela marca *Televue* podem ser vistos aqui:

http://www.televue.com/engine/TV3b_page.asp?id=52&Tab=_photo

http://www.televue.com/engine/TV3b_page.asp?id=53&Tab=_app#MagChart

(3) – O especificado neste artigo refere-se estritamente às lentes de Barlow, propriamente ditas, de qualquer marca e modelo, que em geral têm dois ou três elementos ópticos. Este artigo *não se aplica* aos sistemas telecêntricos como as *Powermate* e similares, que se fundamentam em outros princípios ópticos. Embora estes últimos sistemas possam ser usados *como* lentes de Barlow, não o são na acepção óptica do termo.

(4) – Se o leitor preferir uma fórmula generalizada (exprimindo directamente A como função de d), pode partir da equação (3), reescrevendo-a como $A = 1 + (L+d)/f$ e tendo em atenção que $f = L$ na Barlow de 2x e $f = 0,5L$ na Barlow de 3x. A representação gráfica será uma recta de ordenada na origem igual a $A_{(nominal)}$ e declive $1/L$ (na Barlow de 2x) ou $2/L$ (na de 3x), como mostra a fig. 3. Refira-se ainda que, por exemplo, numa Barlow de $A = 1,8x$, a equação $L = f(A-1)$ dá directamente $L = f(A - 1) = 0,8 f$.

COMO DETERMINAR FACILMENTE a magnitude limite no seu local de observação

Guilherme de Almeida

[g.almeida\(a\)vizzavi.pt](mailto:g.almeida(a)vizzavi.pt)



Um céu escuro, com o mínimo possível de poluição luminosa, é o requisito mais importante para as observações do céu nocturno. Estas podem fazer-se por pura curiosidade recreativa, reconhecendo (a olho nu) estrelas e constelações, ou ainda para observar objectos do céu profundo: nebulosas, galáxias e enxames de estrelas, utilizando telescópios. É conveniente que todo o observador seja capaz de avaliar a qualidade do seu céu, determinando a *magnitude limite* do seu local, o que é fácil de concretizar porque não exige instrumentos. Este artigo dá todos os meios para que o interessado o possa fazer. A percepção destes factos dará às pessoas uma sensibilidade que poderá levá-las a uma "competição saudável" em busca dos melhores valores, medidos com verdade e rigor.

O que é a magnitude limite?

Afirmar que o céu "é bom e bonito" não basta. É preciso avaliar, medir e eventualmente *certificar*, independentemente, com medições objectivas e comprováveis. Qualquer pessoa que já tenha olhado para o céu nocturno reparou certamente em duas características curiosas do céu:

1. O céu nocturno, visto de uma pequena aldeia, é muito mais bonito e permite ver muito mais estrelas do que o céu visível numa vila de média dimensão. Isso acontece porque numa pequena aldeia há muito pouca poluição luminosa (há pouca iluminação e pode evitar-se que aponte acima da horizontal). Numa vila de média dimensão, já se vêem menos estrelas devido à *poluição luminosa*, porque a iluminação excessiva e dirigida para cima aclara o céu e "mata o brilho" de muitas estrelas". Numa cidade o céu é muito mais pobre e desinteressante, devido à poluição luminosa ainda maior.
2. As estrelas são de brilhos diferentes, que vão desde as mais imponentes até às mais débeis que já custam a detectar a olho nu.

Os astrónomos classificam o brilho aparente das estrelas numa escala, chamada *escala de magnitudes* (V. nota final **1**), onde as estrelas *mais brilhantes* são classificadas com um número *menor* e as menos brilhantes com um número *maior*. As estrelas mais brilhantes que podemos ver no céu são de magnitude 1, as que são um pouco menos brilhantes do que essas classificam-se de magnitude 2, outras ainda menos brilhantes são de magnitude 3, etc. (V. nota final **2**).

Num local razoável, com pouca poluição luminosa, podem detectar-se a olho nu estrelas de magnitude 6. Se o local for *muito bom* um observador com boa visão pode detectar a olho nu estrelas ainda menos brilhantes, de magnitude superior a 6, como, por exemplo, 6,3 (o que implica que a poluição luminosa seja muitíssimo baixa nesse local e nos seus arredores). Em alguns casos pode chegar-se a 6,5 ou até um pouco mais: magnitudes próximas de 7. A figura abaixo ajuda a compreender a relação inversa entre o número que caracteriza a magnitude e o brilho das estrelas.

Existe um pequeno número de estrelas um pouco mais brilhantes do que as de magnitude 1, de que mão falámos ainda: O patamar a seguir, no sentido de maior brilho) é a magnitude 0 (zero) e depois -1 (menos 1). Mas isso não nos preocupará, como veremos.

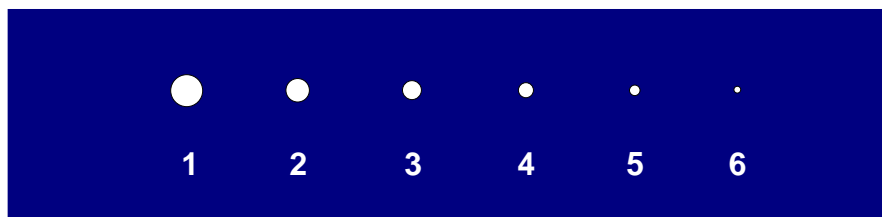


Fig. 1. Representação aproximada para ajudar a recordar a relação inversa entre magnitudes e brilhos das estrelas. Algumas estrelas são mais brilhantes do que as da magnitude 1 e têm magnitude zero. E há duas, ainda mais brilhantes, que têm magnitudes *negativas*. Créditos da figura: Guilherme de Almeida, 2014.

De acordo com o que foi acima referido, torna-se agora evidente que quanto mais estrelas forem visíveis no céu de um dado local, melhor será esse céu e melhor será esse local para ver estrelas, por ter *menos* poluição luminosa. A poluição luminosa aclara o céu, de tal forma que as estrelas mais brilhantes esmorecem o seu brilho aparente (mas ainda se vêem) apesar dessa poluição; mas as estrelas menos brilhantes (que ainda se viam num céu escuro) são "apagadas" selectivamente pela poluição luminosa e deixam gradualmente de se ver nos locais de poluição luminosa crescente. E as estrelas mais menos brilhantes são as de magnitude mais alta, como a Figura 1 mostra.

Chama-se *magnitude limite* de um local à magnitude das estrelas menos brilhantes *ainda visíveis* desse local: outras um pouco menos brilhantes do que essas já não se conseguirão ver a olho nu desse local (V. nota final 3). Por exemplo, se magnitude limite de um local for 5,5, desse local não se conseguirão detectar estrelas de magnitude 5,7. A magnitude limite revela-se claramente como uma *marca de qualidade* de um dado local, para a observação do céu. E pode servir como indicador da poluição luminosa num dado local. Assim sendo, um local A onde a magnitude limite é 5,8 será melhor do que outro local B em que a magnitude limite seja 5,1. A diferença está principalmente na menor poluição luminosa do local A e nos seus arredores. Um critério de certificação exige que, *no mínimo*, a magnitude limite seja 6 (abreviadamente $m_L \geq 6$), pelo que nenhum dos locais (A e B) seria certificado.

Felizmente, em Portugal ainda existem locais muito bons, como a região do Alqueva (se entretanto não a estragarem com sistemas de iluminação mal concebidos).

Nesta fase da leitura já se tornou evidente que quanto maior for a magnitude limite de um local, maior o número de estrelas que se poderão ver desse local, a olho nu. Além de se verem mais estrelas, a Via Láctea revela-se aos nossos olhos de forma mais impressionante. E as estrelas brilham com maior imponência, maior sensação de proximidade e encanto.

O "segredo" para a determinação da magnitude limite está pois na contagem de estrelas. Se se contarem mais, a magnitude limite será mais alta. Mas o leitor *não precisa* de se assustar. Ninguém lhe vai pedir a impossível tarefa de contar as estrelas de todo o céu, como veremos seguidamente.

Método para a determinação da magnitude limite de um local

As determinações da magnitude limite podem fazer-se facilmente, em poucos minutos, utilizando o método e os procedimentos preconizados pela IMO (*International Meteor Organization*). Neste método, contam-se as estrelas que são visíveis *numa pequena área do céu*, definida por estrelas fáceis de identificar.

A área em questão chama-se *campo de estrelas* ("star field") e é sempre um pequeno triângulo, ou um pequeno quadrilátero definido com uma determinada estrela em cada vértice (na linguagem popular dir-se-ia "em cada canto"). Os campos são bem especificados e delimitados, como veremos a seguir (págs. 4 a 7).

Não há nenhum susto escondido. Como os campos de estrelas são pequenos, o número de estrelas a contar não excede em geral 20. Quanto mais estrelas se contarem dentro de um campo, maior a magnitude limite do céu avaliado, como seria de esperar. Depois será necessário consultar uma tabela que indica a magnitude limite consoante a contagem obtida no campo respectivo. Os anexos no final deste artigo darão uma ajuda suplementar. Muito simples, portanto. Basicamente seguem-se estes passos:

1. Olhe para os mapas de campos de estrelas (mostraremos alguns mapas a seguir e diremos onde se pode ir buscar todos os outros) e escolha um ou mais campos de estrelas na área do céu que pretende e que está acessível à observação nessa ocasião. Há muitos campos de estrelas por onde escolher, como verá, mas há critérios de escolha que se indicam nos pontos 2 e 3 seguintes.
2. Deverá escolher um campo de estrelas que esteja a mais de 45° de altura, na ocasião da determinação da magnitude limite, pois a luz que nos chega das estrelas junto ao horizonte tem de atravessar a atmosfera da Terra obliquamente, num trajecto mais longo do que se fosse próximo da vertical, e essa luz é mais amortecida, falseando os resultados para pior.
3. Quanto mais próximo o campo de estrelas estiver do zénite, tanto melhor o resultado. O "zénite" é o ponto do céu mesmo por cima da sua cabeça, na vertical.
4. Procure então o campo de estrelas no céu, orientando-se pelas estrelas que no mapa lhe marcam os "cantos" e conte quantas estrelas consegue ver dentro desse campo (as estrelas dos cantos também entram na contagem). Tome nota do número de estrelas que contou e consulte a tabela (da página 8), que lhe indicará logo a magnitude limite correspondente.
5. Não faça "batota", ou seja, conte as estrelas do campo respectivo, obtenha a magnitude limite, mas não volte atrás, para uma nova contagem "melhorada" desse campo, se lhe parecer que o resultado a que chegou inicialmente não foi tão fantástico como esperava.

O método referido neste artigo tem duas grandes vantagens: 1.- as contagens de estrelas fazem-se em campos bem delimitados, sem margem para dúvidas; 2.- A escolha dos campos e as suas reduzidas dimensões permitem que as contagens raramente ultrapassem 20 estrelas, um número facilmente maneável.

Alguns cuidados a ter

Há alguns cuidados a ter na utilização correcta deste método. O resultado da medição é específico para cada observador. Pessoas com boa visão obterão resultados melhores (magnitude limite mais alta) do que as pessoas com pior visão. Quando se diz "boa visão", também se incluem as pessoas que precisem de óculos (e os utilizem), pois assim a sua visão também poderá ser boa e, apesar dos óculos, essa observação continua a considerar-se "a olho nu".

É claro que não basta sair da sala iluminada, chegar ao exterior e olhar para cima. É preciso esperar uns 20 minutos cá fora para que a visão se adapte à obscuridade, situação em que os olhos ficam muito mais sensíveis e conseguem-se ver muito mais estrelas do que se o observador passasse directamente à medição, logo depois de sair da sua sala iluminada. Para ler os mapas sem perder a adaptação visual, estes deverão ser iluminados com luz vermelha *suave* (luz "suave" quer dizer que se consegue ver o mapa com a lanterna vermelha a um palmo dos mapas, no máximo palmo e meio, não mais do que isso).

O uso de um laser verde ajuda na contagem, como se fosse um dedo a contar. Torna a contagem mais fácil, permitindo até que pessoas que não conhecem o céu possam também contar, desde que lhes seja dito e apontado, por alguém que conhece o céu, quais são exactamente os limites do campo de estrelas onde a contagem se vai fazer. Com o hábito tudo se torna mais fácil e mais rápido. No entanto, é essencial um *conhecimento básico* do céu (nos ANEXOS o leitor encontrará a informação adicional para o conseguir). Não é necessário um conhecimento avançado do céu nocturno.

O observador deverá escolher um campo de estrelas que ele considere que é capaz de localizar no céu com absoluta certeza. A Lua não deverá estar acima do horizonte, pois causa poluição luminosa e piora consideravelmente os resultados.

Pode obter um resultado mais rigoroso e objectivo fazendo médias entre os resultados de vários observadores como se indica no quadro anterior. Os observadores podem fazer as contagens separadamente e depois faz-se a média entre os resultados da magnitude limite obtidos por esses diversos observadores. Obtém-se assim um resultado mais objectivo e menos dependente das capacidades visuais de cada pessoa.

Lista dos campos definidos pela IMO

Campo n.º	Estrelas definidoras dos cantos dos campos de magnitude limite					
1	χ	DRA	– ζ	DRA	– δ	DRA – ξ DRA
2	β	PER	– δ	PER	– ζ	PER
3	23	UMA	– θ	UMA	– β	UMA
4	α	GEM	– ϵ	GEM	– β	GEM
5	ζ	AQL	– γ	AQL	– δ	AQL
6	α	AND	– γ	PEG	– α	PEG
7	α	CEP	– β	CEP	– δ	CEP
8	α	TAU	– β	TAU	– ζ	TAU
9	α	LEO	– β	LEO	– γ	LEO – δ LEO
10	α	VIR	– ζ	VIR	– γ	VIR
11	α	CRB	– γ	BOO	– α	BOO
12	α	SER	– β	LIB	– δ	OPH
13	β	LYR	– ζ	LYR	– θ	HER – ν HER
14	ϵ	CYG	– η	CYG	– γ	CYG
15	β	DRA	– τ	HER	– π	HER
16	α	CVN	– ϵ	UMA	– η	UMA
17	ϵ	AUR	– θ	AUR	– δ	AUR
18	μ	AND	– γ	AND	– ϕ	AND
19	κ	DRA	– α	DRA	– β	UMI
20	42	CAM	– β	CAM	– γ	CAM
21	α	PSA	– 98	AQR	– δ	AQR
22	β	LEP	– β	ORI	– 53	ERI
23	δ	CRV	– γ	CRV	– ϵ	CRV – β CRV
24	β	LIB	– γ	LIB	– σ	LIB – α LIB
25	α	SCO	– ϵ	SCO	– χ	LUP
26	γ	TRA	– α	TRA	– η	ARA – α CEN
27	β	CEN	– α	CRU	– γ	CRU
28	β	CAR	– ϵ	CAR	– ι	CAR
29	γ	HYD	– α	HYD	– β	HYD
30	α	TUC	– α	PAV	– ϵ	PAV

A IMO (*Internacional Meteor Organization*) define 30 campos de estrelas distribuídos por todo o céu, de modo que haja sempre mais do que um campo em condições de ser utilizado em qualquer momento e em qualquer lugar da Terra.

O quadro ao lado mostra esses campos, numerados de 1 a 30, e as estrelas definidoras dos seus vértices. A simbologia utilizada para designar estrelas e constelações será explicada adiante, nos ANEXOS.

Por isso devem utilizar-se apenas os restantes, de 1 a 20, mas *apenas quando estejam a suficiente altura* acima do horizonte. O observador deverá escolher um campo que ele considere que é capaz de localizar no céu com absoluta certeza.

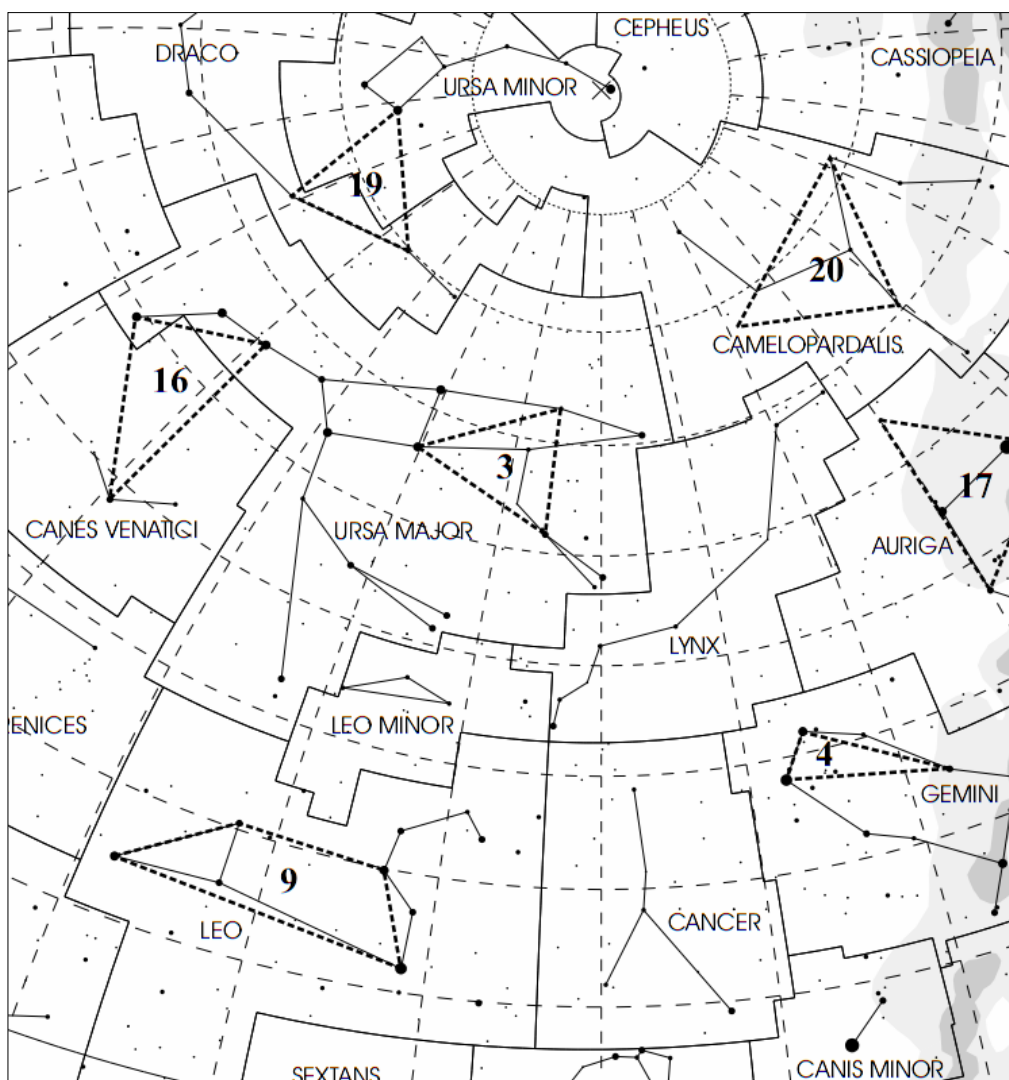
Os campos assinalados na zona branca podem atingir altura adequada para as medições, em Portugal Continental. Os que estão assinalados a amarelo, embora visíveis do território português, nunca atingem altura suficiente para as medições e devem ser evitados. Os campos assinalados a vermelho não são observáveis de Portugal Continental.

A Reserva Dark Sky Alqueva® foi distinguida pela UNESCO e pela organização Mundial do Turismo (em 2011) como a primeira reserva do mundo com a certificação *Starlight Tourist Destination* para a observação das estrelas. Para mais informações consulte-se o link www.darkskeyalqueva.com ou recorra-se ao correio electrónico genuineland@gmail.com.

Esta certificação assegura visibilidade internacional, mas também abre novas responsabilidades a quem actua turisticamente na área, no sentido de manter — ou até melhorar — os requisitos exigidos e saber avaliar se eles continuam dentro dos padrões estabelecidos

Mapas de campos de estrelas

Mostram-se seguidamente alguns exemplos de mapas definidos pela IMO. Mais adiante encontra-se o exemplo de uma das tabelas para transformar a contagem na medida da magnitude limite.

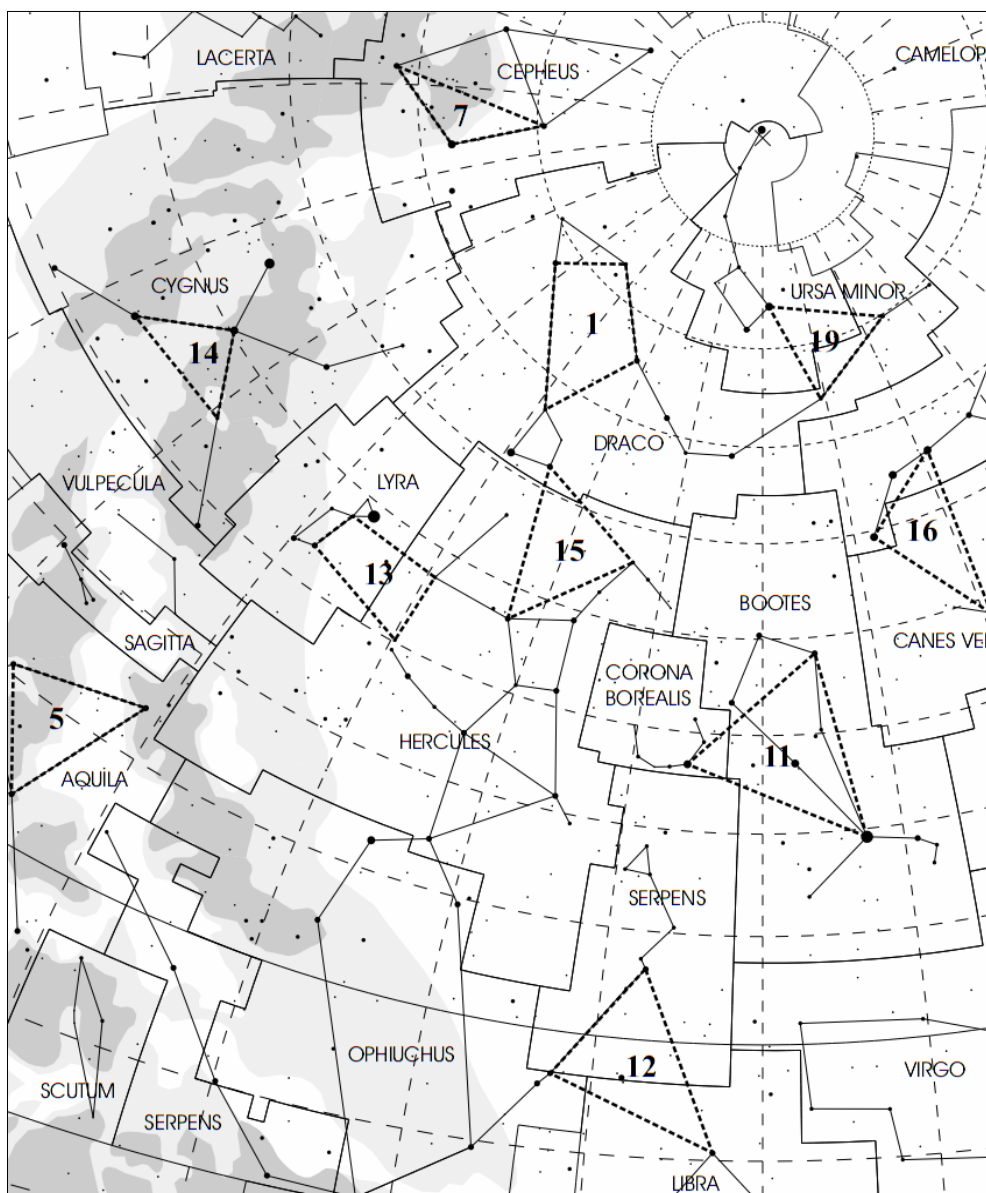


Exemplos de campos de estrelas observáveis nas noites da **Primavera** (documentação IMO).

NOTA IMPORTANTE

Há campos mais fáceis de localizar (e delimitar) do que outros. Escolha dois campos disponíveis, e dos quais tem a certeza de que os localiza correctamente. Determine separadamente a magnitude limite resultante da contagem em cada um desses campos e faça a média. Por exemplo, se num determinado campo a contagem lhe deu (após consulta à tabela) a magnitude limite 6,1 e se em outro campo a contagem lhe deu, por exemplo 6,3, a média será $(6,1 + 6,3)/2 = 6,2$.

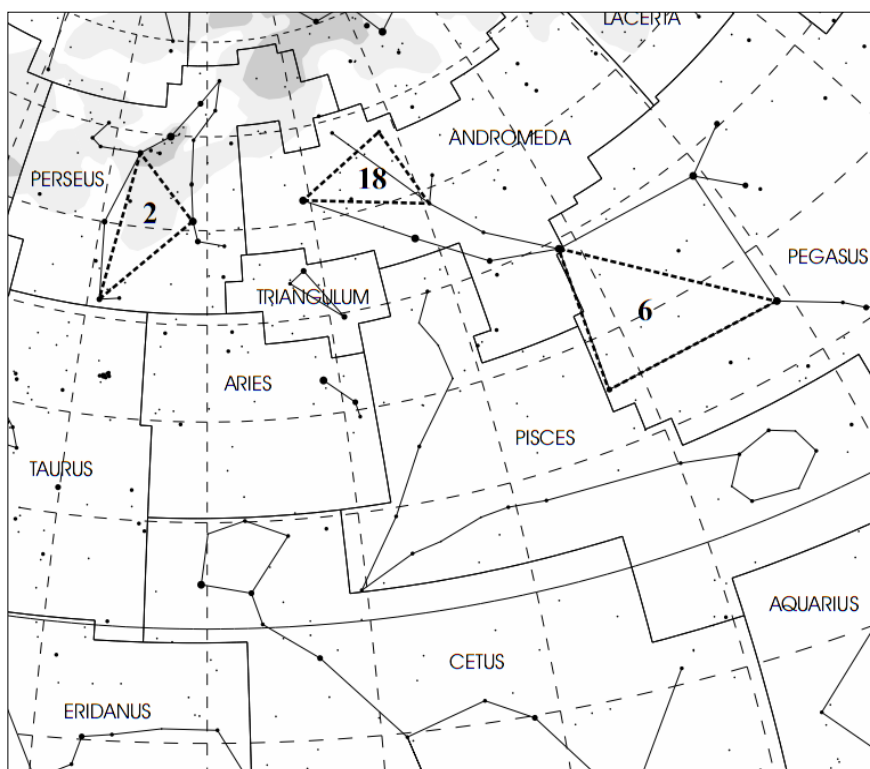
Se houver vários observadores, eles podem contar separadamente a faz-se a média entre os resultados da magnitude limite obtidos por esses diversos observadores. Obtém-se assim um resultado mais objectivo e menos dependente das capacidades visuais de cada pessoa.



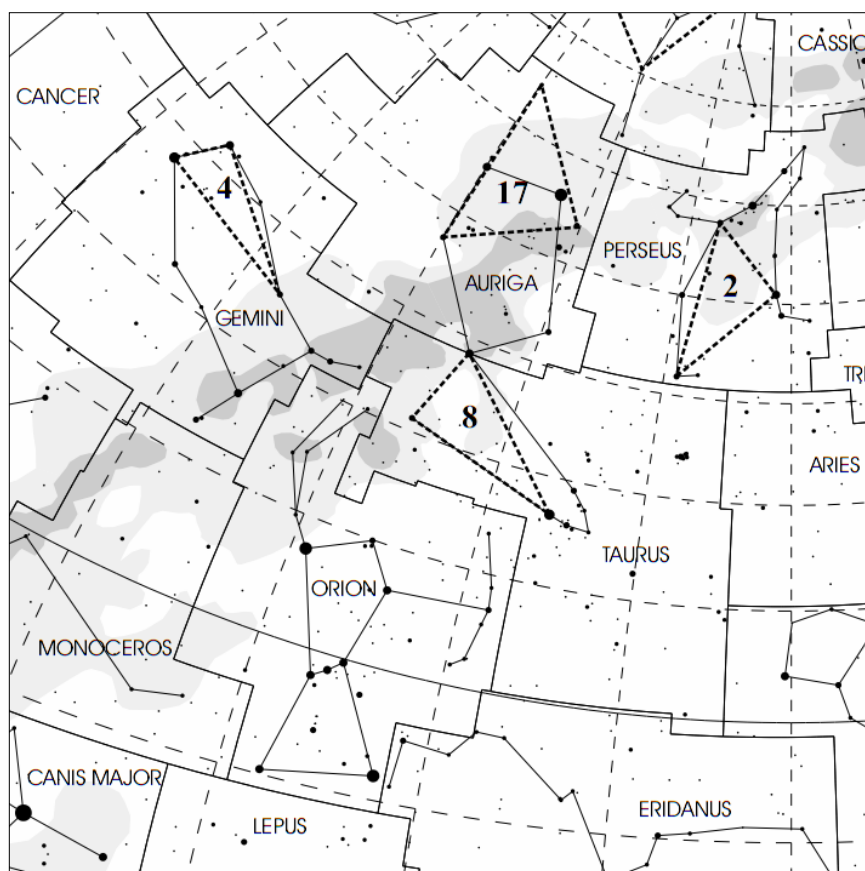
Exemplos de campos de estrelas observáveis nas noites de **Verão**.

Entre os diversos factores que caracterizam a qualidade do céu, a magnitude limite é o mais fácil de medir e é ao mesmo tempo *o único* que está directamente dependente das acções e atitudes locais (boas ou más) no que se refere aos sistemas de iluminação de cada local e dos outros locais próximos desse.

O uso de sistemas de iluminação inadequados, as práticas inadmissíveis e os "delírios iluminantes", num local onde o céu escuro é a marca de qualidade, podem envenenar de vez este magnífico projecto e este nicho de turismo, só possível em locais cada vez mais raros na Europa.



Exemplos de campos de estrelas utilizáveis nas noites de **Outono** (documentação IMO).



Nos ANEXOS a este artigo encontram-se informações sobre a simbologia dos nomes das constelações e sobre a identificação das estrelas e constelações no céu.

Exemplos de campos de estrelas utilizáveis nas noites de **Inverno** (documentação IMO).

Tabela para conversão da contagem em magnitude limite

A partir da contagem realizada, procura-se, na linha de cima, o número do campo de estrelas em questão. Descendo, na vertical procura-se o local onde se encontra o número de estrelas que foram contadas nesse campo. À direita desse número está indicada a magnitude limite (m_L) correspondente a essa mesma contagem.

1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
N	LM	N	LM	N	LM	N	LM	N	LM	N	LM	N	LM	N	LM	N	LM	N	LM
5	4.2	6	5.0	5	4.5	5	4.3	4	4.6	4	4.7	3	4.0	4	4.7	7	4.4	4	4.5
6	4.9	7	5.1	6	4.6	6	5.0	5	5.1	5	5.2	4	4.5	5	4.8	8	5.0	5	5.8
8	5.0	8	5.4	7	4.8	7	5.1	6	5.2	6	5.4	5	4.6	7	5.1	11	5.6	7	5.9
9	5.2	10	5.6	8	5.2	8	5.3	7	5.4	7	5.7	7	4.9	8	5.3	13	5.7	8	6.0
10	5.3	11	5.7	9	5.4	9	5.6	8	6.0	8	5.9	8	5.2	9	5.5	15	6.0	11	6.1
11	6.0	12	5.8	11	5.7	10	5.7	10	6.2	9	6.2	10	5.4	10	5.9	18	6.1	12	6.4
12	6.1	13	6.0	13	5.8	11	5.9	11	6.4	12	6.3	12	5.5	11	6.0	20	6.3	15	6.5
15	6.3	14	6.1	14	6.0	12	6.1	12	6.5	14	6.4	13	5.9	12	6.1	21	6.4	16	6.7
16	6.4	15	6.2	15	6.1	13	6.2	13	6.6	17	6.5	14	6.0	15	6.2	24	6.6	17	6.8
17	6.5	17	6.3	16	6.2	14	6.3	19	6.9	20	6.6	15	6.1	16	6.3	25	6.7	19	7.0
18	6.6	20	6.4	17	6.3	15	6.4	22	7.0	25	6.7	17	6.2	17	6.4	29	6.9	22	7.1
20	6.7	23	6.6	18	6.4	16	6.5	24	7.1	29	6.8	18	6.3	20	6.5	32	7.0	23	7.2
23	6.8	26	6.7	19	6.5	18	6.6	25	7.2	30	6.9	20	6.4	21	6.6	34	7.1	25	7.3
28	6.9	27	6.8	20	6.6	20	6.7	26	7.3	33	7.0	22	6.5	23	6.7	38	7.2	26	7.4
34	7.0	29	6.9	23	6.7	22	6.9	27	7.4	35	7.1	23	6.8	26	6.8	40	7.3	31	7.5
41	7.1	31	7.0	25	6.8	23	7.0			40	7.2	26	6.9	28	6.9	44	7.4		
46	7.2	35	7.1	27	6.9	25	7.2			43	7.3	33	7.0	29	7.0	45	7.5		
55	7.3	42	7.2	29	7.0	26	7.3			46	7.4	41	7.1	31	7.4				
60	7.4	44	7.3	33	7.1	30	7.5			49	7.5	48	7.2	32	7.5				
73	7.5	54	7.4	37	7.2							49	7.3						
		59	7.5	44	7.3							57	7.4						
				49	7.4							65	7.5						
				54	7.5														

Apresentou-se aqui apenas uma parte da tabela da IMO. Para obter os dados dos campos 11 a 30, consulte-se o link indicado abaixo, no retângulo amarelo.

EXEMPLOS UTILIZAÇÃO DA TABELA ACIMA REFERIDA

Exemplo 1: Admitamos que um observador, num dado local, contou **12 estrelas no campo 8** (na constelação do Touro). Neste caso a magnitude limite seria 6,1. Se tivesse contado 17 estrelas nesse campo (para isso o local deveria ter ainda menos poluição luminosa), a magnitude limite seria 6,4.

Exemplo 2: Num determinado local, um observador contou 8 estrelas campo 6 (na constelação do Pégaso). Neste caso a magnitude limite seria 5,9 e se a contagem tivesse chegado a 14 estrelas, a magnitude limite seria 6,4. Se contasse 20 estrelas, a magnitude limite seria 6,6, só possível num local excepcional

Quanto mais elevada for a magnitude limite, tanto melhor. Valores da ordem de 5,5 são medíocres. Acima de 6 são bons. Acima de 6,4 são muito bons.

NOTA IMPORTANTE

O procedimento completo deste método, assim como os mapas com a totalidade dos campos de estrelas e com a totalidade das tabelas podem ser acedidos livremente em

<http://www.saguaroastro.org/content/db/limit-mag.pdf>

Existe uma versão mais avançada e completa neste outro endereço:

<http://www.imo.net/visual/major/observation/lm>

Exemplo de resultados obtidos

Determinação da magnitude limite (m_L) num dado local

Campo de estrelas IMO N.º	Estrelas nos vértices do campo	Estrelas contadas pelo observador A e (m_L)	Estrelas contadas pelo observador B e (m_L)	Média das magnitudes limite A B	Média global (m_L)
2	β Persei δ Persei ζ Persei	12 ($m_L=6,0$)	14 ($m_L=6,1$)	6,0	6,2
8	α Tauri β Tauri ζ Tauri	15 ($m_L=6,2$)	18 ($m_L=6,4$)	6,3	

Conclusão

São vários os factores que caracterizam a qualidade do céu de um local. Na verdade, sobre alguns deles (pouca turbulência atmosférica, muitas noites por ano sem nuvens) o observador não pode actuar pois esses factores têm essencialmente a ver com as características geográficas de cada local. Porém, a magnitude limite é o mais fácil de medir e é ao mesmo tempo o único que está directamente dependente das acções e atitudes locais (boas ou más) de cada pessoa e de cada município. A continuidade da existência de bons céus está, por isso, também nas suas mãos

Deve ficar claro que a magnitude limite constitui uma *marca de qualidade* de um dado local, para a observação do céu. E pode servir como indicador da poluição luminosa desse dado local.

É perfeitamente possível a qualquer observador interessado fazer as suas próprias determinações da magnitude limite. Com isso poderão saber as condições do seu local de observação e compará-lo com outros, para referência. Qualquer pessoa razoavelmente motivada o pode fazer.

[Por decisão pessoal, o autor não escreve segundo o acordo ortográfico de 1990]

Veja os ANEXOS
nas págs. seguintes

NOTAS FINAIS

(1) Trata-se aqui de magnitudes visuais aparentes. Dizem-se *visuais*, porque é o olho que está a servir de "instrumento de medição". E *aparentes* porque se referem ao brilho que as estrelas nos mostram, sem ter em conta as distâncias a que se encontram de nós. Foram publicados artigos sobre magnitude estelar na revista *Astronomia de Amadores*, nos números 40, 41 e 42, para os quais se remetem os leitores que pretendam aprofundar esse conceito.

Consulta geral das revistas:

(2) A expressão "um pouco menos brilhantes" é uma simplificação. Na verdade quando a magnitude aumenta uma unidade (por exemplo da magnitude 2 para a magnitude 3, as respectivas estrelas são 2,512 vezes *menos* brilhantes ($1/2,512 \approx 39,8\%$). Do mesmo modo as estrelas de magnitude 1 são 2,512 vezes *mais* brilhantes do que as de magnitude 2. E as de magnitude 2 são 6,31 ($2,512 \times 2,512$) vezes mais brilhantes do que as de magnitude 4.

(3) A magnitude limite a olho nu é muitas vezes abreviada com a sigla inglesa NELM (*Naked Eye Limiting Magnitude*.) Há um outro critério, de avaliação da escuridão do céu, que é determinação mais complexa e exige instrumentos de medição, chamado "magnitude por segundo de arco quadrado" e abreviado com a sigla inglesa MPSAS (*Magnitude Per Squared Arc Second*). Existe uma correspondência aproximada entre os valores de **MPSAS** e **NELM**. O leitor pode encontrar um conversor automático em <http://unihedron.com/projects/darksky/NELM2BCalc.html>.

ANEXOS E INFORMAÇÕES ADICIONAIS

ANEXO A — PARA AJUDAR NA IDENTIFICAÇÃO DE ESTRELAS E CONSTELAÇÕES NO CÉU.

1) Abordagem inicial

PARA SABER QUE CONSTELAÇÕES ESTÃO ACIMA DO HORIZONTE EM QUALQUER DATA E HORA

ALMEIDA, GUILHERME DE — **O Céu nas Pontas dos Dedos**, 1.^a Edição, Plátano Editora, Lisboa, 2013. (pack livro+planisfério celeste multifuncional). ISBN: 978-972-770-928-1

Referência e sinopse em: <http://www.platanoeditora.pt/?q=C/BOOKSSHOW/7595>

Informação essencial: <http://www.platanoeditora.pt/files/271/7613.pdf>

PARA UTILIZAR O MÉTODO DOS ALINHAMENTOS NA LOCALIZAÇÃO DE CONSTELAÇÕES

ALMEIDA, GUILHERME DE — **Roteiro do Céu**, 5.^a edição revista e actualizada, Plátano Editora, Lisboa, 2010. ISBN: 978-972-770-243-5.

Referência e sinopse em: <http://www.platanoeditora.pt/index.php?q=C/BOOKSSHOW/17>

Índice: <http://www.platanoeditora.pt/files/271/965.pdf>

Introdução: <http://www.platanoeditora.pt/files/271/965.pdf>

2) Abordagem complementar (incluindo as letras gregas associadas às estrelas mais brilhantes)

ALMEIDA, GUILHERME DE; RÉ, PEDRO — **Observar o Céu Profundo**, 2.^a edição, Plátano Editora, Lisboa, 2003. ISBN: 978-972-707-278-1.

Referência e sinopse em: <http://www.platanoeditora.pt/index.php?q=C/BOOKSSHOW/18>

Índice completo: <http://www.platanoeditora.pt/files/271/964.pdf>

Introdução Integral: <http://www.platanoeditora.pt/files/271/967.pdf>

NOTA IMPORTANTE

As estrelas definidoras dos vértices dos campos de estrelas são indicadas por uma letra grega e pela abreviatura **IAU** (IAU=*Internacional Astronomical Union*) do nome da constelação a que a estrela pertence. O leitor não tem de se preocupar com a letra grega. Tem é de saber localizar no céu as estrelas definidoras do campo pretendido, que são geralmente apenas 3. E depois proceder à contagem, nos moldes já referidos.

Se tiver dúvidas sobre o nome ou a abreviatura da constelação, pode esclarecê-las no **ANEXO B**.

Se pretender *comunicar* a alguém os seus resultados basta dizer que no campo n.º "X" contou "Y" estrelas e que as tabelas da IMO lhe indicaram a magnitude limite "Z". E indicar o local de onde fez as medições. Isso pode ser confirmado e validado.

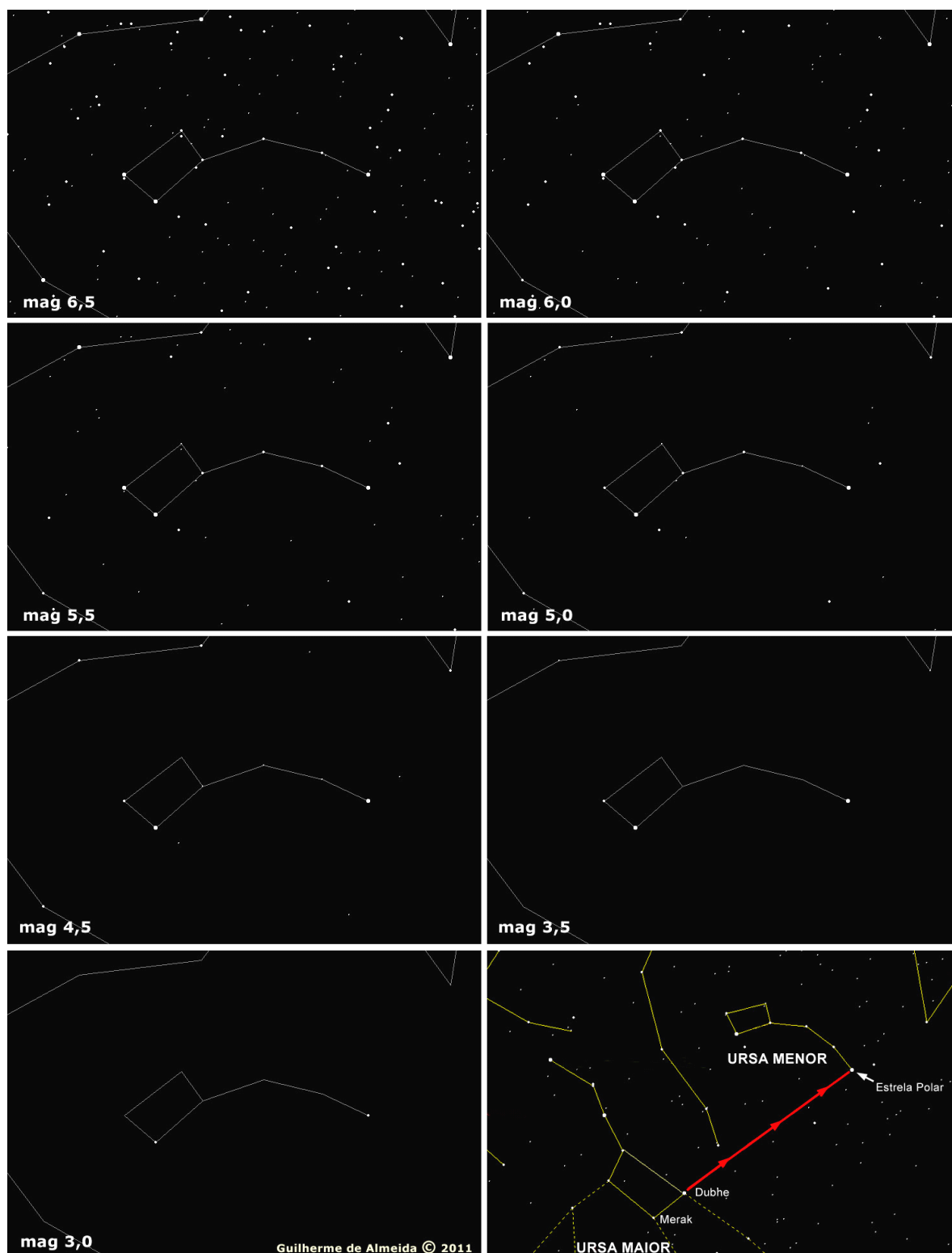
ANEXO B — TABELA DE NOMES E ABREVIATURAS DAS CONSTELAÇÕES

(ordem alfabética)

(abreviaturas de AND a IND)			(abreviaturas de LAC a VUL)		
Nome latino	Abreviatura IAU	Nome português	Nome latino	Abreviatura IAU	Nome português
Andromeda	And	Andrómeda	Lacerta	Lac	Lagarto
Antlia	Ant	Máquina Pneumática	Leo Minor	LMi	Leão Menor
Apus	Aps	Ave do Paraíso	Leo	Leo	Leão
Aquarius	Aqr	Aquário	Lepus	Lep	Lebre
Aquila	Aql	Águia	Libra	Lib	Balança
Ara	Ara	Altar	Lupus	Lup	Lobo
Aries	Ari	Carneiro	Lynx	Lyn	Lince
Auriga	Aur	Cocheiro	Lyra	Lyr	Lira
Bootes	Boo	Boieiro	Mensa	Men	Mesa
Caelum	Cae	Buril (ou Cinzel)	Microscopium	Mic	Microscópio
Camelopardalis	Cam	Girafa	Monocerus	Mon	Unicórnio
Cancer	Cnc	Caranguejo	Musca	Mus	Mosca
Canes Venaciti	CVn	Cães de Caça	Norma	Nor	Régua
Canis Major	CMa	Cão Maior	Octans	Oct	Octante
Canis Minor	CMi	Cão Menor	Ophiuchus	Oph	Ofiúco
Capricornus	Cap	Capricórnio	Orion	Ori	Orionte
Carina	Car	Quilha	Pavo	Pav	Pavão
Cassiopeia	Cas	Cassiopeia	Pegasus	Peg	Pégaso
Centaurus	Cen	Centauro	Perseus	Per	Perseu
Cepheus	Cep	Cefeú	Phoenix	Phe	Fénix
Cetus	Cet	Baleia	Pictor	Pic	Pintor
Chamaeleon	Cha	Camaleão	Pisces	Psc	Peixes
Circinus	Cir	Compasso	Piscis Austrinus	PsA	Peixe Austral
Columba	Col	Pomba	Puppis	Pup	Popa
Coma Berenices	Com	Cabeleira de Berenice	Pyxis	Pyx	Bússola
Corona Australis	CrA	Coroa Austral	Reticulum	Ret	Retículo
Corona Borealis	CrB	Coroa Boreal	Sagitta	Sag	Seta
Corvus	Crv	Corvo	Sagittarius	Sgr	Sagitário
Crater	Crt	Taça	Scorpius	Sco	Escorpião
Crux	Cru	Cruzeiro do Sul	Sculptor	Scl	Escultor
Cygnus	Cyg	Cisne	Scutum	Sct	Escudo
Delphinus	Del	Delfim	Serpens	Ser	Serpente
Dorado	Dor	Dourado	Sextans	Sex	Sextante
Draco	Dra	Dragão	Taurus	Tau	Touro
Equuleus	Equ	Potro	Telescopium	Tel	Telescópio
Eridanus	Eri	Erídano	Triangulum Australe	TrA	Triângulo Austral
Fornax	For	Fornalha	Triangulum	Tri	Triângulo
Gemini	Gem	Gêmeos	Tucana	Tuc	Tucano
Grus	Gru	Grou	Ursa Major	UMa	Ursa Maior
Hercules	Her	Hércules	Ursa Minor	UMi	Ursa Menor
Horologium	Hor	Relógio	Vela	Vel	Vela
Hydra	Hya	Hidra	Virgo	Vir	Virgem
Hydrus	Hyi	Hidra Macho	Volans	Vol	Peixe Voador
Indus	Ind	Índio	Vulpecula	Vul	Raposa

NOTA: As estrelas que definem as áreas de referência para a determinação da magnitude limite são indicadas na tabela da página 4 deste artigo com as abreviaturas internacionais (de 3 letras) das constelações a que pertencem. Para identificar os nomes dessas constelações veja-se a abreviatura na 2.ª coluna desta página (a **negro**) e o nome correspondente em português na coluna 3. Para informações sobre a localização das constelações no céu veja-se o ANEXO A.

ANEXO C — EXEMPLO DO IMPACTO DA MAGNITUDE LIMITE NO NÚMERO DE ESTRELAS OBSERVÁVEIS



Simulação do aspecto da região da Ursa Menor, em condições de poluição luminosa crescente. Em cada imagem, a magnitude limite vai indicada abreviadamente com "mag". No canto inferior direito mostra-se como localizar a Ursa Menor e a estrela Polar (de magnitude 2), a partir da identificação da Ursa Maior, seguindo a seta vermelha.. Imagens produzidas por Guilherme de Almeida com o *software SkyMap Pro*.

DEEP-SKY IMAGING

Pedro Ré

<http://re.apaaweb.com>

Astrophotography is one, if not the most interesting and challenging fields of amateur astronomy. It is the appealing concept of recording the images of deep-sky objects at distances so great that the light left the object long before the formation of our planet.

I have been interested in astronomy for more than 40 years and like most amateur astronomers I began with Emulsion-based photography. Star trails are a good starting point for beginners, followed by unguided images of the constellations using different emulsions and lenses. Then comes guided images, and I soon realized that an observatory and a fixed mounting were a must to achieve good astrophotographs. I tried many different emulsions such as Kodak spectroscopic films (103a-E, 103a-F, 103a-O), hypersensitized Kodak 2415 as well as several colour films for imaging the moon and planets. At this stage I built several telescopes that were housed in two different observatories. Most of the images were obtained with two Newtonian reflectors (300mm f/7.1 and 222mm f/5.8). Both had German equatorial mountings equipped with high precision gears in both axes. Good results were obtained with these instruments, but imaging galaxies and nebulae (my main targets) meant that I had to perform long exposures of several minutes or even hours. I had to overcome all the problems that arise when dealing with this (bad polar alignment, flexure of the guide scope, bad guidance...). Eventually good results were obtained using emulsions but progress was slow and not many different objects were imaged.

Enter the CCD revolution and digital astrophotography. CCD cameras have been available to amateur astronomers since the late 80's with the introduction of the SBIG ST-4. CCD detectors have high quantum efficiency (they can record up to 90% of the photons that strike them, and even more in professional systems) and exhibit a very good linearity (their output is almost directly proportional to the number of incident photons- there is no reciprocity failure as found in long exposure emulsion based astrophotography). This means that images of deep-sky objects can be obtained in a few minutes and the output can be processed using standard image processing techniques.

Several different types of CCD cameras are now available. Many considerations have to be taken into account when deciding which camera is the most adequate for your specific work. In 1994 I bought a HI-SIS22 CCD camera equipped with the KAF-0400 chip. It has 768x512 pixels, 9x9 microns, which provides a 6.9 X 4.6 mm photosensitive area. I bought the version with an anti-blooming system (KAF-400L) because I was interested in obtaining results with near photographic quality (this means that sensitivity is reduced by about 30%, not a very high price to pay). This chip is of the Multi-Pinned Phase type meaning that the dark current will be 10 times weaker than other CCD's. The actual noise level amounts to only 12 electrons. A 14-bit analog-to-digital converter produces images with 16,384 intensity levels. In 1998/99 a ST7 CCD camera a MX916 CCD camera and an Audine CCD camera were added.

I also bought a C14 equipped with a fixed pier and a Byers retrofit in 1989. I used this instrument and a Mead 2045 mounted piggyback for Deep-Sky CCD imaging with excellent results. The accuracy of the Byers drive was very high. It consisted of an ultra-precision 230mm 359-tooth gear with virtually no detectable periodic error (less than 3 arc seconds). The original C14 drive showed very erratic tracking with typical periodic errors of up to 120 arc seconds meaning that long exposures required constant corrections. Thanks to the installation of the Byers retrofit CCD imaging was easily achieved with a minimum guiding effort.

In 2005 I acquired a Paramount ME german equatorial mount that was installed on Pier Tech 1 telescope Pier.

Most of my recent deep-sky images are obtained with two apochromatic refractors (TMB152 F/7.9 & AP130 F/6) and two SBIG STL11000 CCD cameras (Figure 1).



Figure 1- Paramount ME, TMB152 F/7.9, AP130 F/6, SBIG STL11000M (Class 1), SBIG STL1000M (Class 2)

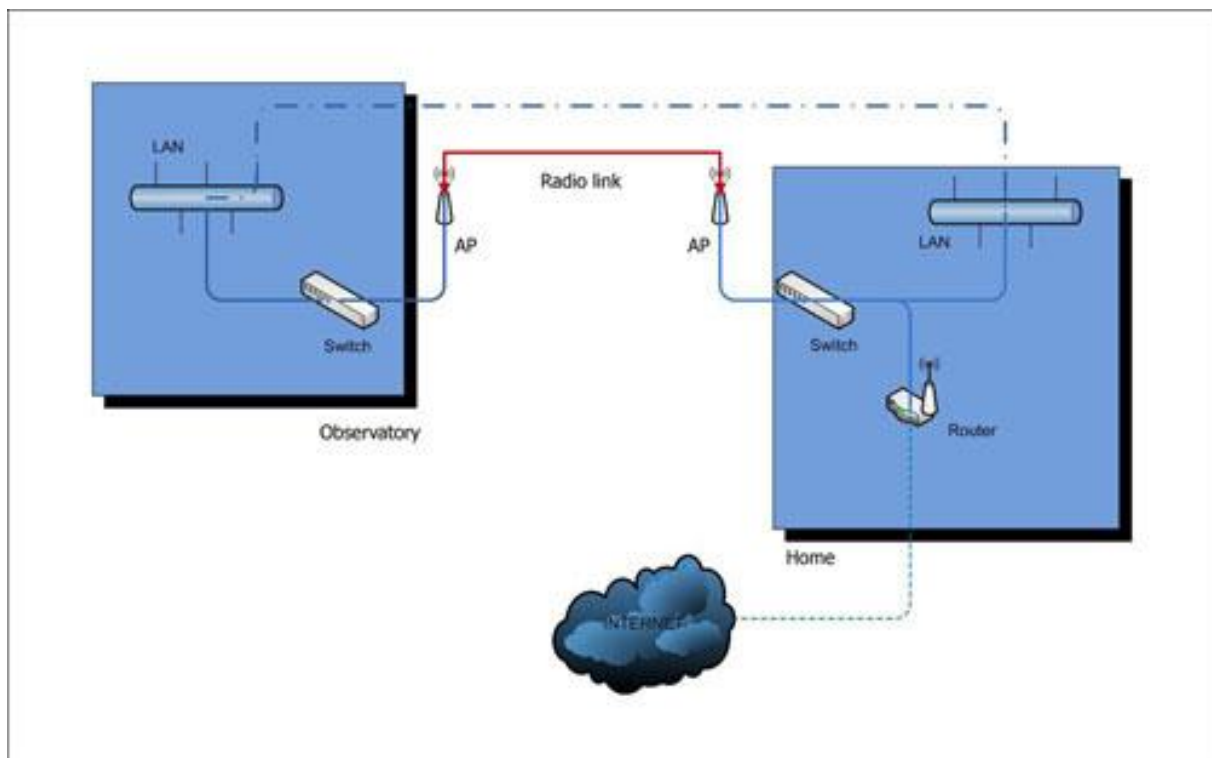


Figure 2 – Wi-Fi connection

The Paramount ME robotic equatorial mount has many interesting features:

- Integrated Electronic Control Panel
- Instruments payloads up to 68 kg
- Multi-port instruments, input panel to run all sorts of equipment
- Telescope serial and USB (MKS 4000) ports
- CCD camera power
- Two auxiliary serial ports
- Parallel port
- Focuser port
- Autoguider input port
- Two additional auxiliary power ports
- Large conduit to run additional cables through the mount
- Easily removable panel to access fuses, and electronic switches for Flash RAM control system software upgrades
- Research-grade 11.45-inch right ascension and 7.45-inch declination gears drive the Paramount. The right ascension gears guaranteed to have 5 arc seconds or less peak-to-peak periodic error.

This imaging setup is installed on a roll-off-rook observatory and can be controlled via a Wi-Fi connection (Figure 2).

The SBIG STL11000 are controlled with Maxim DL software. The new version of this programme has many acquisition and images processing features:

New Equipment Control Features

- Camera and ASCOM equipment is now multithreaded for smoother operation
- Automatic observatory shutdown sequence with user-settable triggers and sequencing
- Automated pier flipping with guide star reacquisition
- ASCOM Switch Control - remotely operate switches in your observatory
- Observatory webcam integration
- Davis weather station support - display status, update FITS headers
- Boltwood Cloud Sensor integration - display status, update FITS headers, protect observatory
- Improved autoguider performance
- Multi-star autoguiding
- Support for SBIG differential autoguider
- Support for single or dual axis dithering
- Hide unused Observatory window tabs
- Simulated telescope park option
- Bookmark locations in the sky

New Processing and Analysis Features

- Quick Colour display for RAW images - see approximate colours before performing Colour Conversion (debayer)
- Narrowband image blending tool - stack arbitrary numbers of planes with either realistic or false colours
- Multispectral photometry
- Photometry includes astrometric or automatic star matching for automatic target identification

- Perform batch photometry on thousands of images including multiple targets
- PinPoint V6 support - all sky searching, new catalogues
- PinPoint is now "modeless" for easy application to multiple images
- Flatten background can now save and load profiles - apply the same profile to multiple images
- Completely redesigned calibration wizard for quick and easy calibration setup
- New options and other improvements for existing image processing commands

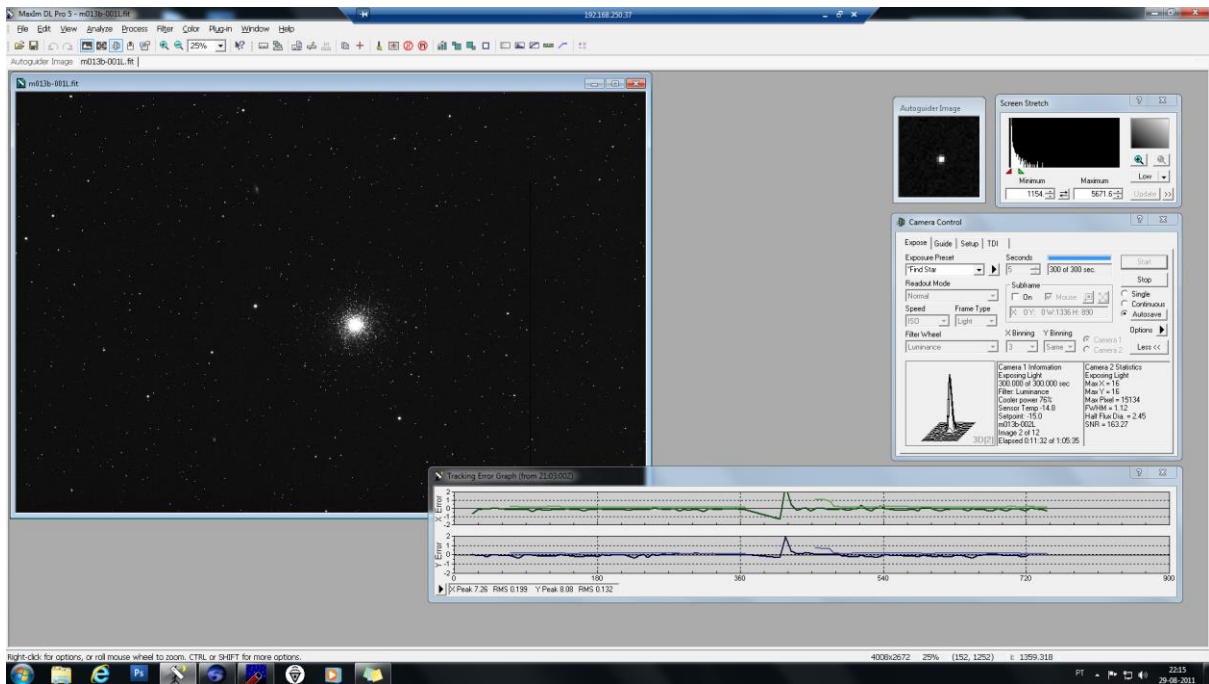


Figure 3 – Screenshot Maxim DL (Wi-Fi connection)

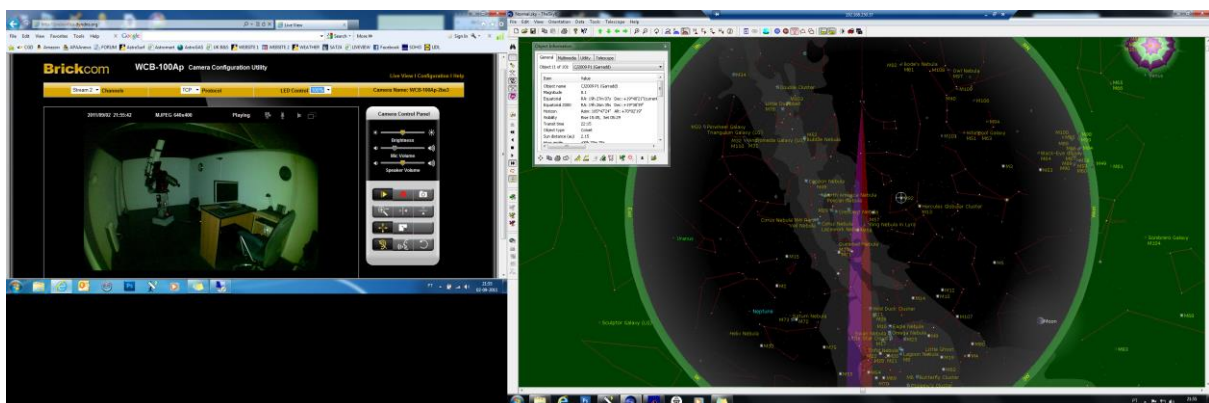


Figure 4 – Screenshot, The Sky 5.0 + IP camera (Wi-Fi connection)

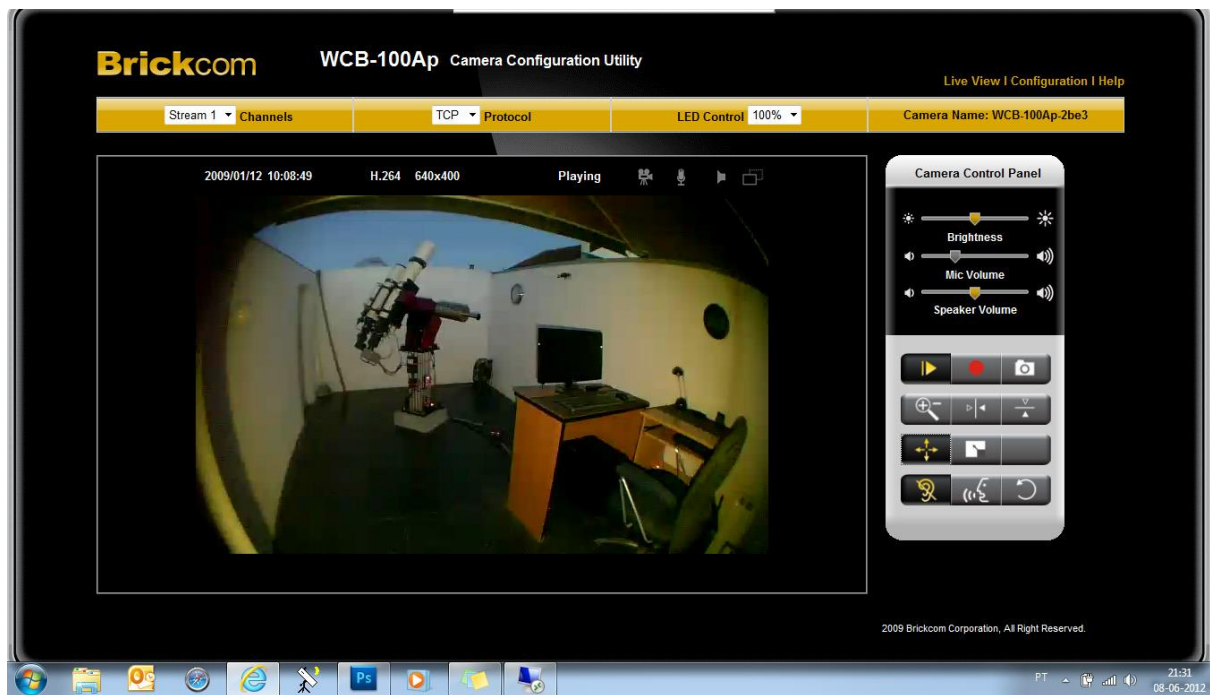


Figure 5 – Screenshot, IP camera (Wi-Fi connection)

The image processing flow I follow in most of my Deep-Sky imaging sessions is described below:

LUMINANCE AND H-ALPHA PROCESSING FLOW

- Acquire deep-sky images (Maxim DL)

Calibrate, align and combine CCD images (Maxim DL)

- Calibrate raw images
- Use manual (2 stars) or automatic alignment operations (Auto correlation or Auto star matching)
- Use Median, SDMask or Sigma Clip for all combination operations
- Perform a DDP-style stretch on the combined image (Don't do any sharpening as part of DDP). This is accomplished by selecting the "user" kernel filter, and setting the filter coefficients to 1.0 in the centre, and zeros elsewhere). DDP with a small sharpening can also be used with good results (FFT Low-Pass, Custom 25 a 35% Cut-off)
- Save the image (FITS format IEEE Float)

Final Processing (Photoshop)

- Load the FITS DDP-stretched image into Photoshop (using Fits Liberator)
- Use Curves to adjust contrast and brightness
- Save the final 16-bit TIF file
- Convert to 8-bit and save JPG file

LLRGB PROCESSING FLOW

- Acquire deep-sky images

Calibrate, Align and Combine CCD images (Maxim DL)

- Calibrate raw images
- Do any star de-blooming repair prior to alignment and combination (non anti-blooming CCD cameras)
- Combine images for each channel (L, R, G, and B) (use SDMask for Luminance and Median Sum for RGB files, use manual or automatic alignment operations)
- Perform colour balancing for each colour channel (*e.g.* SBIG ST-10XE RGB= 1.0, 1.1, 1.9)
- Combine the images into an LRGB image in Maxim DL
- Perform a DDP stretch on the Luminance image
- Perform a DDP stretch on the LRGB image
- Boost colour saturation after DDP if needed (save in 16-bit TIFF format)

Final Processing (Photoshop)

- Load the Luminance FITS DDP-stretched image into Photoshop (using Fits Liberator)
- Use Shadow & Highlight (30:50:10, 50:50:10) or Levelizer plugin (Starizona Photoshop Plugin Package)
- Use Curves to adjust contrast and brightness
- Use (if necessary) Neat Image Photoshop plug-in to remove grain
- Load the LRGB 16-bit TIFF file
- Align L and LRGB images
- Combine L and LRGB images (LLRGB) (Change the blend mode to "luminosity", change the opacity to ~50%, Flatten image)

DEEP-SKY IMAGE PROCESSING (MODIFIED DSLR Cameras)

- Acquire deep-sky images (DSLR images)

Calibrate, Align and Combine CCD images (Maxim DL)

- Save images as RAW files
- Calibrate RAW images
- Convert RAW images to colour in Maxim DL (COLOR MENU - Convert Colour: AUTO background level, COLOR SCALING, Red - 75%, Green - 125%, Blue - 125%)
- Align images in Maxim DL (manual 2 stars or automatic alignment)
- Combine images in Maxim DL (*e.g.* SDMask)
- Save result in 16-bit TIFF files (no compression)
- Perform a DDP-style stretch
- Save the image (FITS format 16-bit) (no compression)

Final Processing (Photoshop)

- Load 16-bit TIF DDP stretch file in Photoshop
- Use Curves to adjust contrast and brightness
- Save the final 16-bit TIF file (no compression)
- Convert to 8-bit and save JPG file (no compression)
- Save in TIFF or JPG format



Figure 6- NGC7000/IC5070 region (two-pane MOSAIC). 180min+160min (20min sub-integrations). AP130 F/6, FF, STL11000M. Astrodon (6nm), self-guided, SDmask, DDP, Paramount ME. Processed with Maxim DL and Photoshop

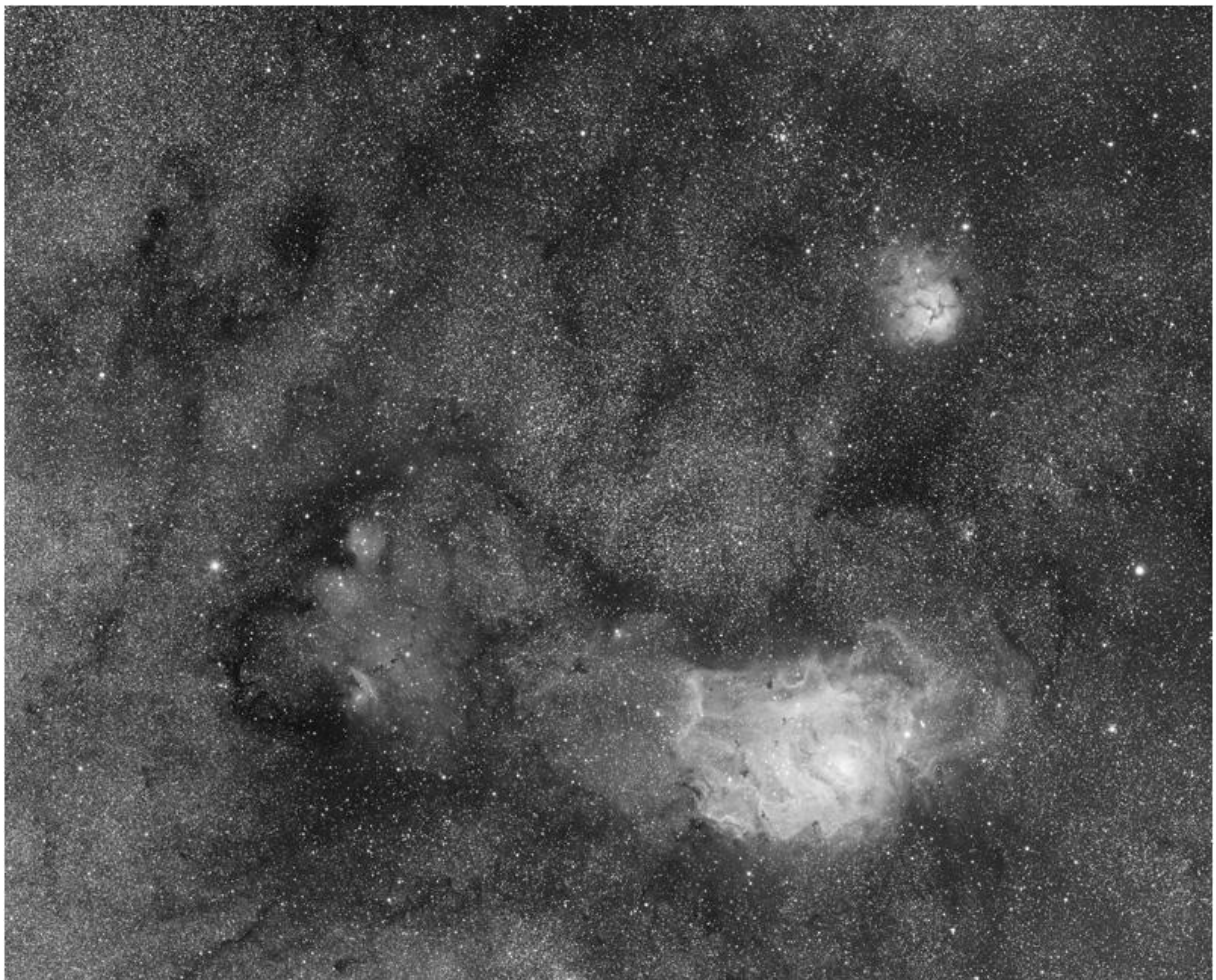


Figure 7- M008/M020 region (four-pane MOSAIC). 80min X 4 (10min sub-integrations). AP130 F/6, FF, STL11000M. Astrodon (6nm), self-guided, SDmask, DDP, Paramount ME. Processed with Maxim DL and Photoshop

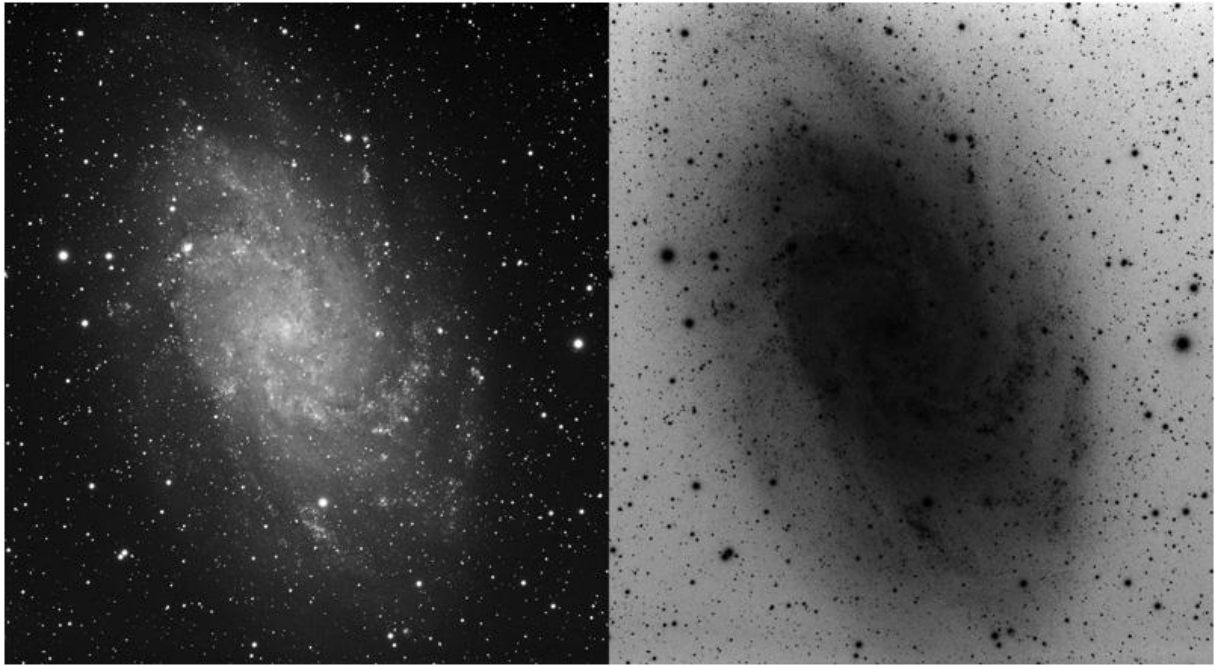


Figure 8- M033. 240min (24x10min). TMB152 F/7.9, FF, STL11000M, self-guided, Median, DDP, Paramount ME.
Processed with Maxim DL and Photoshop

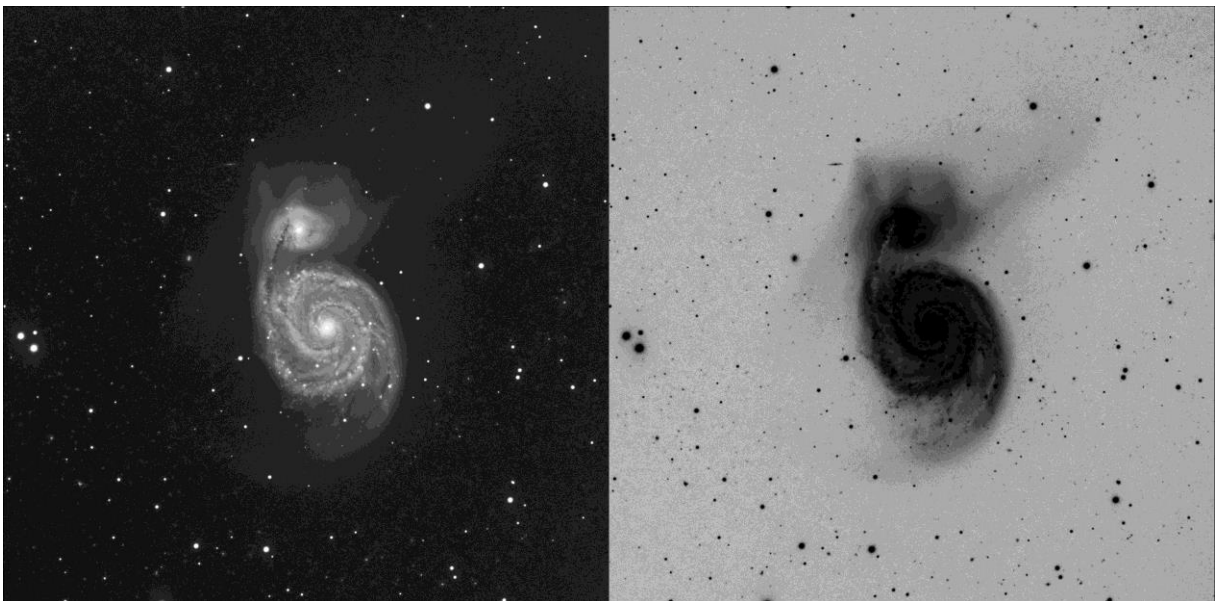


Figure 9 - M051. 265min (53x5min). TMB 152mm F/8, ST10-XE, self-guided, SDMask, DDP, Paramount ME.
Processed with Maxim DL and Photoshop



Figure 10- M84/M86. 180min (18x10min). TMB 152mm F/8, STL11002M, self-guided, Median, DDP, Paramount ME. Processed with Maxim DL and Photoshop



Figure 11- M42. FS128 F/8.1, modified Canon 350D (Baader filter), 800ISO, 25x30s, SDMask, DDP. Processed with Maxim DL and Photoshop CS3.

APAA

Associação Portuguesa
de Astrónomos Amadores

