

Astrofotografia: técnicas e aplicações

T. A. A. Barreto & G. M. A. Almeida

Departamento de Física, Universidade Federal de Sergipe, 49100-000, São Cristóvão-SE, Brasil

tarcisioa@hotmail.com

(Recebido em 01 de setembro de 2009; aceito em 01 de novembro de 2009)

Mostraremos os principais aspectos da astrofotografia explorando um pouco da técnica utilizada para tratar fotos de astros possibilitando o estudo de alguns objetos celestes, tais como estrelas binárias e variáveis, aglomerados abertos, planetas e até galáxias. Fotos bem definidas dos astros nos permitem uma análise precisa de propriedades como o diâmetro, distância (paralaxe) e magnitude (brilho). Como exemplos de aplicação, foram utilizadas fotografias dos planetas Vênus, Júpiter e Saturno estimando os respectivos diâmetros e distâncias da Terra.

Palavras-chave: astrofotografia, astronomia, propriedades de astros.

We will show a little bit of the technique used to treat astro pictures leading the study of some celestial objects like binary and variable stars, open clusters, planets and even galaxies. Well defined astro photos allow us to an accurate analysis of some properties like diameter, distance (parallax) and magnitude (brightness). As an application example, pictures from Venus, Jupiter and Saturn were used to estimate their respective diameters and distance from the Earth.

Keywords: astrophotography, astronomy, astro properties.

1. INTRODUÇÃO

A grande maioria dos astrônomos, amadores e profissionais, aponta seus telescópios e câmeras para o céu e capturam imagens surpreendentes de tudo que encontram, seja para análise ou pelo simples intuito de registrar belas imagens que o espaço nos oferece. Além disso, é possível estudar a origem e evolução do universo. Por exemplo, a galáxia de Andrômeda (M31) está a aproximadamente 2,5 milhões de anos-luz da terra, ou seja, na verdade estamos visualizando como era a galáxia há 2,5 milhões de anos atrás.

Antes de mostrar algumas técnicas da astrofotografia, é interessante fazer uma breve retrospectiva desta mostrando algumas principais realizações e os seus praticantes. Destacamos Lewis M. Rutherford (1816-1892) que construiu em 1864 o primeiro telescópio fotográfico com o principal objetivo de obter imagens astronômicas. De 1874 a 1882 foram realizadas as primeiras tentativas de se detectar a paralaxe solar e consequentemente determinar a distância da Terra ao Sol, se baseando em vários registros fotográficos dos trânsitos de Vênus. Em 1881 na França, M. Janseen utilizou um telescópio com 500 mm de abertura e fotografou o cometa Tebbut. Ele conseguiu registrar uma cauda com aproximadamente $2,5^\circ$ de comprimento constituindo um grande avanço para a época. Na descoberta e estudos de nebulosas e da própria Via Láctea, citamos Paul Henry, Prosper Henry (os irmãos Henry) e E. E. Barnard, cujas várias astrofotografias realizadas mostraram as chamadas nebulosas absorção, gigantes nuvens de poeira e gás que absorvem grande parte da luz incidente. Começamos a ver que tais astrofotografias já estavam contribuindo para o avanço da Astrofísica, como veremos mais a seguir. William Huggins (1824-1910) fotografou a estrela α da constelação de Lira (Estrela Vega) e na imagem, era possível identificar duas linhas espectrais associadas ao hidrogênio. Ele também fotografou o espectro do cometa Tebbut já citado anteriormente. Pois bem, dentre outros avanços para a astronomia ainda podemos citar a descoberta do ciclo de atividade solar (as manchas solares), da estrutura espiral de várias nebulosas, que depois perceberam que elas eram outras galáxias com estruturas parecidas com a da nossa e ainda temos numerosas astrofotografias que tem um importante papel em estudos relacionados à Astrometria e Fotometria. Então, à medida que o estudo do espaço e as técnicas fotográficas avançam,

observatórios e telescópios orbitais conseguem fotos com cada vez mais resolução a vastas distâncias, propiciando o avanço da astronomia em geral.

Atualmente, a astrofotografia é bem acessível. Com um telescópio caseiro, uma simples câmera digital (ou webcam) e um software para dar uma melhor resolução à imagem, é possível obter fotos das crateras lunares como mostra a figura 1. Uma análise da foto nos permite, conhecendo princípios básicos da óptica geométrica fazer um mapeamento do local, calculando distâncias, profundidade e largura das crateras. Esta é apenas uma, das varias aplicações da astrofotografia.

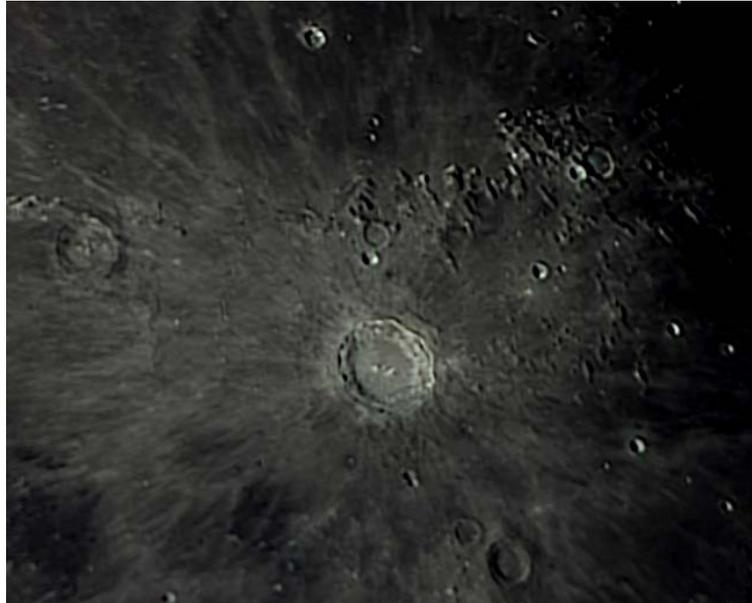


Figura 1: Superfície lunar registrada por uma webcam acoplada a um telescópio refletor newtoniano 180 mm.

As câmeras modernas envolvem capturar a luz refletida de diversos objetos. No caso da astrofotografia, a intenção é apenas utilizar a luz proveniente do objeto no espaço. O essencial, então, é evitar poluição luminosa (PL), ou seja, não é necessário o uso de flashes quanto mais escuro o local, melhor. A figura 2 nos mostra o centro da Via Láctea a olho nu em um local com pouca PL, mais afastado da cidade de Aracaju.



Figura 2: Centro Via Láctea. Podemos identificar alguns aglomerados abertos e globulares.

Nas próximas seções vamos estudar as principais técnicas para fotografia deste tipo, mostrar como obter uma maior resolução nas fotos e, para exemplificar algumas aplicações, iremos calcular alguns parâmetros dos planetas Vênus, Júpiter e Saturno comparando com dados já obtidos por fontes de importância.

2. TÉCNICAS DA ASTROFOTOGRAFIA

A depender do tipo de foto que desejamos obter não é necessário o uso de um telescópio, apenas uma simples câmera (figura 3), um tripé fotográfico e um disparador de cabo a dependendo do tipo de câmera utilizado. Percebe-se que neste tipo de fotografia, à medida que aumentamos o tempo da exposição a densidade estelar aumenta, pois mais fótons são captados e registrados no filme ou no sensor CCD/CMOS da câmeras digitais. Outra coisa a ser notada é que, como a Terra está em rotação, as estrelas se deslocam no fundo celeste no sentido leste-oeste, por isso, caso o limite do tempo de exposição seja ultrapassado, será gravado no filme rastros ou trilhas das estrelas. O ambiente ideal para este tipo de fotografia é um local sem poluição luminosa e durante o período de lua nova. Utilizando esta técnica podemos obter imagens de estrelas, trilhas, rotação de pólo, constelações, auroras, conjunções, meteoros, satélites artificiais, cometas, eclipses lunares e solares. A foto mostrada figura 2 foi realizada pelo método Piggy-Back, onde a câmera é fixada em um telescópio (figura 4) que contenha uma montagem equatorial e o acompanhamento é feito usando o próprio telescópio. A montagem equatorial (figura 5) permite o acompanhamento dos astros manual ou eletronicamente. Este tipo de montagem é constituído de dois eixos perpendiculares e quando colocamos um dos eixos paralelo ao eixo da Terra (latitude do local) e giramos o seu eixo no sentido contrário ao do movimento da Terra fazemos com que o mesmo gire a uma velocidade de uma rotação por dia, (cerca de 15 graus/hora) mantendo o objeto imóvel no campo de visão de um telescópio ou da câmera fotográfica possibilitando, assim, uma fotografia de longa exposição.



Figura 3: Câmera fotográfica DSLR montada em um tripé.



Figura 4: Câmera montada em paralelo com o telescópio.

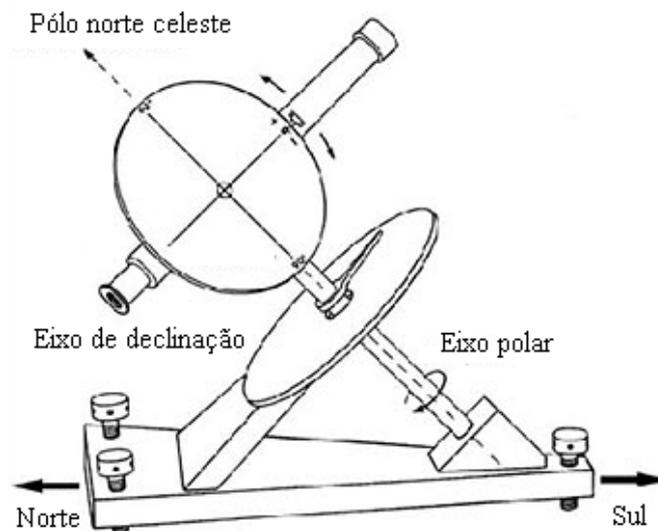


Figura 5: Esquema duma montagem equatorial. (Fonte: www.portaldoastronomo.org)

Em relação às principais técnicas utilizando um telescópio as mais praticadas são os métodos focal e afocal. No primeiro, a lente objetiva da câmera é removida, o corpo da câmera é montado no foco principal do telescópio e este passa a ser a objetiva da câmera com a mesma distância focal do telescópio. Neste caso é comum utilizar uma webcam acoplada como mostra a figura 6.



Figura 6: Webcam acoplada ao telescópio.

No segundo, a câmera é colocada após a ocular sem retirar a lente objetiva. Para câmeras intermutáveis este é um método bastante útil e a câmera pode ser montada num tripé tal (figura 7) ou por meio de um adaptador.



Figura 7: Sistema de projeção afocal usando tripé.

3. TRATAMENTO DE FOTOS

No ato de fotografar algum objeto, alguns fótons aleatórios são captados pela câmera fotográfica. Ao tirarmos várias fotos deste mesmo objeto e fazendo uma análise precisa, percebe-se que cada foto terá uma dada região mais definida do que as das outras fotos, pois, cada uma consistiu em uma distribuição diferente dos fótons. Podemos compreender isso de outra forma: supondo que esteja chovendo, colocamos vários copos vazios em contato com a chuva por certo tempo e depois retiramos. Veremos que eles vão diferir consideravelmente na quantidade de água.

Os principais fatores que dificultam uma boa resolução de imagem são a poluição luminosa, a turbulência atmosférica, que varia notadamente de dia para dia e de local para local de tal modo não é comum obter resultados fotográficos equivalentes em dias seguidos ou até em uma mesma noite, e o ruído da câmera, manchas aleatórias em uma superfície normalmente lisa e compromete significativamente a qualidade das fotos. Uma analogia para o ruído seria o chiado que se percebe quando uma música é ouvida num volume muito alto.

Objetivando contornar estes problemas, já foram desenvolvidos diversos softwares para tratamento de imagens que, diretamente falando, empilham as fotos aproveitando os detalhes de cada uma oferece. Para o computador, a imagem é representada por um conjunto de números, que podem ser manipulados, de modo a aumentar o contraste da imagem, controlar o brilho e muitos outros detalhes. O ruído, por exemplo, pode ser amenizado por uma “média aritmética” das imagens, pois, o que realmente estiver presente na foto (estrelas, planetas) será “constante” e vai ser sobressair em relação aos ruídos que são aleatórios.

Vamos explicar, basicamente, o processamento digital de imagens utilizando o software Registax[®], 5ª versão, de distribuição gratuita e um dos mais utilizados por astrofotógrafos. Para ilustrar o processo, utilizaremos uma foto do planeta Júpiter, obtida através de um telescópio refletor newtoniano de 180 mm. Foi realizada uma filmagem de 1 minuto e esta convertida, pelo software, em um pouco mais de 600 fotos do tipo da figura 8.



Figura 8: Frame de Júpiter com turbulência atmosférica e ruído.

A primeira etapa de tratamento é definir um frame (foto) e sua área de referência em que todos os outros irão se basear no alinhamento. Após definir alguns parâmetros, alinhamos as imagens. O próximo passo é a otimização, onde podemos analisar o gráfico que mostra a diferença de qualidade dos frames (figura 9). O objetivo, então, é reduzir essas diferenças escolhendo os frames de melhor qualidade para a etapa seguinte, o *stacking*, que consiste em juntar todos os frames para formar a imagem final. Após o *stacking*, podemos modificar os parâmetros para determinar as características da imagem. Estes são denominados *wavelets* e, no caso de Júpiter, foi utilizado para destacar mais a sua atmosfera e obtendo uma imagem final com boa qualidade como mostra a figura 10.

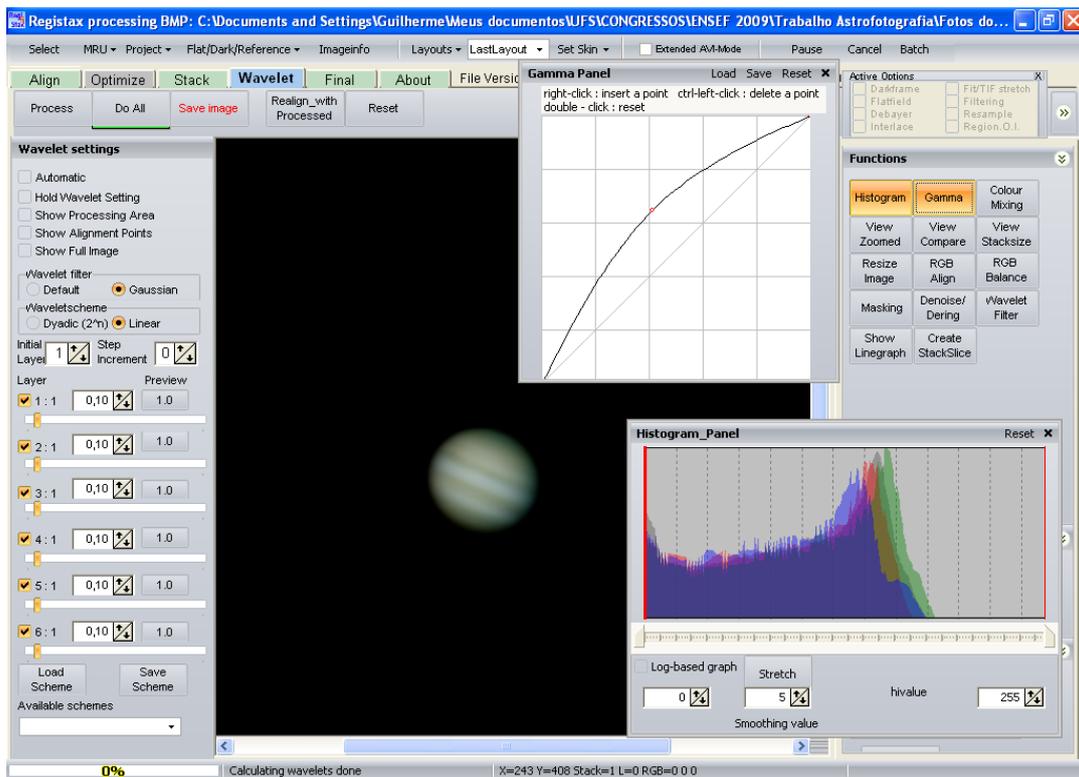


Figura 9: Etapa da otimização onde analisamos os gráficos para estabelecer os frames de maior resolução.



Figura 10: Júpiter após o processamento.

4. RESULTADOS

Todas as fotos a seguir, incluindo as das figuras 1, 2 e 10 já apresentadas anteriormente, foram realizadas pelo astrofotógrafo Jailton César de Souza, membro da Sociedade de Estudos Astronômicos de Sergipe (SEASE). As fotos passaram pelo processo de tratamento descrito na seção anterior.



Figura 11: Nebulosa de Órion (M42). Podemos identificar a nebulosa como uma mancha difusa na região entre as "Três Marias" e as estrelas Rigel e Saiph, no interior da constelação de Órion.



Figura 12: Eclipse lunar.



Figura 13: Lua. Esta foto com excelente qualidade nos permite identificar várias crateras

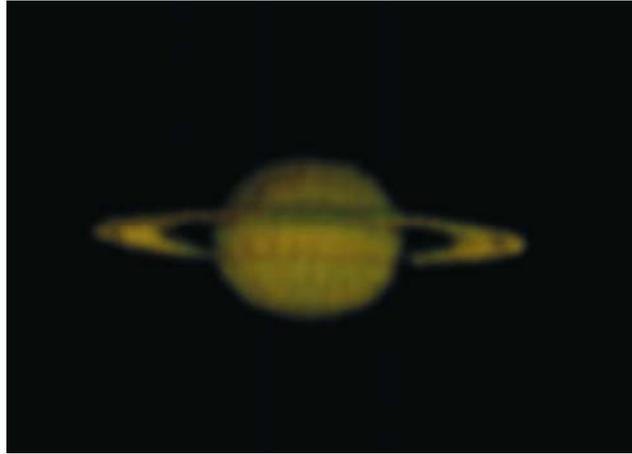


Figura 14: Saturno



Figura 15: Vênus em fase crescente

5. APLICAÇÕES

A medição angular é usada por observadores na Terra para descrever as posições de objetos celestes e são de extrema importância para determinar as distâncias (e tamanhos) de objetos no Universo. Sabendo o diâmetro angular de um planeta e a sua distância para a Terra podemos calcular seu diâmetro verdadeiro (linear) por princípios básicos de trigonometria como mostra a figura 16 onde α é o diâmetro angular, d a distância da Terra-Lua e R o raio da Lua. A relação entre os 3 termos é evidente e dada por

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{R}{d} \quad (1)$$

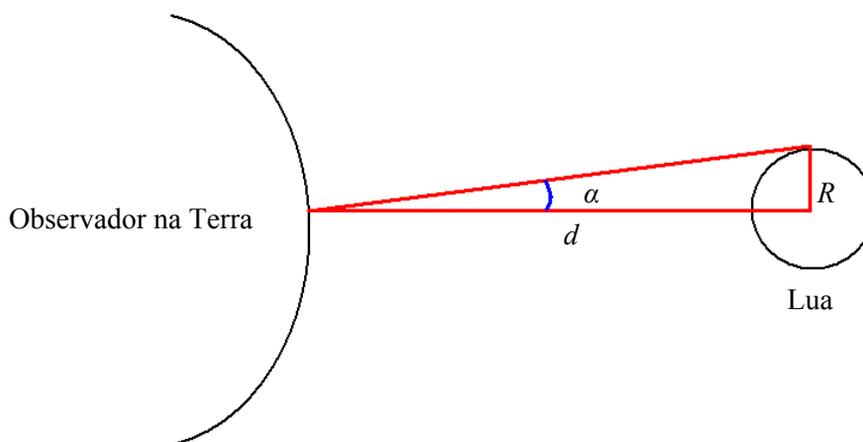


Figura 16: Método mais simples para medir o diâmetro linear da lua, por exemplo. Ignore a escala, a imagem é para fins conceituais.

Vamos utilizar esta relação para calcular o diâmetro real de Júpiter sabendo-se que o raio angular é de aproximadamente $22arcseg$ visto da Terra e a distância até o nosso planeta é em torno de $658240000km$ segundo o software gratuito Stellarium®. Estamos nos baseando em agosto de 2008, quando a foto de Júpiter (figura 10) foi tirada. Após transformar arcseg em graus obtemos um diâmetro de

$$D = 2R = 2d \operatorname{tg} \alpha \approx 140414km \quad (2)$$

O resultado obtido foi próximo ao fornecido pelo banco de dados da National Aeronautics and Space Administration (NASA) de $142984km$ para o diâmetro equatorial do planeta.

Colocando Vênus, Saturno e Júpiter em escala, de modo que os 3 planetas na figura 17 foram fotografados com o mesmo telescópio e mesmo aumento, (Newtoniano Refletor de 180mm com uma ocular Barlow 2X) podemos fazer uma proporção dos diâmetros já que temos o de Júpiter.



Figura 17: Júpiter, Saturno e Vênus em escala aproximada.

Analisando a figura 17 fazendo as devidas equivalências temos um diâmetro de aproximadamente $115841km$ para Saturno e de $12103km$ para Vênus, resultados próximos aos cedidos pela NASA de $120536km$ e $12103km$ respectivamente. Com estes dados podemos agora estimar a distância de Saturno e Vênus para a Terra reescrevendo a relação (1)

$$d = \frac{R}{\operatorname{tg} \alpha} \quad (3)$$

onde o raio angular α de Saturno é $15arcseg$ e então, sua distância à Terra foi de aproximadamente $800000000km$ e o raio angular de Vênus é $5arcseg$ e sua distância perto de 250000000 . O resultado para Saturno já não foi tão bom quanto os outros (a distância correta é mais de 1 bilhão) devido a possíveis erros na escala da figura 17, afinal, as 3 fotos não foram tiradas no mesmo dia e as condições atmosféricas variam com frequência provocando distorções nas fotografias.

6. CONCLUSÃO

Percebemos a importância da astrofotografia para a astronomia e vemos que é uma das maneiras para os astrônomos amadores colaborarem com os profissionais. Nossos resultados foram bons, tanto para o tratamento das fotografias vistas na seção 4 e alguns resultados numéricos na seção 5.

-
1. RÉ, P. *Fotografar o céu*. 1ª Ed. Lisboa: Plátano Edições Técnicas (2002).
 2. <<http://www.portaldoastronomo.org>>
 3. <<http://solarsystem.nasa.gov>>
 4. <<http://www.uma.pt>>
 5. <<http://www.geocities.com/angolano/Astronomy/Astronomia/PInoCeu.html>>
 6. <<http://www.stellarium.org>>
 7. <<http://www.cdcc.usp.br/cda/aprendendo-superior/sistemas-digitais/index.html>>
 8. <http://www.astrosurf.com/astronosur/down/registax3_tutorial.htm>