

ASTROFOTOGRAFIA NO IFC-CAMPUS CAMBORIÚ

Isabella Renner Staudt¹; Odorico Miguel Bueno²; Beatriz Bizatto Ferreira³; Kleber Ersching⁴; Roberto Miguel Torres⁵

RESUMO

O objetivo deste trabalho é promover a divulgação da astronomia e demais ciências através da astrofotografia. Nas dependências do IFC-Campus Camboriú são obtidos *light frames* através das técnicas de foco primário e projeção positiva, com um *setup* constituído por um telescópio Schmidt-Cassegrain de 8", uma câmera monocromática CMOS, roda de filtros e filtros LRGB de 2". Os *light frames* em cada filtro são combinados, obtendo uma fotografia colorida do astro. Os softwares escolhidos para o empilhamento e processamento de imagens foram DSS e Registax. Testes realizados com a câmera planetária CCD NexImage colorida mostraram a necessidade de manutenção no sensor.

Palavras-chave: Astrofotografia digital. Astronomia. Divulgação científica. Câmeras CCD/CMOS. Filtros LRGB. Telescópio.

INTRODUÇÃO

A divulgação da astronomia no Brasil está em fase incipiente e uma das maneiras de mudar o atual cenário é através da divulgação da astrofotografia. Uma das maneiras mais interessantes de promover o despertar do público em geral pela astronomia e demais ciências é através da divulgação da astrofotografia.

A Astrofotografia para os astrônomos é uma área da astronomia cuja finalidade é a produção de registros das observações astronômicas, afim de estudar os objetos e os fenômenos fotografados. Na visão de um fotógrafo, a astrofotografia é uma área da fotografia que envolve a produção de imagens dos objetos celestes e áreas do céu.

A qualidade de um *light frame* (imagem de um objeto astronômico) está intimamente ligada a fenômenos de turbulência atmosférica, conhecida por *seeing*. A radiação luminosa vinda de um objeto astronômico, quando atravessa a atmosfera terrestre é submetida principalmente a efeitos de refração e espalhamento dessa radiação luminosa, assim, a turbulência impõe certos limites à resolução dos *light frames*. Entretanto, quando a atmosfera terrestre se estabiliza é possível a obtenção de *light frames* de qualidade mais elevada.

¹ Estudante de Informática, IFC-Campus Camboriú. E-mail: isabellastaudt@gmail.com

² Estudante de Agropecuária, IFC-Campus Camboriú. E-mail: odoricomiguelbueno@yahoo.com.br

³ Estudante de Informática, IFC-Campus Camboriú. E-mail: bia_bizatto@hotmail.com

⁴ Professor Doutor em Física, IFC-Campus Camboriú. E-mail: kleber.ersching@ifc.edu.br

⁵ Professor Doutor em Astronomia, IFC-Campus Camboriú. E-mail: roberto.torres@ifc.edu.br

Para auxiliar na aquisição de astrofotografias, existem as câmeras CCD monocromáticas. As câmeras disponíveis no mercado possuem maior definição que as câmeras coloridas. Por esse motivo o seu uso é justificado. Paralelamente, os sensores CMOS, economicamente mais viáveis, vem melhorando o seu desempenho eletro-óptico que, em alguns aspectos, são superiores a um sensor CCD.

Para contornar o inconveniente de se obter apenas *light frames* preto e branco é possível obter astrofotografias coloridas com uma câmera monocromática utilizando um conjunto de filtros LRGB. O conjunto é constituído por quatro filtros: três filtros coloridos, para os canais vermelho (R), verde (G) e azul (B), além de um filtro ultravioleta (UV) para o canal de luminância. As fotos de cada canal de cor são então combinadas ou empilhadas e fornecem uma fotografia colorida.

A aquisição de um grande número de *light frames* com tempo de exposição curto, menor que um segundo de tempo, possibilita a obtenção de astrofotografias de boa qualidade. Os *light frames* podem ser somados através de um software de tratamento de imagens astronômicas. Durante a soma dos *light frames* os ruídos se cancelam, devido a sua natureza aleatória, mas o sinal se soma contribuindo para que o resultado, a fotografia astronômica, seja de alta definição.

Para a obtenção de astrofotografias de qualidade recomenda-se o uso de um telescópio com sistema de acompanhamento eficiente. Erros de acompanhamento podem influenciar as astrofotografias quando o tempo de exposição for longo. No caso de se utilizar a técnica de soma dos *light frames*, o problema pode ser minimizado utilizando tempos de exposição menores.

Segundo Andolfato (2017), os telescópios refletores Cassegrains a partir de seis polegadas e de oito polegadas são ideais para astrofotografia de céu profundo e astrofotografia de céu noturno, respectivamente. O mesmo autor, comenta que as câmeras dedicadas para astrofotografia de céu profundo e de céu noturno devem ter resolução de pelo menos 1280 x 720 pixels, saída USB de 3,0, destacando pela alta sensibilidade e baixo nível de ruído.

O telescópio Celestron de 8" CPC 800 com óptica Schmidt-Cassegrain utilizado em nossas pesquisas segue as especificações mencionadas por Andolfato (2017), mas a montagem altazimutal em garfo desse telescópio e o sua câmera planetária CCD colorida NexImage apresentam alguns inconvenientes que serão discutidos na seção apropriada.

Em um telescópio refletor, a relação entre a distância focal F (distância entre o espelho primário e o plano focal) e o diâmetro D do espelho define a razão focal F/D , sendo expressa por $f/\#$. Por exemplo, o telescópio do IFC-Campus Camboriú tem uma distância focal de 2032 mm e diâmetro de espelho de 203,2 mm, fornecendo uma razão focal $f/10$.

Para se obter a dimensão linear da imagem de um objeto extenso utilizamos a escala de placa k que é definida através da expressão $k = 206265''/(f D)$, sendo expressa em segundos de arco por mm ou $''/\text{mm}$. Dessa forma, o telescópio utilizado em nossas pesquisas é um $f/10$ com um espelho de 203,2 mm de diâmetro, que fornece uma escala de placa de $101,5''/\text{mm}$.

Segundo Ré (2004), para obter a resolução espacial máxima com um determinado telescópio e câmera CCD, é necessário determinar qual a melhor amostragem. De acordo com o critério de Nyquist, esta ocorre, quando pelo menos dois elementos de imagem (2 pixels) cobrem o mais pequeno pormenor resolvido pelo telescópio. Na prática, este critério pode ser obtido, recorrendo a um aumento da distância focal via sistema de projeção (lente de Barlow) ou à redução da distância focal via sistema de compressão (reductor focal). Dessa forma, para obter imagens de céu profundo devem-se utilizar amostragem da ordem de 1,5 a 2,5"/pixel e na obtenção de imagens de planetas (alta resolução) as amostragens devem ser cerca de 0,25 a 0,5"/pixel.

Os *light frames* podem ser obtidos através de dois métodos de acoplamento câmera-telescópio: foco primário e projeção positiva (ou projeção de ocular positiva). O primeiro método, consiste em acoplar a câmera CCD diretamente no porta-ocular (sem ocular) e o segundo método, permite inserir uma ocular entre o foco primário do telescópio e a câmera CCD, obtendo-se *light frames* com grande ampliação.

Com uma câmera CCD monocromática acoplada no foco primário do telescópio Schmidt-Cassegrain e com um conjunto de filtros LRGB é possível obter *light frames* CCD de objetos do céu noturno (cometas, planetas e Lua) e do céu profundo (aglomerados abertos, aglomerados globulares, nebulosas e galáxias). Os *light frames* obtidos em cada filtro com tempo de exposição curto podem ser depois combinados.

Pode-se avaliar previamente a relação sinal/ruído e o tempo de exposição necessários para a captura de cada *light frame* (Howell, 2000). Os *light frames* CCD de um objeto do céu profundo apresenta alguns ruídos e imperfeições da matriz CCD que devem ser eliminados. Para remover esse ruído emprega-se um processo de tratamento das imagens CCD que consiste em capturar *bias frames*, *flat frames* e *dark frames*, e em seguida aplica-las nos *light frames*. Os *dark frames* tem a função de retirar os *hot pixels* (pixels saturados) contidos nos *light frames*. As câmeras com resfriamento tem bem menos *hot pixels*. Os *flat frames* tem a função basicamente de remover manchas, causadas por sujeiras no sensor e filtros. A função dos *bias frames* é a captação do ruído eletrônico residual do sensor.

Alguns softwares como DSS (Deep Sky Stacker) e Registax, ambos para ambiente Windows, realizam tarefas principalmente de alinhamento e empilhamento de *frames* de céu profundo e céu noturno, respectivamente. Na astrofotografia céu noturno o tempo de exposição dos frames são de décimos a centésimos de segundo, muito menores que na astrofotografia de céu profundo, pois os Planetas e a Lua são muito mais brilhantes que os objetos do céu profundo.

Até o momento foram realizados alguns testes com a câmera planetária CCD colorida NexImage e os resultados não foram animadores, devido à baixa resolução e aos problemas detectados e que ainda não foram solucionados.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente, fizemos a limpeza dos componentes ópticos do telescópio (lente corretora, espelho secundário, espelho primário, lente de Barlow, prisma diagonal e oculares) por apresentarem fungos, gordura e excesso de poeira, seguindo procedimentos de manutenção de telescópio e acessórios descrito detalhadamente em Almeida (2004).

Foi realizada uma estimativa dos parâmetros da câmera planetária do IFC – *Campus* Camboriú: escala de placa e dimensão linear da imagem no plano focal da câmera, dimensão ótima do pixel segundo o critério de amostragem de Nyquist, dimensão angular máxima do objeto que pode ser registrado na câmera.

Foi elaborada um folha de registro das observações, contendo informações sobre o telescópio, o detector, o nome do arquivo, a data, o nome do objeto, a magnitude visual, o tipo espectral, as coordenadas equatoriais do objeto (ascensão reta e declinação), o tempo de exposição, o filtro usado, a condição de *seeing* (em "), a fase da Lua e formato da imagem com a finalidade de serem usadas no processo de tratamento de imagem, conforme mostrado na figura 1.

[illegible]

As observações foram planejadas levando-se em conta o tempo de integração de

cada *frame*: *bias frames*, *dark frames*, *flat frames* para diferentes filtros, *frame* de estrela para estimar o *seeing* e *light frames* obtidos em diferentes canais de cor. Preferencialmente, os *light frames* devem ser capturados em um céu com baixo *seeing*, pouca umidade e a Lua próxima da fase de nova.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O telescópio Schmidt-Cassegrain mostrou-se ideal para astrofotografia de céu noturno, pois os objetos (Planetas e Lua) por serem muito brilhantes, não requerem *frames* com longos tempos de exposição. Ao passo que o telescópio com o atual *setup* não é ideal para astrofotografia de céu profundo, cujos objetos necessitam longos tempos de integração, deixando as estrelas da borda nos *light frames* mais ovaladas após a integração.

Dessa forma, o inconveniente do *setup* do projeto de pesquisa para astrofotografia de céu profundo é a montagem altazimutal em garfo que veio junto com o telescópio Celestron CPC 800. A montagem ideal para astrofotografia de céu profundo é a equatorial germânica. A literatura científica fornecem duas sugestões para contornar o problema: a aquisição de uma cunha equatorial desde que a sua latitude geográfica não seja muita elevada ou a obtenção de uma câmera para corrigir a rotação de campo, sendo a primeira opção economicamente mais viável.

A dimensão linear L de um objeto no plano focal é dada por $L = A/k$. As melhores condições de *seeing* no local de observação corresponde a 1". Nessas condições, uma estrela teria uma dimensão linear no plano focal de $L = 10$ micrometros. Segundo o critério de Nyquist, a dimensão do pixel deve ser menor que $L/2$, fornecendo um valor inferior a 5 micrometros.

Por sua vez, o sensor CCD da câmera planetária NexImage colorida tem um formato 1/4" e uma resolução VGA (modo de imagem com resolução de 640 pixel x 480 pixel ou 0,3 megapixels). A dimensão linear do CCD é 3,6 mm x 2,7 mm (4,5 mm na diagonal). A dimensão de 1 pixel da câmera corresponde a 5,6 micrometro quadrado.

Pode-se verificar que a câmera planetária NexImage CCD imager possui pixels de dimensão de 5,6 micrometros (0,57"/pixel, cerca de 1"/2 pixels), o que acarreta um *under-sampling*, ou seja, o sensor CCD tem poucos pixels para capturar a resolução fornecida pelo telescópio, em outras palavras a câmera planetária tem baixa resolução.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Até a presente data, o projeto não recebeu os filtros LRGB e a câmera para o desenvolvimento de sua pesquisa. Por outro lado, o coordenador do projeto recentemente adquiriu um conjunto de filtros OPTOLONG de banda larga LRGB 2" e



de banda estreita (H-alpha 7 nm 2", SII 6,5 nm 2" e OIII 6,5 nm 2"), além de roda de filtros 2" motorizada QHYCFW2-M-US e câmera CMOS QHY163 monocromática e refrigerada que serão utilizadas para o desenvolvimento do projeto.

Pretendemos continuar com o projeto por tempo indeterminado, convidando novos alunos que gostariam de adquirir conhecimento técnico sobre manuseio, manutenção e operacionalização de um telescópio com *setup* para astrofotografia, objetivando o processamento de imagens astronômicas através de softwares específicos.

Verificamos a necessidade de um mini observatório astronômico fixo para confinar um telescópio e o seu *setup* para astrofotografia, com o intuito de preservar o patrimônio público das intempéries (vento, umidade e baixa temperatura). O espaço físico necessário para a construção desse observatório e o investimento financeiro são demasiadamente pequenos, propiciando uma ótima relação custo benefício quando se pensa em desenvolver a pesquisa astronômica e divulgar a ciência para a comunidade local.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Guilherme de. **Telescópios**. Lisboa: Plátano, 2004. 592p.

ANDOLFATO, Rodrigo. **Astrofotografia Prática** – O Guia da Fotografia do Universo. 1^a. ed. Brasília: [s.n.], 2017. 215p.

CELESTRON. **Celestron CPC Series Instruction Manual**. California: [s.n.], 2009.

HOWELL, Steve B. **Handbook of CCD Astronomy**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 164p.

RÉ, Pedro. **Fotografar o céu**. Lisboa: Plátano, 2004. 303p.